

Cronoanálise: Aplicação em uma Bancada de Manufatura Flexível

Rafael Brito de Abreu (UESC) rafael.deabreu@hotmail.com
George Wilson Nobre Lima Filho (UESC) gnfilho89@gmail.com
Filipe de Matos Andrade (UESC) filipemlandrade@hotmail.com
Everton Costa Santos (UESC) evertoneps@hotmail.com

Resumo

A competitividade bastante acirrada atualmente faz com que as empresas busquem cada vez mais a otimização de seus processos para manterem-se vivas no mercado, dessa forma é necessário uma produtividade elevada e, por conseguinte, um tempo de ciclo de processo cada vez menor mantendo a qualidade do produto melhorando ou eliminando processos demorados que causam ineficiência e ineficácia. Baseado neste cenário, o presente trabalho desenvolveu o estudo dos tempos e métodos utilizando a técnica de cronoanálise numa bancada de manufatura flexível, com o objetivo de tornar o processo mais eficiente e eficaz além de demonstrar a importância da cronoanálise como ferramenta de aumento de produtividade. Esta bancada em questão é um equipamento que possui uma célula industrial com função de distribuição que se relaciona com outros tipos de funções de produção automatizada tais como alimentação, identificação, separação, classificação.

Palavras Chaves: Produtividade, Tempo de Ciclo, Cronoanálise, Manufatura Flexível.

Cronoanálise: Application in a Flexible Manufacturing Workbench

Abstract

The very fierce competition currently makes companies to seek more and more optimization of processes to keep-alive in the market, thereby a high productivity is required, and therefore, a time of shrinking process cycle while maintaining the product quality improving or eliminating time-consuming processes that cause inefficiency and ineffectiveness. Based on this scenario, the present work the study of the times and methods using the cronoanálise technique in a flexible manufacturing counter, in order to make more efficient and effective process and demonstrates the importance of cronoanálise as productivity-enhancing tool. This counter in question is a device that has a cell with the industrial distribution function that relates to other types of automated production functions such as food identification, separation, classification.

Key words: Productivity, Cycle Time, Cronoanálise, Flexible Manufacturing

1. Introdução

Com o fenômeno da globalização, juntamente com as tradicionais limitações de recursos, capital e tempo, é perceptível que as organizações encontram-se constantemente em posição de desafio. Esse cenário vem sendo agravado com o aumento na variedade da oferta de bens e serviços, na qualidade exigida e na competição baseada no tempo. Devido a esses fatores, as empresas são constantemente obrigadas a atingir um melhor desempenho, especialmente no tocante a qualidade, custos e flexibilidade.

Segundo LEAO (1998), o aumento dos níveis de competitividade tem canalizado os esforços das empresas para a melhoria dos seus fatores competitivos, através da adoção de novas abordagens para o incremento da qualidade e o aumento da produtividade dos seus processos.

Após a revolução industrial houve uma evolução no processo de manufatura. Toda a produção que antes era feita a mão pelos artesãos, mestres e outros profissionais, passou a ser fabricada por máquinas a partir de então. Inicialmente utilizou-se a energia hidráulica, razão pela qual muitas fábricas fixaram-se perto de rios, e depois, com a invenção da máquina a vapor, as fábricas ganharam flexibilidade quanto à sua localização (FAYET, 2002 e FERREIRA apud SANTOS, 2007).

O novo método da linha de montagem idealizado por Henry Ford possibilitou a fabricação em massa de determinado produto, com menor custo e de forma padronizada. O processo produtivo era feito agora de maneira planejada, ordenada e contínua. (MARTINS e LAUGENI apud SANTOS, 2007).

“[...] As possibilidades de combinação de hardwares miniaturizados, com grande capacidade de processamento, e softwares de controle, tornaram as fábricas mais flexíveis e ágeis nos seus processos de fabricação.” (FERREIRA, 1998 apud SANTOS, 2007).

“Um SMF (Sistema de Manufatura Flexível) é formado por um conjunto de máquinas versáteis e um sistema automático de manejo de materiais, capazes de processar simultaneamente volumes pequenos e médios de uma variedade de tipos de partes, controlados por um sistema computacional e por operadores” (Jaikumar e Van Wassenhove (1989), Stecke (1989), Stecke e Toczyłowski(1992), Kouvelis (1992) e Oerlemans(1994) apud Gómez & Lorena).

“Os Sistemas Flexíveis de Manufatura são altamente automatizados, pois envolvem a utilização de CLPs, máquinas CNCs e supervisórios, entre outros sistemas.” (WIECHETECK, 2011).

2. Estudo de tempos, Movimentos e Métodos.

O estudo de tempos, movimentos e métodos aborda técnicas que submetem a uma detalhada análise cada operação de uma dada tarefa, trazendo dados estatísticos reais, na busca de atingir o auto nível de produtividade permitindo eliminar qualquer elemento desnecessário à operação e determinar o melhor e mais eficiente método para executá-la.

Como lembra Felipe (2012), a mensuração do trabalho, feita de forma científica, utilizando técnicas estatísticas, teve seu início na primeira metade do século passado, e era aplicada apenas em organizações do tipo industrial. Seus precursores foram Frederick W. Taylor e o casal Frank e Lillian Gilbreth.

A decomposição de operações possibilitou eliminar movimentos inúteis e ainda simplificar, racionar ou unir os movimentos úteis proporcionando assim economia de tempos e esforço do operário. A partir disso, determina-se o tempo para a execução das tarefas mediante o uso de um cronômetro. Segundo Meyers (apud. Felipe, 2012) Taylor foi a primeira pessoa a usar o cronômetro para estudar o trabalho e, portanto é chamado de “Pai do Estudo do Tempo”.

Cada etapa do processo, atividade e suas respectivas tarefas devem agregar valor para o cliente, caso contrário será considerado desperdício, gasto, excesso ou perda; o que representaria redução de competitividade e que pode ser percebida através da aplicação do estudo de tempos e métodos (SCARTEZINI, 2009).

3. Cronoanálise

Segundo Slack et al. (apud MENEZES, 2010), o estudo de tempos – também conhecido como cronoanálise – é definido como uma técnica de medida de trabalho usada para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma operação específica em condições

também específicas, e para obter o tempo necessário para realização do trabalho com um nível definido de desempenho.

A cronoanálise é utilizada para cronometrar e analisar o tempo que um operador demora em uma operação ou o próprio tempo de execução de uma operação no fluxo de produção, permitindo-lhes um tempo de tolerância para necessidades fisiológicas, quebras de maquinário e outros afins.

A finalidade da cronoanálise, segundo Martins e Laugení (apud MENEZES, 2010) está relacionada com as medidas de tempos que trazem informações importantes para diversas tarefas relacionadas à produção, com elaborar os programas de produção e também permitir o planejamento da produção que, por conseguinte, possibilita uma maior eficácia na utilização dos recursos disponíveis, análise e determinação da capacidade de produção entre outras.

Peinado e Graeml (apud MENEZES, 2010) também defendem que a cronoanálise busca obter como resultado um padrão de referência que é considerado importante no desenvolvimento de algumas atividades dentro da empresa.

4. Conceitos de Tempos

Na cronoanálise utiliza-se o tempo centesimal. Existem três tipos de tempos para serem calculados e analisados, o tempo normal (TN), o tempo padrão (TP) e o tempo cronometrado (TC).

Estes tempos servem para avaliar a capacidade do operador de acordo com suas habilidades e tolerâncias (a perda em porcentagem de algum tempo em decorrência de algum fator de fadiga, quebra de máquinas ou por suas necessidades físicas). O tempo cronometrado é o tempo que o cronoanalista observa no cronômetro. As definições dos conceitos de tempos utilizados na cronoanálise serão descritos a seguir.

4.1. Tempo Normal

Para a determinação do Tempo Normal (TN), são necessários observações de avaliação de ritmo de trabalho. Segundo Peinado e Graeml (apud OLIVEIRA, 2009), o observador cronoanalista, tem seus conceitos de velocidade do ritmo devido a treinamentos e a experiência, e com esses conceitos pré-definidos ele compara a velocidade já conceituada por ele, com a velocidade do trabalhador para verificação de ritmo. Nas observações do cronoanalista pode haver três tipos de velocidade: abaixo do normal, normal e acima do normal. Essas velocidades podem variar conforme o ambiente de operação, podendo ter velocidade menor que 100% como também ter velocidade maior que 100% da velocidade de operação comum (tempo cronometrado). A determinação do TN pode ser feito através da seguinte fórmula:

$$TN = TC \times V$$

TN = Tempo Normal

TC = Tempo Cronometrado

V = Taxa de velocidade do operador

4.2. Tempo Padrão

O tempo padrão poder ser dividido em componentes que se interligam para formá-lo, são eles:

- Tempo cronometrado;
- Tempo normal;
- Fator de avaliação (mede a habilidade do operador durante a realização das tarefas);
- Tolerância (taxa de variação em relação ao tempo normal)

Segundo Oliveira (2009), o tempo padrão pode ser considerado como um tempo normal revisado devido às necessidades do operador, sem danos prejudiciais a ele, considerando todas as suas habilidades e o tempo que ele realmente não trabalhou devido a paradas que ele necessita.

5. Método de Cronoanálise

Neste subitem será descrito uma das formas de determinação do tempo padrão: a cronoanálise. Barnes (Apud. Souza, 2012) define sete passos para a realização da Cronoanálise:

- Obter e registrar as informações sobre a operação e o operador em estudo;
- Dividir a operação em elementos;
- Observar e registrar o tempo gasto pelo operador;
- Determinar o número de ciclos a serem cronometrados;
- Avaliar o ritmo do operador;
- Determinar as tolerâncias;
- Determinar o tempo padrão para a operação.

A partir dos próximos subitens será apresentado o detalhamento destes passos.

5.1. Obtenção de registro das informações

Neste passo, o cronometrista deve fazer um resumo da operação que está sendo analisada. É necessário verificar as operações anteriores e posteriores, onde estes dados serão utilizados para estabelecer os pontos de início e fim da operação que será cronometrada.

Costa Júnior (apud. Souza, 2012) complementa que esta etapa consiste em compreender o funcionamento do processo. Para que isto aconteça, se faz necessário que um esquema de operação seja criado, a fim de que os operadores possam se basear em uma sequência de produção, de forma a tornar possível e mais eficiente a execução da atividade de cronometragem.

Esse esquema pode montado a partir do mapeamento dos processos, onde são levantadas as informações referentes aos materiais empregados, descrição dos equipamentos utilizados e a interação destes com o sistema de produtivo.

Segundo Scartezini (2009), entender como funcionam os processos e quais são os tipos existentes é importante para determinar como eles devem ser gerenciados para obtenção de melhores resultados. Afinal, cada tipo de processo tem características específicas e deve ser gerenciado de maneira específica.

Como ressaltado por De mello (2008), O mapeamento de processos é uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação que têm a intenção de ajudar a melhorar os processos existentes ou de implantar uma nova estrutura voltada para processos. A sua análise estruturada permite, ainda, o melhor entendimento dos processos atuais e eliminar ou simplificar aqueles que necessitam de mudanças.

O mapeamento do processo serve para indicar a sequência de atividades desenvolvidas dentro de um processo e deve ser feito de forma gráfica, utilizando-se a ferramenta fluxograma, para representá-lo.

Correi at al. (2002) complementa afirmando que a ferramenta de mapeamento de processo, fluxograma, auxilia o levantamento de informações auxiliares e torna a análise do processo mais precisa e próxima da realidade.

5.2. Divisão da operação em elementos:

Neste passo, a operação deve ser observada e o registro de uma descrição completa e detalhada do mesmo (mais detalhada que no mapeamento do processo). Isso acontece partindo do pressuposto de que a divisão da operação em elementos curtos e a cronometragem individual de cada um deles são partes essenciais para o estudo.

De acordo com Silva e Coimbra (apud. SOUZA, 2002), elemento é uma subdivisão de um ciclo de trabalho ou uma operação, com um início e fim bem definidos, de forma a permitir que seja descrito e medido com precisão.

Barnes (apud. SOUZA, 2012) afirma que a cronometragem de uma operação inteira como um único elemento raramente é satisfatória. Desta forma é possível identificar, detalhadamente o tempo para cada elemento e assim, verificar qual está exercendo maior impacto na operação.

Estes elementos curtos são as menores subdivisões da operação e devem ser registrados adequadamente com: Nome do elemento, descrição da sua atuação e tipo de operação. Esta etapa vai influenciar nos passos seguintes e pode comprometer a sequência do estudo e, por conseguinte, o resultado final da análise caso não seja feita corretamente.

Vale ressaltar que essas subdivisões devem ser feitas com bom senso, porque o elemento deve ser o menor possível, porém a leitura do seu tempo de operação não deve ser muito pequena para evitar a ocorrência de erros de cronometragem devida o cronoanalista não conseguir acompanhar os elementos. Para isso alguns elementos podem ser agrupados para facilitar a sua leitura.

6.3 Registros em sequência e cronometragem destes elementos

Uma vez que foram dados os passos preliminares do método - o estabelecimento do método atual de operação e o registro dos elementos - o tempo real utilizado na operação deve ser medido, o cronometrista deve ficar em tal posição que, com um simples movimento dos olhos possa observar a execução dos movimentos, o equipamento, a leitura do cronômetro e a folha de cronometragem.

Barnes (apud. SOUZA, 2012) cita dois métodos para a leitura do cronômetro, são eles leitura contínua e leitura repetitiva:

- Na leitura contínua, o observador começa a cronometragem no início do primeiro elemento e mantém o cronômetro em movimento durante o período de estudo. O observador verifica a leitura do cronômetro ao fim de cada elemento e registra essa leitura na folha de observações;
- Na leitura repetitiva, no início do primeiro elemento, o observador retorna o indicador ao zero pressionando o botão do cronômetro, ao fim do primeiro elemento, o analista lê registra a leitura e retorna o indicador ao zero novamente.

O primeiro método é indicado para a leitura de elementos que duram um espaço de tempo e o horizonte de cronometragem é curto, já o segundo método é mais indicado quando os mesmos são mais longos.

As leituras de cronometragens devem ser anotadas e registradas numa folha em branco e que fornecerão os dados para a cronoanálise. Um exemplo de desta folha de cronometragem feita na forma de planilha através do software Microsoft Excel pode ser observado na figura 1 abaixo:

Nome da Operação: _____								
Cronoanalista: _____								

		Operações						
		1	2	3	4	5	6	7
Leituras	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
TM								
RT								
TN								
DC								
TP								
QC								
TT								

Fator de Ritmo (RT), Tolerância (DC), Quantidade de peças (QC), Tempo Médio (TM), Tempo normal (TN), Tempo padrão (TP) e Tempo total (TT)
--

Figura 1: Planilha da Cronometragem

5.3. Determinação do número de ciclos a ser cronometrado

Pelo estudo de tempos ser um processo de amostragem, logo, quanto mais ciclos forem cronometrados, mais representativos serão os resultados obtidos. O número de ciclos a serem cronometrados depende também do grau de precisão desejado no estudo.

Peinado (2007) atribui uma fórmula para determinar o número de cronometragens que devem ser executadas pelo cronoanalista a partir de cronometragens iniciais:

$$N = \frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times \bar{x}}$$

Onde,

N : número de ciclos a serem cronometrados

Z : coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada

R : amplitude da amostra

Er : erro relativo da medida

d₂ : coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente

$\bar{x}$ = média dos valores das observações iniciais

5.4. Avaliação do ritmo de operação dos elementos

Souza (2012), afirma que a avaliação do ritmo ou velocidade do operador talvez seja a parte mais importante e difícil da cronoanálise, pois é determinada subjetivamente pelo cronoanalista.

O cronoanalista parte do seu conceito ideal de velocidade de operação normal do operador de atribuí uma taxa de velocidade, ou ritmo, de 100% para este conceito. Velocidades acima do normal apresentam valores superiores a 100% e velocidades abaixo do normal apresentam valores inferiores a 100%.

A variação da velocidade pode ser identificada através do nível de habilidade e esforço do operador e/ou de características do próprio equipamento, maquinário utilizado na operação.

6. Metodologia

O método de pesquisa utilizado neste trabalho é o da pesquisa-ação, caracterizado pelo total envolvimento dos pesquisadores, buscando aplicar e validar os métodos e técnicas, a partir dos interesses de pesquisa.

O presente trabalho busca demonstrar a aplicabilidade do uso da técnica cronoanálise bem como mostrar as vantagens da mesma como ferramenta no aumento da eficiência dos processos em uma bancada de manufatura flexível. Para tanto, algumas etapas foram planejadas e estruturadas para que tal objetivo fosse atingido:

1. Pesquisa Aprofundada
2. Determinação do Modelo/Método a ser aplicado
3. Ação
4. Avaliação e controle do Modelo/Método
5. Determinação de estado futuro
6. Análise dos resultados

Primeiramente, foi necessária a execução da pesquisa na literatura sobre materiais pertinentes ao estudo. Esse processo se iniciou no início do trabalho e se manteve paralelo às demais etapas dando subsídio teórico para as mesmas.

Posteriormente, com embasamento teórico suficiente, iniciou-se a determinação do método a ser aplicado, onde este foi adaptado de modelos teóricos de cronoanálise para a situação problema a ser estudada e analisada.

Com o modelo definido, este foi posto em ação. Durante o processo de aplicação do modelo, o mesmo pode necessitar de mudanças, devido a informações que não foram previstas inicialmente na fase de planejamento, como forma de *feedback* e para tanto a avaliação e controle do modelo mostra-se essencial para o bom seguimento do trabalho.

Executado a primeira cronometragem da bancada, é executado a análise do estado atual da mesma, baseada na cronoanálise, a fim de encontrar os pontos passíveis de melhoria no método atual.

A partir da análise do processo atual, inicia-se a determinação do estado futuro que contemplará os pontos de melhoria determinados anteriormente e então execução de uma nova cronoanálise para validar, ou não, o novo método. Caso o novo método não se mostrar viável e mais eficiente, reinicia-se a etapa determinação do estado futuro, agora abastecido com novas informações providas das lições aprendidas.

Por fim, depois de validado o novo método, será registrado o mesmo, e a comparação e posterior conclusão do trabalho e suas implicações serão executadas bem como apresentação de sugestões para posteriores trabalhos.

7. Resultados e Discussões

A partir do método proposto, descrevemos aqui um exemplo de aplicação em uma bancada didática de Manufatura, que é composta por um sistema com processos integrados e automatizados que proporcionam sua operação.

A Bancada em questão é um equipamento que possui uma célula industrial com função de distribuição que se relaciona com outros tipos de funções de produção automatizada tais como alimentação, identificação, separação, classificação. Isso possibilita seu estudo como uma simulação de sistemas fabris reais. Possui também tecnologia mecatrônica composta por atuadores, sensores, detectores, cilindros pneumáticos, controlador lógico programável (CLP). (ALMEIDA et al., 2012)

Os processos que constituem o sistema de Manufatura flexível da bancada estão ligados ao transporte, verificação e separação de peças cheias ou vazias. Estas peças são removidas inicialmente do “buffer” e levadas ao magazine através de um pistão pneumático, posteriormente um braço mecânico transfere essa peça do magazine para a esteira da próxima bancada. Nesta próxima bancada ocorre um processo de separação de peças vazias ou cheias, para isso passam por sensores de verificação que analisam o tipo de peça (cheia ou vazia), para então serem separadas em cada estoque. Para a melhor compreensão do processo como um todo, um fluxograma funcional é utilizado:

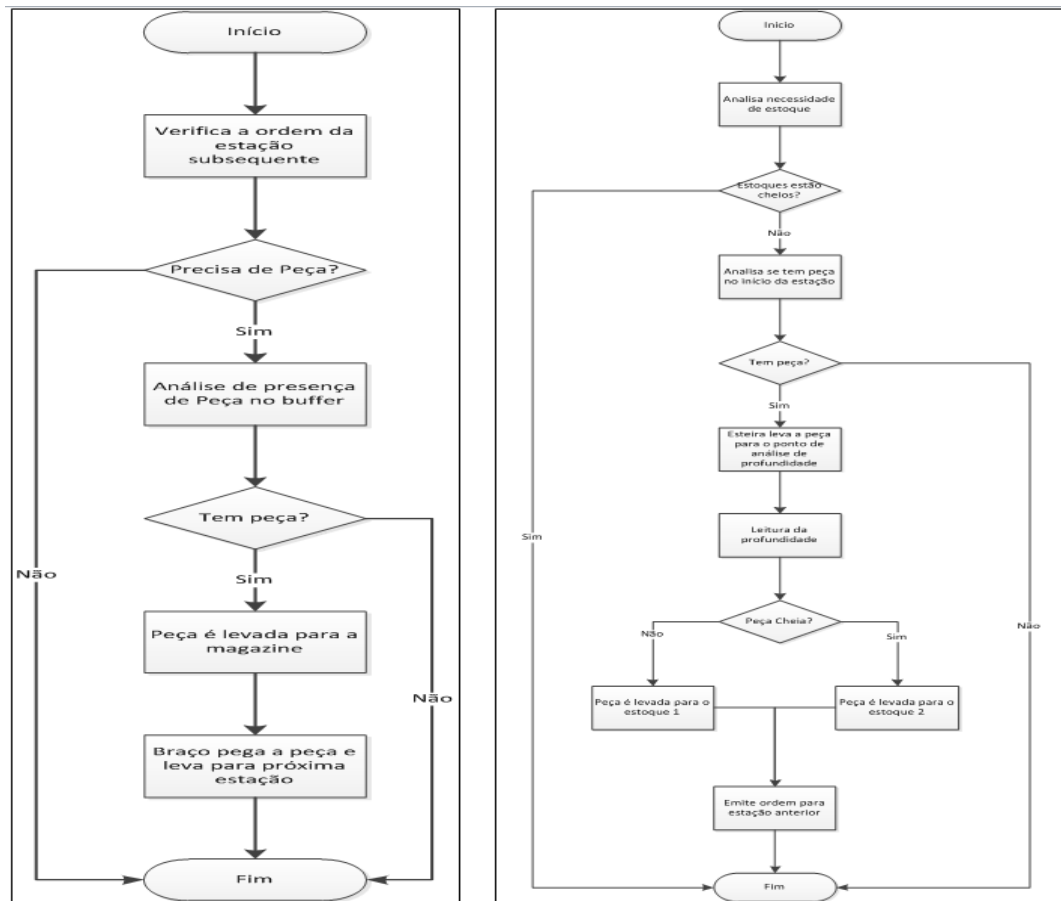


Figura 2: Fluxogramas Funcionais

Neste trabalho foi feito um estudo sobre os tempos de operação das estações de trabalho da bancada. Para isso, suas operações foram divididas sequencialmente em tarefas (menor subdivisão do processo) como descrito na Figura 3:

Sequência	Operação	Descrição	Tipo
1	Pistão empurra a peça	Na existência de peça no buffer e a ausência de peça na estação seguinte, o pistão empurra a peça para a magazine.	Transporte
2	Braço pega a peça	Braço sai da posição inicial (sob a segunda bancada) e vai para a magazine, sobre a peça, e a pega.	Transporte
3	Braço leva a peça	Braço sai da posição sobre a magazine, levando a peça para a próxima estação e a solta na esteira.	Transporte
4	Esteira leva a peça para a verificação	Esteira leva a peça para o ponto de verificação da profundidade da peça.	Transporte
5	Sensor verifica a peça (Cheia)	Sensor verifica a profundidade da peça (Cheia).	Verificação
6	Esteira leva a peça para o STQ	Esteira leva a peça para o estoque de peças cheias.	Transporte
7	Esteira leva a peça para o final da fila	Esteira leva a peça para o final da fila.	Transporte

Figura 3: Subdivisões do processo

Estas tarefas foram agrupadas em quatro elementos de operação, com o intuito de permitir leituras mais eficientes durante o processo de cronometragem, como sugerido no método abordado anteriormente. Esse agrupamento está descrito na Figura 4 abaixo:

Sequência	Operação	Descrição	Tipo	Início	Término
1	Pistão empurra a peça	Na existência de peça no buffer e na ausência de peça na estação seguinte, o pistão empurra a peça para o magazine.	Transporte	Pistão inicia o movimento (Visível)	Pistão termina o movimento (barulho associado) / Braço sai da posição inicial (Visível)
2	Braço pega a peça	Braço sai da posição inicial e vai para o magazine, onde pega a peça e a leva para a esteira.	Transporte	Pistão termina o movimento (barulho associado) / Braço sai da posição inicial (Visível)	Peça é deixada na esteira pelo braço (Barulho associado)
3	Sensor verifica a peça	Esteira leva a peça para o ponto de verificação da profundidade da peça, onde ela é verificada como cheia ou vazia (neste caso, cheia).	Transporte e verificação	Esteira inicia seu movimento e pistão de barreira é ativado (Visível)	Peça chega ao sensor de verificação (Visível)
4	Esteira leva a peça para o estoque.	Esteira leva a peça para o estoque de peças cheias.	Transporte	Pistão de barreira se retrai (Visível / barulho característico)	Peça Chega ao final da esteira (Visível)

Figura 4: Operações Agrupadas

Alguns atuadores envolvidos na Bancada como, por exemplo, o braço mecânico, o pistão e o pistão de barreira, são atuadores pneumáticos. Este tipo de atuador pode sofrer alterações de desempenho quando a pressão atuante neles é modificada. Essas alterações podem influenciar no seu tempo de ciclo, o que pode ser benéfico, ou não, a todo o processo produtivo.

A Cronoanálise realizada teve por objetivo analisar justamente esse tipo de alteração do tempo das operações com a mudança de pressão. Inicialmente foram cronometrados os tempos dos quatro processos utilizando as pressões na bancada um e bancada dois, respectivamente, de 4 bars e 3 bars.

		Operações			
		1	2	3	4
Leitura	1	1	6,28	2,63	2,21
	2	0,83	6,16	2,71	2
	3	0,93	6,07	2,67	1,87
	4	1	6,43	2,63	1,89
	5	0,72	6,31	2,56	1,9
	6	0,78	6,36	2,64	1,84
	7	1	6,34	2,48	1,83
	8	1	5,91	2,55	1,83
	9	0,72	6,32	2,52	1,85
	10	0,78	6,3	2,49	1,94
	11	0,78	6,35	2,41	1,74
	12	0,7	6,38	2,44	1,83
	13	0,83	6,18	2,54	1,88
	14	0,75	6,24	2,53	1,84
	15	1	5,71	2,5	1,88
TM		0,85	6,22	2,55	1,89
RT		1	1	1	1
TN		0,85	6,22	2,55	1,89
DC		0	0	0	0
TP		0,85	6,22	2,55	1,89
QC		1	1	1	1
TT		0,85	6,22	2,55	1,89

Figura 5 - Resultados da 1º Cronometragem

Logo após foram feitas medições do estado futuro, com as pressões de 5 bars para a bancada um e 4 bars para a bancada dois. Os Resultados das medições podem ser vistos na tabela a seguir:

		Operações			
		1	2	3	4
Leitura	1	1	5,82	2,58	1,9
	2	1	5,86	2,62	1,88
	3	1,33	5,8	2,64	1,98
	4	0,75	5,66	2,77	1,86
	5	0,78	5,77	2,61	1,91
	6	1,23	5,27	2,58	1,93
	7	0,68	5,71	2,69	1,86
	8	0,73	5,76	2,52	1,84
	9	0,72	5,74	2,35	2,17
	10	0,85	5,64	2,57	1,9
	11	1	5,43	2,56	1,86
	12	0,72	5,62	2,57	1,91
	13	0,72	5,86	2,21	2,2
	14	0,8	5,52	2,25	2,17
	15	0,93	5,37	2,51	1,7
TM		0,88	5,66	2,54	1,94
RT		1	1	1	1
TN		0,88	5,66	2,54	1,94
DC		0	0	0	0
TP		0,88	5,66	2,54	1,94
QC		1	1	1	1
TT		0,88	5,66	2,54	1,94

Figura 6 - Resultado da 2º cronometragem

Foi observado uma mudança no tempo de ciclo do processo em torno de 1 segundo com a alteração de pressão de 1 bar em cada bancada. É necessário salientar que a pressão poderia ser elevada em até 2 bars, o que seria a capacidade máxima, porém, mediante a orientações dos profissionais responsáveis pelas bancadas, a capacidade máxima poderia forçar demais o equipamento com a probabilidade de causar algum problema de funcionamento posterior.

8. Considerações Finais

A partir deste estudo foi identificada a diferença de tempo de ciclo dos processos da bancada de manufatura analisada. Dentre as quatro operações analisadas, a que obteve uma redução significativa de tempo foi a que envolve o braço mecânico, que passou a transportar as peças com mais rapidez do magazine para a esteira rolante.

É importante concluir então que, se comparado a uma simulação de situações fabris reais, a produtividade dos equipamentos pode ser influenciada através de melhorias no funcionamento dos mesmos, tornando possível a aquisição de um processo produtivo mais ágil. Uma maior capacidade produtiva é uma vantagem competitiva que toda empresa tem buscado.

Os resultados obtidos serviram para um estudo de agilidade produtiva, mas nem sempre tornar um processo mais rápido é garantir uma melhoria, é possível a ocorrência de gargalos, por exemplo, o que não seria benéfico. Logo, estudos futuros podem ser feitos a partir deste, analisando, por exemplo, as consequências desta melhoria sobre outros processos industriais.

Referências

ALMEIDA, K. F., CAMPOS, J. T. G. A. A., SILVA, R. M. MODELAGEM DE SISTEMAS DE CONTROLE DE MANUFATURA USANDO REDES DE PETRI E CONSIDERANDO A OCORRÊNCIA DE FALHAS In: Anais do XIX SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Sustentabilidade Na Cadeia De Suprimentos Bauru, SP, Brasil, 5 a 7 de novembro de 2012

FAYET, Eduardo Alves. Sistemas Logísticos Integrados: um rol de critérios para análise. Dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, 2002.

FERREIRA, João Carlos Espíndola. Sistemas Integrados de Manufatura. Apostila, GRIMA/GRUCON/UFSC, Florianópolis, 1998.

GÓMEZ, A. T.; LORENA L. A. N. MODELAGEM DE SISTEMAS DE MANUFATURA FLEXÍVEIS CONSIDERANDO RESTRIÇÕES TEMPORAIS E A CAPACIDADE DO MAGAZINE, disponível na internet no site <<http://www.lac.inpe.br/~lorena/arthur/asmf2.PDF>> acessado em junho de 2013.

Jaikumar, R. and Van Wassenhove, L.N. “A production planning framework for flexible manufacturing systems”. Journal of Manufacturing and Operations Management, (2) : 52- 79 , 1989

Kouvelis, P. “Design and planning problems in flexible manufacturing systems: A critical review”. Journal of Intelligent Manufacturing, 3 (2): 75 - 100 , 1992.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. Administração da produção. Editora Saraiva, São Paulo, 1998.

Oerlemans, A . G . “Flexible manufacturing : concepts and methods”. JORBEL – Belgian Journal of Operations Research, Statistics and Computer Science, 34 (1): 5 -22, 1994.

SANTOS, H. G., DESENVOLVIMENTO DE UM SUPERVISÓRIOMODULAR PARA UMA CÉLULA FLEXÍVEL DE MANUFATURA, Dissertação de mestrado, Florianópolis, UFSC, 2007

Stecke, K. E. “Algorithms for efficient planning and operation of a particular FMS”. The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, (1): 287 - 327, 1989.

Stecke, H. E. and Toczylowski, E. “Profit-based FMS dynamic part type selection over timemid-term production planning”. European Journal of Operational Research, (63): 54 - 65 ,1992.

WIECHETECK, R. V. B. Otimização de células flexíveis de manufatura com operações de torneamento, Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

OLIVEIRA, Cássia L. P. A. de. Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise. Trabalho conclusão de curso apresentado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção pela UNIFOR-MG. Formiga, 2009

MENEZES, Higor F. Estudo de caso sobre a implementação da cronoanálise na SILKGRAF. Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Produção. Taquaritinga, 2010.

CORREIA, Kwami S. A.; LEAL, Fabiano. ALMEIDA, Dagoberto Alves de. Mapeamento de processo: Uma abordagem para análise de processo de negócio. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Paraná. 2002.

LEAO, Álvaro G. de.; Um modelo de gerenciamento de desempenho baseado em processos. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1998.

SCARTEZINI, Luís Maurício Bessa. Análise e Melhoria de Processos. Apostila. Goiânia. 2009.

FELIPPE, Adélia D.; CUSTODIO, Maycon R.; DOLZAN, Neseli; TEIXEIRA, Edson S. M. Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. Simposio de Excelência em Gestão e tecnologia. 2012.

DE MELLO, Ana Emília N. Salomon. Aplicação do Mapeamento de Processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2008.

SOUZA, Edson L. de. Proposta e aplicação de um modelo de cronoanálise para os setores de soldagem e montagem de uma empresa de agronegócios. Trabalho Final de Curso apresentado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pela Faculdade Horizontina. Horizontina, 2012.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços. 1ª Ed. Curitiba: 2007.