

Análise de rentabilidade econômica de um sistema flexível de produção mediante o conceito do Computador Integrando a Manufatura – C.I.M.

Vander Celio Nunes^{1,3} e Ivanil Corrêa Lopes²

¹Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta - São Paulo-SP, Brasil

²UNINOVE -Universidade Nove de Julho - São Paulo, SP, Brasil

³UNISANTA –Universidade Santa Cecília –Departamento de Pós-Graduação, Santos- SP, Brasil

E-mail: igvander@ig.com.br

Received may, 2013

Resumo

Nesse estudo será analisada a viabilidade econômica segundo o aumento do rendimento da produção com a redução do custo de fabricação, utilizando uma pesquisa experimental e quantitativa com base na elaboração da documentação direta, fundamentada na obtenção de dados laboratoriais extraídos de simuladores e testes em máquinas, robôs e demais dispositivos, concomitante com a ocupação de máquina e posterior obtenção de valores percentuais de rendimento de produção oriundos de um sistema flexível de manufatura experimental e didático, disposto em células de manufatura interligadas umas as outras na forma de um sistema organizacional, o qual favorecerá a obtenção dos dados experimentais, propondo melhorias, também testadas, no intuito de obter a redução do custo de produção.

O objetivo desse estudo é demonstrar o aumento do rendimento da produção com a redução do custo de fabricação, por intermédio da otimização dos pedidos segundo as características de sua capacidade fabril integrada, focando o tamanho do lote, o controle do sistema automatizado de transporte e manipulação de peças, utilizando também as inovações e recursos da tecnologia da informação, aplicadas em um sistema flexível de manufatura.

Palavras chave: Produção, Sistema Flexível de Manufatura, Rendimento, Redução de custo.

Analysis of economic profitability of a Flexible Production System through the Concept of Computer Integrated Manufacturing - C.I.M.

Abstract

This study will analyze the economic viability with increasing production efficiency by reducing the cost of manufacturing, using an experimental research and quantitative basis in preparing the documentation directly, based on obtaining data extracted from laboratory tests on machines and simulators, robots and other devices, concurrent with the occupation machine and subsequently obtain percentage values of production yield from a flexible manufacturing system and experimental teaching, arranged in manufacturing cells linked to each other in the form of an organizational system, which will facilitate obtaining the experimental data, proposing improvements also tested in order to obtain a reduction in the production cost.

The aim of this study is to demonstrate the increased efficiency of production by reducing the manufacturing cost through the optimization of applications according to the characteristics of its integrated manufacturing capacity, focusing on the lot size, the control automated shipping and handling parts, also using the innovations and capabilities of information technology, applied in a flexible manufacturing system.

Keywords: Production, Flexible Manufacturing System, Efficiency, Cost Reduction.

1. Introdução

A otimização do tempo dos pedidos de um produto ou serviço favorece a sustentabilidade da empresa de acordo com os tamanhos dos lotes diferenciados, com a flexibilidade de produtos e processos ofertados com gerenciamento simultâneo da produção, mas com atendimento ao mercado de forma específica, personalizada e rápida. Essa especificidade da produção tem como fundamento a adequação da produção em função da sazonalidade do mercado e suas demandas, de modo que a mudança de seus processos e sistemas de integração robotizados seja feita rapidamente e sem intervenções graves que exijam paradas de toda a produção, o que levaria a perda irreparável de lucros e rentabilidade.

Diante de um sistema flexível de manufatura e seu simulador de produção será possível obter dados, analisar o leiaute e monitorar as variáveis de produção que terão como resultado o melhor rendimento de produção e, conseqüentemente, redução de custos. Com base nessas informações, será possível criar uma planta de fábrica virtual e obter os dados como: carga de máquina, isto é, ocupação de máquina de beneficiamento de matéria prima, mediante os lotes e pedidos solicitados, com a análise dos tempos de produção em função da disponibilidade da máquina, análise do percurso do sistema de transporte com foco na rapidez ao deslocamento de matéria prima até a entrega do produto pronto ao estoque automatizado. Para tanto foi necessária a integração por meios físicos (cabearamento e redes de comunicação segundo os níveis de informação e leiaute) e lógicos (programas de computadores com a função de controlar e acionar os dispositivos automatizados como os manipuladores robóticos), manipulação de carga e descarga de matéria prima e produto com auxílio dos manipuladores robóticos e seus recursos como sua repetibilidade e precisão nos movimentos programáveis, planejados segundo as máquinas interligadas, aos diferentes perfis de peças, planejamento e produção com auxílio de um programa de computador que supervisionará as ações e sincronismos nas tarefas e execução dos pedidos solicitados com base conceitual e técnica na teoria do Planejador dos Recursos da Manufatura (MRP), viabilizado para a ação real mediante o

uso de bancos de dados de atualização constante e sequenciada segundo a execução da produção.

O monitoramento de algumas variáveis, possibilitam o dimensionamento de uma célula de manufatura automatizada, que devem ser citados para que esse estudo fique claro e devidamente posicionado diante da complexidade da empresa automatizada e definir os parâmetros avaliativos que ajudarão na análise de produção e melhoria para a redução de custos segundo os cálculos que serão formulados e tabelados na seqüência dessa análise concomitante às mudanças e conclusões obtidas no intuito do alcance do objetivo.

Devido à interligação, interna e externamente, do chão de fábrica à gestão administrativa e estratégica da empresa, pode-se detectar o baixo rendimento da produção e, por conseqüência, o aumento do custo que causará a perda do lucro na venda do produto.

Para que essa melhoria se torne efetiva e viável, faz-se uso das inovações tecnológicas e a tecnologia da informação para alcançar esse objetivo. O intuito é analisar a junção entre o chão de fábrica (produção direta) com outros setores da empresa tais como compras, vendas, estoque, projetos, marketing, recursos humanos, entre outros, evidenciando a integração de processos e tecnologias que promovem a flexibilidade com rapidez no atendimento a demanda de produtos de forma contínua ou sazonal.

O uso dessa tecnologia pode melhorar o aproveitamento de máquinas e processos internos a empresa, onde poderão ser atestados e exemplificados por um simulador de produção baseado em sistema flexível de manufatura real de pequeno porte.

O uso desse simulador já está demonstrando que os softwares de simulação e supervisão de produção, integrado aos setores de compra, venda, projetos, marketing, logística e outros, pode prover esse artigo com dados e informações que comprovem, inicialmente, que a produção em sistemas flexíveis de manufatura tem um volume de produção mediano rentável, não com grandes quantidades de peças e, também, não rentável, com pequenas quantidades. Posteriormente, com a alteração do sistema de transporte de peças (esteira transportadora e robôs manipuladores, ambos automatizados) será possível simular a otimização do software e equipamentos, bem

como, verificar o aumento do rendimento da produção e redução de custos com ampliação da capacidade de produção diária.

Com vistas à necessidade de atender a demanda do mercado e manter a sustentabilidade da empresa, os empresários optam por sistemas integrados de manufatura e de gestão total da empresa, mas não têm a noção ou dados reais para tomar uma decisão segura para essa escolha.

Com esse estudo será possível obter informações em relação as inovações tecnológicas, otimizações de processos e em qual demanda do mercado melhor se aplica quanto a necessidade de atender de forma rápida, flexível e com o mínimo de intervenções e paradas na produção sem causar prejuízos a saúde empresarial.

2. Revisão da literatura

2.1 História do tema

A gestão da empresa na busca da obtenção da sustentabilidade no mercado e de atender as constantes demandas de uma população crescente, com suas necessidades de quantidade e qualidade de produtos, impulsionou o desenvolvimento tecnológico e fabril até os dias atuais com atenção em inovações e desenvolvimento de novos processos de gestão e de produção.

Com o decorrer dos anos a tecnologia foi se tornando de custo amortizável e, portanto, acessível a maioria das empresas onde propicia o atendimento ao cliente de forma rápida e concisa, obtendo a redução dos períodos improdutivos de máquinas e dispositivos, onde conseguiram se manter no mercado e consequentemente obtiveram a melhoria contínua de seus processos fabris, administrativos e gestão de pessoal interligando desde a compra de matéria prima, junto aos fornecedores e concomitante aos setores da empresa como marketing, projetos, recursos humanos, gerência até o contato direto com o cliente via rede mundial de computadores, o que favorece o atendimento personalizado e o contato imediato com o fornecedor e seus colaboradores que por sua vez aumentaram seu rendimento e conhecimento profissional, alavancado pelo uso planejado da tecnologia da informação e gestão de processos.

A evolução desses processos e tecnologias ocorreu segundo as necessidades de mercado que sinalizaram a crescente demanda de processos rápidos, concisos e flexíveis com o intuito de atender a grande variação de produtos e suas correspondentes complexidades de produção, que proporcionou o início da automação mecânica controlada e auxiliada pela eletrônica. Essa junção favoreceu a criação de células de manufatura com diferentes características e leiautes para atender as diversidades de produção segundo o planejamento estratégico

de cada empresa correspondente a demanda do mercado relacionado ao setor que está suprindo ou pretende atingir.

Para maior esclarecimento dessa evolução segue um breve relato sobre os tipos de células de manufatura e as principais características de um sistema flexível de manufatura.

A Célula Flexível de Manufatura consiste em uma máquina CNC e um robô, integrados no mesmo sistema e, desta maneira as operações de carga e descarga do produto são feitas automaticamente.

O Sistema Flexível de Manufatura é um conjunto de Células Flexíveis de Manufatura integradas, no intuito de aperfeiçoar a automação, neste caso, envolve um sistema de transporte de uma célula para outra ou para o armazém de forma automatizada. A evolução desse sistema culminou na manufatura integrada por computador.

A Manufatura Integrada por Computador é um sistema de gerenciamento total. Além dos processos produtivos, os processos não produtivos, como projetos, suprimentos, são integrados e gerenciados por uma rede controlada por computador.

As principais características de um Sistema Flexível de Manufatura são:

- Redução da ação do homem;
- aumento do uso do equipamento;
- minimiza atrasos e interrupções provocadas pelos operadores;
- eliminação de erros de digitação e excesso de papeis;
- maior grau de eficiência e flexibilidade e
- redução de perdas de material.

Mas a automação não traz somente vantagens, mas também alguns reveses como:

- A automação não pode compensar um mau gerenciamento;
- Pode não ser economicamente viável automatizar algumas operações;
- Deve-se reconhecer os riscos de automatizar;
- É preciso reservar tempo para a implementação de projetos de automação;
- Não tente automatizar tudo de uma vez;

- Tenha um plano de trabalho;
- Pessoas são a chave para tornar bem sucedido os projetos de automação.

O Dimensionamento da Célula de Manufatura se refere às informações relativas à peça ou produto a ser beneficiado, esses dados são muito importantes para a melhoria da produção com a ação direta na redução do tempo de produção e consequente redução do custo de produção. Alguns pontos a serem considerados são: tipos de peça e seus perfis e especificidades geométricas, quantidade a ser produzida, tamanho do lote, superfície de usinagem, precisão, tipo de material, processos de produção (usinagem) atualizados e tempo de produção: horas disponíveis por dia e ou mês das máquinas ou do sistema integrado de produção.

Outras informações relevantes dizem respeito ao objetivo do sistema, área do mercado a atender e atuar, nível de responsabilidade entre fabricante e usuário, nível de investimento, desenvolvimento gradual do sistema observando o risco de automatizar tudo de uma única vez, condições gerais da fábrica (predial, elétrica, pneumática, hidráulica, escoamento e transporte de insumos e produtos, etc.).

No processo de Construção e Dimensionamento da Célula de Manufatura após obtidas as informações necessárias, começa o processo de construção do sistema. Não se trata de um processo isolado, deve existir comunicação constante entre o usuário e o fabricante do sistema para se assegurar que o objetivo total não será perdido de vista.

O estudo do tempo utilizado em cada operação de produção automática, inclusive o tempo gasto em transporte, preparação do ferramental e dispositivos de fixação para o beneficiamento do produto final são os passos mais importantes na construção do sistema flexível de manufatura. Analisando o processo de usinagem, o ferramental e os dispositivos de fixação para as peças foram desenvolvidos durante anos de tentativas e erros e, quando se está construindo um sistema, a intenção é melhorar o processo de produção e promover a interligação de máquinas no intuito de favorecer a automação aproveitando o conhecimento tecnológico já desenvolvido e aplicado. Perante essa análise é possível determinar o tempo esperado por peça e, conseqüentemente, a produção total, auxiliando também na determinação dos opcionais da máquina que serão selecionados em passos futuros.

A seleção das máquinas deve ter alta rigidez estrutural, operacional, precisão e ainda ser capaz de operar a alta velocidade (20000 e 25000 rotações por minuto e velocidade de corte 3000 e 5000 mm/min.).

Questões como gerenciamento de ferramentas, de peças, de programas, e de cavacos são características

desejáveis para a máquina. É necessário considerar também se todas as máquinas são iguais, se não forem, existe o problema de compatibilidade para a transferência de peças. Opcionais requeridos para a fabricação devem ser selecionados para a máquina mediante o comando e o controle de seus dispositivos acionáveis automaticamente.

Com a determinação do nível de automação correspondente à incidência da intervenção humana em seus procedimentos em conjunto com a seleção das máquinas, inicia-se o processo de integração e determinação de qual é o grau de automação requerido. O nível de automação está relacionado com os tipos de hardware e software no sistema, que tipos de funções serão comandadas pelo homem e que tipos de funções serão comandadas pelos computadores do sistema.

O modo de carga e descarga da matéria prima para a máquina de usinagem deve ser determinado de forma que seja feito o carregamento manual ou executado por um robô. Isso depende do tamanho da peça, do nível de automação e a precisão do trabalho a ser mantida.

O gerenciamento de detritos e fluidos refrigerante para a usinagem em uma máquina automática deve receber a devida atenção, pois o seu manuseio pode significar o sucesso ou a falha de toda a instalação.

Os equipamentos acoplados como periféricos consiste em:

- Medição: determinar se a medição deve ser feita num local central do sistema ou com sensores em máquinas individuais;
- estação de lavagem: se as peças são enviadas diretamente para uma área de armazenagem pode ser necessário uma estação de lavagem no sistema;
- rebarbação: pode ser executada na máquina por métodos de usinagem ou, se não for possível, deve-se prever uma estação separada;
- montagem na linha: algumas peças podem requerer montagem na linha antes da próxima usinagem;
- outro: pode haver alguma operação adicional que deve ser feita de acordo com os requisitos da peça ou necessidade do cliente. Por exemplo, tratamento térmico antes da usinagem final ou da lavagem.

Informações Complementares, como fazer um leiaute do sistema mostrando todas as dimensões, espaço

disponível, condição do piso, localização de colunas, pontos de ar comprimido e energia. A cotação é quando as especificações forem definidas e os valores em dinheiro devem ser atribuídos aos elementos individuais do sistema. Na apresentação, a totalidade deste processo de construção pode demorar de seis meses a um ano dependendo da complexidade e implantação do sistema.

2.2. Referencial teórico

Com a decisão pela utilização de sistemas integrados pelas empresas espera-se obter diversos benefícios, principalmente a integração do sistema, que permite o controle da empresa como um todo, a atualização tecnológica, a redução de custos de informática e a disponibilização de informação de qualidade em tempo real para a tomada de decisões sobre toda a cadeia produtiva.

Lozinsky (1996) cita a redução dos custos e do quadro funcional da área de TI, a disponibilização de informações em tempo real, a redução de mão-de-obra decorrente da simplificação de processos fabris, administrativos e geração de relatórios gerenciais, a eliminação de duplicidade de esforços, a disponibilização de indicadores que permitam avaliar o real desempenho do negócio e a atualização tecnológica.

Bancroft (1998) cita a integração dos diferentes setores, a ampla cobertura funcional que permite a utilização de um único sistema para a empresa como um todo, e a disponibilização de “melhores práticas” para redesenho dos processos da empresa. Os autores também apresentam como benefícios a melhor qualidade na informação fornecida pelo sistema, através da utilização de um único banco de dados corporativo.

Davenport (1988) cita a integração da informação através de toda a empresa, a padronização de procedimentos e a eliminação de inconsistências entre diversos sistemas. Segundo o autor, “a fim de se compreender a atração dos sistemas empresariais, é necessário primeiro entender qual problema eles se destinam a resolver: a fragmentação da informação em grandes empresas”. Através da utilização de um único sistema integrado é possível para as grandes organizações reduzir custos de manutenção de inúmeros sistemas dispersos e obsoletos e eliminar custos de transferência das informações de um sistema para o outro. Mas os principais ganhos, segundo o autor, são obtidos através da redução dos custos indiretos, relacionados à falta de coordenação entre as diversas atividades da empresa, tais como vendas, produção e suprimentos. A falta de coordenação pode, entre outras coisas, acarretar problemas na resposta às necessidades dos clientes e envolver a utilização de relatórios inconsistentes. O autor complementa afirmando que “um sistema empresarial torna mais eficiente o fluxo de informações de uma empresa e disponibiliza à direção da referida empresa, acesso direto a uma ampla gama de 51 informações operacionais em tempo real. Em muitas

empresas estes benefícios transformam-se em ganhos dramáticos de produtividade e velocidade”.

Hecht (1997) afirma que a padronização da interface de acesso ao sistema em toda a empresa leva à redução de custos de treinamento e, que o fato de que toda a operação da empresa deva estar consolidada em apenas um sistema, leva à redução de custos de operação tais como o controle de desempenho.

A melhoria do desempenho dos processos de negócio, o suporte a processos da cadeia de fornecimento, o suporte a empresas globalizadas, a utilização dos sistemas integrados de manufatura (MRP-ERP-CIM), como infraestrutura tecnológica, a redução do tempo do ciclo pedido, produção e entrega, a redução do nível de estoques e o aumento da produtividade possibilitarão a sustentabilidade da empresa junto ao mercado competitivo.

3. Metodologia

Segundo Lakatos e Marconi (1992, p.157), a pesquisa “é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”.

O objetivo da pesquisa tem como cerne a pesquisa explicativa que tem como preocupação central buscar os fatores que contribuem para a ocorrência da perda de rendimento e desvantagem, promovidas pelo volume ou tamanho do lote de peças vendidas e processadas ao longo de todos os setores da empresa.

O intuito é aproximar a realidade da empresa a da pesquisa realizada, no âmbito da tecnologia de integração e logística interna, para a melhoria dos processos de produção, culminando no aprofundamento do conhecimento da realidade e, por consequência, favorecer o provimento de mais informações para a tomada de decisões estratégicas mais confiáveis e factíveis. Pode-se dizer que o conhecimento científico está assentado nos resultados oferecidos pelos estudos explicativos.

O método utilizado foi o de pesquisa quantitativa, que oferece informações de natureza mais objetiva e aparente. Seus resultados podem refletir as ocorrências do mercado como um todo ou de seus segmentos, de acordo com o pedido efetuado pelo setor de vendas, confirmado e garantido pelo setor de estoque e logística, com apoio do setor de compras.

Na pesquisa quantitativa, a fim de buscar o objetivo de aumentar o rendimento de produção com flexibilidade de peças e processos, os experimentos simulados de execução de produção com simulador atestam se os resultados obtidos são significativos ou mero frutos do acaso. Como o nome já diz, o método quantitativo é útil para o dimensionamento de mercados, levantamento de prefe-

rências por produtos e serviços de parcelas da população e, no caso da pesquisa indicar o nível de lote, com variações de peças, que mais favorece a produção integrada com possibilidades de melhorias em otimização de softwares de gestão e transporte com manipulação de peças.

O nível de pesquisa aplicado para melhor delinear o nível de progresso decorrente da pesquisa, assim como do uso de conhecimentos que já estão a disposição, da utilização dos mesmos e da constituição desse conhecimento inovador, foi a pesquisa experimental que tem como premissa, de modo geral, o experimento, que melhor representa o exemplo de pesquisa científica. Essencialmente, a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no sistema flexível de manufatura.

O levantamento dos dados busca a informação diretamente com o grupo de interesse a respeito dos dados que se deseja obter e, mediante análise quantitativa, propiciam as conclusões correspondentes aos dados coletados. Para tanto, com base na elaboração da documentação direta, fundamentada em análise e obtenção de dados laboratoriais extraídos de simuladores e testes em máquinas, robôs e demais dispositivos, concomitante com a observação da melhor ocupação de máquinas interligadas e posterior obtenção de valores percentuais de rendimento de produção oriundos de um sistema flexível de manufatura experimental e didático, disposto em células de manufatura interligadas, umas as outras, na forma de um sistema organizacional, que favorecerá a obtenção dos dados experimentais e propor melhorias em toda a empresa com a otimização dos recursos tecnológicos e seus processos.

4. Resultados

Com a observação dos dados extraídos do simulador de produção para sistemas flexíveis de manufatura foi possível perceber que os sistemas integrados de produção possuem maior rentabilidade em lotes medianos, isto é, lotes ou pedidos que não possuam grandes quantidades de peças em sua totalidade.

Durante a produção de duas peças distintas, em máquinas automatizadas diferentes, mas com ação simultânea de toda a empresa tanto na parte fabril e como de gestão, verifica-se que produtos que necessitam de onze minutos para serem finalizados e produzidos com outro produto simultaneamente ao longo do processo, sendo que este necessita de quinze minutos para ser manufaturado, com o pedido de seis unidades do primeiro e três do segundo, proporcionou um rendimento de produção de 73,01%.

Com o acréscimo de três unidades no pedido com relação à segunda peça, o pedido fica configurado com seis unidades da peça de onze minutos e seis unidades da peça de quinze minutos propiciando um rendimento de 75% para o sistema flexível de manufatura e, portanto, melhor aproveitamento de toda a estrutura da empresa e de todo os seus processos, demonstrando que aumentando a quantidade de peças, isto é, mantendo a máquina em produção efetiva proporciona a diluição e amortização dos custos de produção segundo o número de unidades produzidas e, por consequência, a redução dos custos de produção que traz à empresa maior lucratividade, pois o valor do produto no mercado não muda, mas, os custos de produção baixam e, portanto, permitem o aumento do poder de investimento em novos processos, novas tecnologias e melhoria contínua em todos os setores da empresa. Mas deve ser dada a devida atenção ao excesso de peças a serem produzidas, pois o sistema de produção está dimensionado para atender as exigências do mercado moderno quanto à flexibilidade de peças com atendimento rápido em quantidades medianas de produção, de forma diferente, um lote grande inviabilizaria a correta funcionalidade do sistema ou o desbalanceamento de todas as células de produção, isto é, uma máquina com muitas peças e a outra com poucas, que acarretaria no baixo rendimento de uma máquina que influenciaria no rendimento total do sistema de produção. Já um volume grande de peças para ambas as máquinas em questão possibilita o travamento do processamento e controle simultâneo do processo e, sobrecarrega o sistema de transporte, de manipulação robótica e o armazenamento local temporário, próximo a máquina e com rastreabilidade informatizada, reduzindo assim o rendimento de toda a produção e impossibilitando a absorção e execução de novos pedidos solicitados pela *internet (e-commerce)* e pelo setor de vendas.

Em um pedido que demanda uma grande quantidade de peças, setenta e duas unidades para o sistema analisado, o rendimento foi de 72,47%, com o tempo de produção de dez horas e quarenta e oito minutos a um custo de R\$98,40, enquanto outro lote, cujo pedido foi de doze peças, o seu rendimento foi de 75,88%, com o tempo de produção de duas horas e trinta e seis minutos com custo de produção de R\$23,80.

Sendo o custo calculado em função dos valores simulados no software de virtualização de produção flexível, fornecidos de forma fictícia os nomes e valores declarados e informados no banco de dados, com os nomes de EIXO, no valor de R\$ 3,00 e, BASE, no valor de R\$ 5,00, cada unidade de produção.

Os dados obtidos pela simulação de pedidos estão tabelados a seguir.

Na tabela 1 estão expostos os dados correlatos à célula flexível de manufatura de torneamento:

TORNO				
DADOS				
ID_PEÇA	QTD. UM.	TEMP. USINAGEM	CUSTO UNIDADE	EFICIÊNCIA
EIXO01	6	00:11:00	R\$ 8,00	73%
EIXO01	6	00:11:00	R\$ 8,80	63,46%
EIXO01	6	00:11:00	R\$ 8,80	64,20%
EIXO03	12	00:11:00	R\$ 17,60	78,38%
EIXO02	36	00:08:00	R\$ 38,40	64,42%
EIXO03	18	00:16:00	R\$ 38,40	60,72%
EIXO02	18	00:08:00	R\$ 19,20	44,31%
CONCLUSÃO EIXO01	25	00:11:00	R\$ 36,67	85,95%
EIXO03_OTIM_ESTEIRA	18	00:16:00	R\$ 38,40	76,94%

Tabela 1: Dados de produção obtidos após a execução dos pedidos da célula de manufatura onde o processo é o torneamento de peças cilíndricas.

Fonte, gerado pelo simulador de produção do sistema flexível de manufatura e estruturado pelo autor.

Na tabela 2 estão os dados correlatos à célula flexível de manufatura de fresamento. E na tabela 3 os Dados correlatos ao sistema flexível de manufatura (S.F.M.), que consideram as células flexíveis de manufatura de

torneamento e fresamento, inclusive sistema automatizado de transporte de peças e a troca de informações entre os setores da empresa envolvendo a tecnologia da informação.

FRESADORA				
PEÇA				
ID_PEÇA	QTD. UN.	TEMP. USINAGEM	CUSTO UNIDADE	EFICIÊNCIA
BASE01	3	0:15:00	R\$ 11,00	73,01%
BASE01	6	0:15:00	R\$ 15,00	86,54%
BASE02	6	0:22:00	R\$ 15,00	87,55%
BASE02	3	0:22:00	R\$ 11,00	39,19%
BASE03	36	0:10:00	R\$ 60,00	80,52%
BASE04	36	0:08:00	R\$ 48,78	99,78%
BASE05	18	0:16:00	R\$ 48,00	88,62%
BASE04_CON	45	0:08:00	Não fornecido	77,35%
BASE04_OTIM_FIM	36	0:08:00	R\$ 60,00	76,94%

Tabela 2: Dados de produção obtidos após a execução dos pedidos da célula de manufatura onde o processo é o fresamento de peças prismáticas.

Fonte, gerado pelo simulador de produção do sistema flexível de manufatura e estruturado pelo autor.

Com os dados obtidos, foi possível elaborar gráficos que facilitam a melhor compreensão das ações to-

mas segundo as variações efetuadas e simuladas no Sistema Flexível de Manufatura.

SFM			
PEDIDOS OU LOTES			
ID_SFM	RENDIMENTO	TEMP. PROCESSO	CUSTO_TOTAL
SFM01	73,01%	2:12:00	R\$ 19,80
SFM02	75,00%	2:36:00	R\$ 23,80
SFM03	75,88%	2:36:00	R\$ 23,80
SFM04	58,79%	3:18:00	R\$ 28,60
SFM05	72,47%	10:48:00	R\$ 98,40
SFM06	50,25%	9:40:41	R\$ 87,18
SFM07	66,46%	7:12:00	R\$ 67,20
SFM_CON	81,65%	12:40:00	Não fornecido
SFM_OTIM_FIM	76,94%	9:36:00	Não fornecido

Tabela 3: Dados de produção obtidos após a execução dos pedidos da célula de manufatura onde o processo é o fresamento de peças prismáticas.

Fonte, gerado pelo simulador de produção do sistema flexível de manufatura e estruturado pelo autor.

O Gráfico 1 demonstra as variações obtidas segundo o tamanho do lote produzido e por consequência seu rendimento obtido.

O Gráfico 2 representa as variações obtidas segundo o custo de produção gerado e por consequência seu rendimento obtido. Gráfico 3 demonstra as variações obtidas com a observância ao tempo de produção total do lote e por consequência seu rendimento obtido:

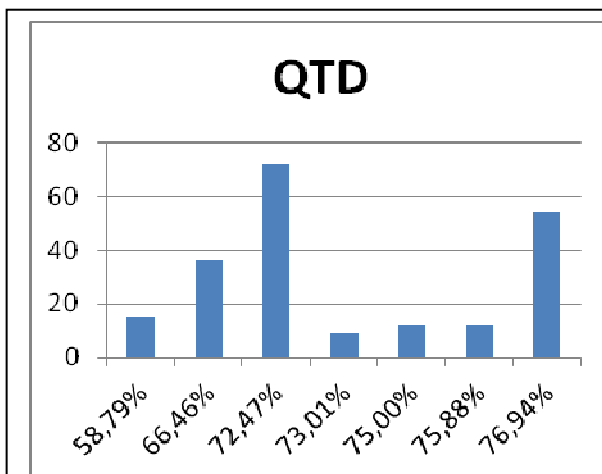


Gráfico 1: Representa o rendimento obtido relacionado ao número de peças solicitadas à empresa de acordo com o pedido que foi executado no sistema flexível de manufatura.

Fonte, gerado pelo simulador de produção do sistema flexível de manufatura e estruturado pelo autor.

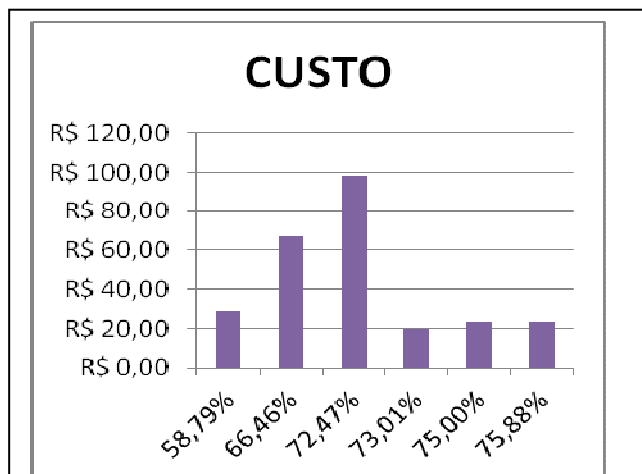


Gráfico 2: Representa o rendimento obtido relacionado ao custo de produção total das peças solicitadas à empresa de acordo com o pedido que foi executado no sistema flexível de manufatura.

Fonte, gerado pelo simulador de produção do sistema flexível de manufatura e estruturado pelo autor.

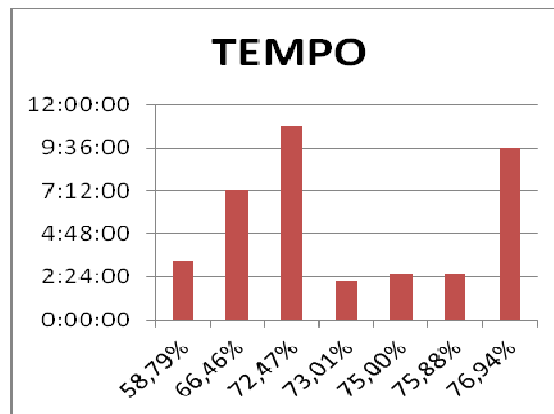


Gráfico 3: Representa o rendimento obtido relacionado ao tempo de produção total, em horas, minutos e segundos, das peças solicitadas à empresa de acordo com o pedido que foi executado no sistema flexível de manufatura.
Fonte, gerado pelo simulador de produção do sistema flexível de manufatura e estruturado pelo autor.

5. Considerações finais

Com a redução do tempo de processamento dos dados para com o sistema de transporte e manipulação robótica de peças, representado pela redução da esteira no software de simulação, gerou uma melhoria no processo, quanto o seu rendimento, que corresponde a 76,94%, com o lote de 54 peças. Essa análise demonstra que com a implementação de novas tecnologias de redes de comunicação, novos computadores e softwares operacionais e de controle com integração de hardwares distintos, torna possível facilitar a integração de toda a empresa, em todos os setores que envolvem a gestão, planejamento e execução, o todo empresarial, sendo assim

mais fácil eliminar os tempos mortos de produção e, por consequência, melhorar o rendimento de toda a produção em sistemas integrados de manufatura.

Os mesmos podem atender demandas distintas, quanto ao tempo de produção e lote, culminando em uma empresa que pode atender diversos clientes e seus respectivos lotes com rapidez e lucratividade, garantindo a sustentabilidade de toda a empresa com economia de recursos financeiros com energia elétrica, manutenção de máquinas paradas e inicializações de máquinas ou processos (startup) durante a produção em execução do pedido.

O Gráfico 4 está ordenado por peças em relação ao rendimento obtido respectivamente.

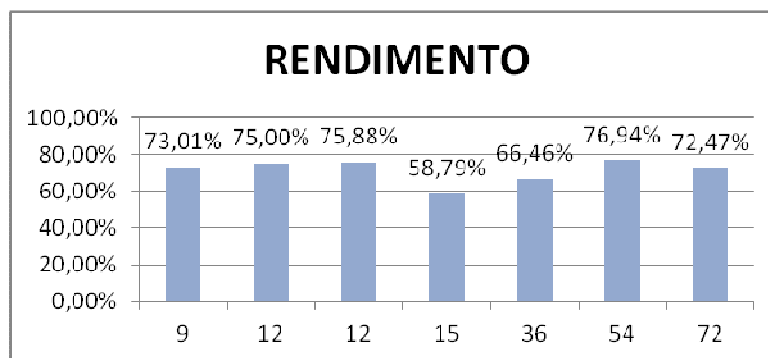


Gráfico 4: Representa o rendimento obtido relacionado ao número de peças solicitadas à empresa de acordo com o pedido que foi executado no sistema flexível de manufatura e orientado pelo tamanho do lote em ordem crescente .

Fonte, gerado pelo simulador de produção do sistema flexível de manufatura e estruturado pelo autor.

6. Referências

- BANCROFT, N.H., SEIP, H., SPRENGEL, A. **Implementing SAP R13: How to introduce a large system into a large organization.** (2 ed). Greenwich:Manning. 1998.
- BIEKERT, R.. **CIM Technology: Fundamentals and Applications**, South Holland : The Goodheart – Willcox Company Inc., 1993.
- DAVENPORT, T. H. Short, E.. **Putting the enterprise into the enterprise system.** Harvard Business Review, Boston, v. 76, p. 121-131, July/Aug. 1998.
- Davenport, T. H., & Short, J. E. (2003). **Information technology and business process redesign.** *Operations management: critical perspectives on business and management, 1*, 1-27.
- HECGT, B. (1997). **Choose the right ERP software.** Datamation, Mar, 97.
- KIEF, H. B.; Waters, T. F... **Computer Numerical Control: A CNC Reference Guide**, Lake Forest : McGraw-Hill, 1992.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.. **Metodologia Científica: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teorias, hipóteses e variáveis.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1992.
- LOZINSKY, S.. **Enterprise-Wide Software Solutions: Integration Strategies and Practices;** (1996, p. 31 e p. 32).
- SCOPEL, L. M. M.. **Automação Industrial: Uma abordagem técnica e econômica**, Caxias do Sul: EDUCS, 1995.
- SENAI-SP, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Escola e Faculdade SENAI “Anchieta”, **Apostilas de laboratório de Automação Industrial** (2001 – 2013).
- SILVA, S. R. **Sistemas de informação para a gestão de tributos: um estudo de múltiplos casos de empresas que usam o ERP-** 2007 - São Paulo, 141 f. Dissertação (mestrado) - Mestrado em Ciências Contábeis – Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado - FECAP.
- SOUZA, C. A.. **Sistemas integrados de gestão empresarial: estudos de caso de implementação de sistemas ERP** - Dissertação – Mestrado - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - Departamento de Administração-UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO -.São Paulo : FEA/USP, 2000. 253 p..