

**ALOCAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA NO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO DE BENS
DE CAPITAL SOB ENCOMENDA: UM ESTUDO DE CASO**

**ALLOCATION OF WORKFORCE IN THE PLANNING OF PRODUCTION OF
PROPERTY CAPITAL UNDER CUSTOM: A CASE STUDY**

**ASIGNACION DE MANO DE OBRA EN LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN
DE BIENES DE CAPITAL DEL BAJO ENCOMIENDA: UN ESTUDIO DE CASO**

MARCOS FABRÍCIO PEDRO ¹
CELSON FERNANDES JOAQUIM JUNIOR²
GILSON EDUARDO TARRENTO³

Recebido em setembro de 2011. Aprovado em dezembro de 2011.

¹ Graduado em Tecnologia em Logística e Transporte pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. E-mail: marcos.pedro@fatec.sp.gov.br

² Professor Pleno da Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Graduado em Engenharia Mecânica pela UNESP, Mestre em Engenharia Industrial pela UNESP e Doutor em Engenharia Química pela UNICAMP. Av.: José Ítalo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel: (14) 3814-3004. E-mail: cjunior@fatecbt.edu.br.

³ Professor Assistente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu e da Faculdade Sudoeste Paulista. Graduado em Tecnologia de Gerência de Produção pela Unesp, Mestre em Engenharia de Produção pela Unesp, MBA em Gestão Empresarial pela FGV. Pós-Graduando em Didática do Ensino Superior. Av.: José Ítalo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel: (14) 3814-3004. E-mail: gilson@fatecbt.edu.br.

ALOCAÇÃO DE MÃO DE OBRA NO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO DE BENS DE CAPITAL SOB ENCOMENDA: UM ESTUDO DE CASO.

RESUMO

A produção de bens de capital sob encomenda caracteriza-se pela oscilação frequente e sazonal das quantidades produzidas, dificultando o planejamento da produção, assim como a alocação da mão-de-obra. Na área da indústria aeronáutica, na qual o emprego de mão-de-obra caracteriza-se pela alta necessidade de treinamento e especialização, o problema torna-se ainda mais grave, já que a oscilação na demanda produtiva gera, com frequência, ociosidade, cuja minimização, por meio de redução de efetivo é, via de regra, não recomendável, dada a dificuldade de reposição de profissionais em momentos de aumentos da demanda. Através de pesquisa de campo junto à área de planejamento de empresa do ramo aeronáutico, envolvendo fatores como o desbalanceamento entre células de montagem, o tempo de ciclo de produção interna e externa, a quantidade de mão-de-obra disponível, a capacidade produtiva e a demanda do mercado, verificou-se a possibilidade de realocar a mão-de-obra para um melhor aproveitamento da capacidade produtiva. O estudo do emprego e da realocação da mão-de-obra produtiva no setor de montagens estruturais teve como premissa a verticalização da produção de peças e componentes terceirizados. Identificou-se que a maior parte dos itens terceirizados acarreta atrasos na linha de fabricação. Concluiu-se que a utilização de mão-de-obra ociosa e a utilização de mão-de-obra decorrente de desbalanceamento produtivo permitem a verticalização da produção com vantagens para a capacidade produtiva.

PALAVRAS-CHAVE: Flexibilização. Planejamento. Realocação. Verticalização.

ALLOCATION OF WORKFORCE IN THE PLANNING OF PRODUCTION OF PROPERTY CAPITAL UNDER CUSTOM: A CASE STUDY.

ABSTRACT

The production of property capital under custom characterized by frequent oscillation and seasonal of the produced amounts, making it difficult the planning of the production, as well as the allocation of workforce. In the area of industry aeronautics, in which the employment of workforce is characterized by high need training and specialization, the problem becomes even more serious, since the fluctuation in demand generates productive, frequently, idleness, whose minimization, through reduction of workforce is, usually not recommended, given the difficulty of replacement of professionals in times of increased demand. Through field research in the planning area of industry aeronautics, involving factors such as the imbalance between assembly cells, cycle time of internal and external production, the amount of workforce available, productive capacity and market demand, there was the possibility of reallocating the workforce for a better utilization of production capacity. The study of employment and relocation of workforce in the productive sector of structural assemblies was premised on the vertical integration of production parts and components outsourced. It was identified that most of the outsourced parts leads to delays in the manufacturing line. It was concluded that the use of idle workforce and use of workforce due to unbalanced production allow the vertical integration of production with advantages for in production capacity.

KEYWORDS: Flexibility. Planning. Relocation. Verticalization.

ASIGNACION DE MANO DE OBRA EN LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN DE BIENES DE CAPITAL DEL BAJO ENCOMIENDA: UN ESTUDIO DE CASO

RESUMEN

La producción de bienes del capital bajo encomienda se caracteriza por la fluctuación estacional de la frecuencia y las cantidades producidas, lo que complica la planificación de la producción y la asignación del trabajo. En la industria de la aviación, en el cual se caracteriza el empleo de mano de obra por el gran necesidad de formación y especialización, el problema se vuelve aún más grave, ya que La fluctuación de la demanda genera con frecuencia, ociosidad, cuyo reducción, mediante la reducción efectiva es, por lo general, no es recomendable, debido a dificultad de reposición de los profesionales en el momento del aumento de la demanda. A través de la investigación de campo en la zona de planificación de la empresa de aviación, intervienen factores tales como el desequilibrio entre el montaje de la célula, el tiempo de ciclo de la producción interna y externa, la cantidad de mano de obra disponible, capacidad de producción y la demanda mercado, existe la posibilidad de reasignación de la mano de obra para una mejor utilización de la capacidad de producción. El estudio del empleo y la reubicación de la mano de obra en el sector productivo de conjuntos estructurales había como premisa la verticalización de la producción de partes y componentes externos. Se identificó que la mayoría de las piezas subcontratadas conduce a retrasos en la línea de producción. Se concluyó que el uso de mano de obra ociosa y el uso de mano de obra debido a una producción desequilibrada permitir la integración vertical de la producción con ventajas en la capacidad de producción.

PALABRAS CLAVE: Flexibilidad. Planificación. Reubicación. Verticalizaciones

1 INTRODUÇÃO

A empresa estudada tem como principal atividade a produção de bens de capital sob encomenda, em questão, a aplicação de tecnologia na montagem estrutural de aeronaves.

As indústrias fabricantes de bens de capital sob encomenda, em particular aquelas voltadas à fabricação de máquinas e equipamentos produtivos, são fortemente afetadas com as oscilações nos cenários econômicos. Particularmente, em momentos de crises ou recessões no mercado, a demanda por bens de capital sofre quedas severas, as quais impactam diretamente na capacidade produtiva, gerando ociosidade.

Em momentos de baixa demanda no mercado, a ociosidade gerada apresenta um desafio para as áreas de planejamento destas empresas. O planejamento é uma técnica para absorver a incerteza sobre o futuro e permitir maior desempenho nas organizações, para atingir os planos necessários com eficiência e eficácia.

Uma questão premente, quando se trabalha com a terceirização de produtos ou serviços em uma cadeia produtiva, é analisar, em tempo hábil, a viabilidade de verticalização da linha de produção terceirizada, internalizando a produção destes componentes.

Sustentado-se na hipótese de que a verticalização da linha de produção de componentes utilizados em linha de montagem de fuselagens aeronáuticas poderia contribuir para a melhoria da produtividade da empresa objeto desta pesquisa, este trabalho teve como objetivo analisar os tempos de ciclo de produção por meio da técnica de balanceamento de linha.

A justificativa deste trabalho consiste na relevância de se ponderar sobre a decisão de escolha de um modelo de fabricação entre a verticalização e a terceirização de componentes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Lançada em março de 2004, a Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), citada por Alem e Pessoa (2005), ressalta a importância da indústria de bens de capital para o desenvolvimento da economia brasileira, visto que grande parte dessa produção tem como destino a exportação.

Ainda para Moreira (2002), a produção de bens sob encomenda pode se caracterizar pela produção para grandes projetos; cada projeto é único. Uma característica marcante dos projetos é o seu alto custo e a dificuldade gerencial. Exemplos desses projetos são:

- Produção de navios;

- Produção de aviões;
- Produção de grandes estruturas.

Na indústria de bens de capital sob encomenda, o planejamento tende a ser realizado de maneira a minimizar os erros de programação da linha produtiva.

Para Chiavenato (2007), o planejamento representa como a estratégia será construída, formulada, implementada e avaliada. Na verdade, ele constitui a sequência de atividades dentro da empresa que conduz à gestão estratégica do negócio.

Slack et al. (2002) abordam o mesmo tema tendo como conceito que nenhuma organização pode planejar pormenorizadamente todos os aspectos de suas ações atuais ou futuras, mas podem beneficiar-se de ter noção para onde estão dirigindo-se e de que forma podem chegar lá.

Sobre o mesmo tema, Moreira (2002) define que o planejamento e as tomadas de decisões que lhe são inerentes podem ser classificados em três grandes níveis:

- Estratégico (envolve horizontes de longo prazo e altos graus de risco e incertezas);
- Tático (envolve médio prazo e moderado grau de risco);
- Operacional (envolvem curtos horizontes de tempo e riscos relativamente menores).

Através do planejamento, pode-se realizar a alocação dos recursos produtivos para precaver-se de ações futuras, uma vez que as mesmas estão previstas.

De acordo com CYGLAS – Smart Solutions (2005), entende-se por alocação um processo de atribuição de custo a uma atividade ou a um objeto de custo quando não existe uma medida direta dos recursos produtivos consumidos.

A mão-de-obra caracteriza-se como um recurso de suma importância para o processo produtivo, visto que, em determinadas áreas da produção de bens de capital sob encomenda, a necessidade de mão-de-obra especializada se faz presente, como no caso da indústria aeronáutica. Segundo Moreira (2002), especialização indica o processo de estreitar cada vez mais a amplitude de um determinado trabalho.

Moreira (2002) destaca algumas vantagens da especialização:

- Alta produtividade;
- Facilidade para o treinamento (que incide sobre uma faixa estreita de atividades);
- Pouco esforço mental exigido do trabalhador;
- Custos baixos (eliminação do retrabalho devido à especialização).

A especialização pode resultar na redução nos tempos de ciclo. Segundo Alvarez e Antunes (2001), tempos de ciclo

definem-se como: “A duração de um ciclo é dada pelo período transcorrido entre a repetição de um mesmo evento que caracteriza o início ou fim desse ciclo”. Ou seja, o tempo que se leva até que o processo se repita.

Uma das ferramentas que auxiliam na redução dos tempos de ciclo é o *Takt Time*, ferramenta que determina o ritmo da produção.

Monden, citado por Alvarez e Antunes (2001), aponta o *Takt Time* dentro do sistema de manufatura com devida importância nos seguintes aspectos:

- Obtenção de produtividade através de um trabalho eficiente, sem perda de movimento;
- Balanceamento da linha em todos os processos em termos do tempo de produção;
- Manutenção de um estoque de material mínimo em processo.

Quanto ao balanceamento da linha, pode vir a tornar-se um gerador de ociosidade.

Para Smirdele, Vito e Fries (1998), “o problema de balanceamento consiste em alocar tarefas às estações de forma a equalizar a carga de trabalho por estação, bem como obter um tempo de processamento próximo do tempo de ciclo”.

Segundo Moreira (2002), o balanceamento de uma linha pode ser

obtido atuando-se sobre os recursos produtivos. Combinando esses recursos produtivos de maneira a, simultaneamente, atender a demanda e alcançar o custo mínimo.

Para Slack et al. (2002), todas as operações são constituídas de micro operações que, por sua vez, tem sua capacidade, formando uma rede. Para que a rede opere eficientemente, todas as etapas devem ter a mesma capacidade. Caso contrário, a capacidade total será seu elo mais lento, gerando um gargalo na rede.

Atualmente, a programação da produção tem merecido atenção especial na fabricação de bens de capital sob encomenda. Em um mercado no qual a competição está cada vez mais acirrada, a programação da produção tem papel de destaque na alocação dos recursos necessários para a cadeia produtiva.

As áreas de Planejamento e Controle de Produção têm a função de alocar e disponibilizar tais recursos em seus respectivos postos de trabalho, determinando o sequenciamento adequado ao processo produtivo. Para Gaither e Frazier (2001), algumas das regras para definir a prioridade no momento do sequenciamento são:

- Primeiro a entrar, primeiro a ser atendido;
- Menor tempo de processamento;

- Mais urgente data de vencimento;
- Menor folga;
- Razão crítica;
- Menor custo de preparação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Utilizou-se para o estudo um microcomputador com processador Pentium Dual Core T4200, com sistema operacional Microsoft Windows Vista e Microsoft Office Excel 2007, *Software* ERP (*Enterprise Resource Planning*) e planilhas impressas para anotações de tempos de produção.

3.2 Métodos

Utilizou-se o método quantitativo para levantamento de dados através da seguinte sequência de atividades:

- Pesquisa de campo e consulta ao ERP (um sistema de aplicativos e produtos para processamento de dados), com a finalidade de levantar dados como: tempos de ciclo e ociosidade;
- Levantamento de disponibilidade de mão-de-obra junto ao setor de recursos humanos da empresa, para a quantificação de recursos disponíveis;

- Tabulação dos dados obtidos através de planilhas de controle elaboradas com uso do *software* Microsoft Office Excel, contendo os seguintes dados: tempos de ciclo, média de horas trabalhadas, tempo ocioso do operador e prioridade de itens críticos para a produção.

Os resultados foram analisados e comparados considerando fatores como: verticalização, terceirização, horas e tempo de ciclo.

3.3 Estudo de Caso

O estudo de caso foi desenvolvido junto ao setor de planejamento de empresa fabricante de bens de capital sob encomenda no ramo aeronáutico, onde se analisou a quantidade disponível de mão-de-obra para uma possível verticalização da linha produtiva e o tempo de ciclo de fabricação do produto sob foco deste estudo. Realizou-se a comparação do “*lead time*” entre componentes terceirizados e componentes fabricados internamente e a possibilidade do balanceamento da linha, visando otimizar os recursos da empresa.

A empresa analisada possui um processo produtivo misto, devido ao seu *layout* caracterizar se como fixo, em função da complexidade do seu produto e por utilizar-se de células de montagens, vinculando o seu o processo a produção

enxuta, conceito muito praticado, por exemplo, pelo sistema Toyota de produção.

A célula conceitua-se pela forma de organização e a busca pela integração entre os diversos operadores envolvidos no processo produtivo. O processo do produto em questão, fuselagens aeronáuticas, contém três células de montagens:

- Traseira;
- Central;
- Dianteira.

Cada célula é formada por três painéis:

- Inferior;
- Lateral Direito;
- Lateral Esquerdo.

Ao final do processo produtivo de cada célula o produto é inspecionado e, após o setor de qualidade da empresa

certificar que todas as configurações do produto estão conforme descritas no projeto, o produto segue para o processo seguinte.

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam, respectivamente, informações relativas aos processos produtivos das células de montagem Traseira, Central e Dianteira: atividades, quantidade de pessoas e tempos de ciclo (em horas).

Tabela 1 - Célula de montagem Traseira

	Painel Inferior		Painel Direito		Painel Esquerdo	
	Tempo	Quantidade	Tempo	Quantidade	Tempo	Quantidade
Gabarito	8	2	10	1	10	1
Máquina	7	1	5	1	6	1
Complementação	8	2	16	1	14	1
Gabarito 2	8	2	0	0	0	0
Vedação	2	2	2	1	0	0
Manuseio	16	0	16	0	0	0
Inspeção	1	1	1	1	1	1
Ciclo Total					95 horas	

Fonte: Empresa fabricante de bens de capital sob encomenda no ramo aeronáutico, 2010.

Tabela 2 – Célula de montagem Central

	Painel Inferior		Painel Direito		Painel Esquerdo	
	Tempo	Quantidade	Tempo	Quantidade	Tempo	Quantidade
Gabarito	15	2	14	2	14	2
Máquina	8	2	8	2	7	2
Complementação	32	2	24	2	16	2
Pintura	6	1	6	1	6	1
Vedação	3	1	3	1	3	1
Manuseio	16	0	16	0	16	0
Inspeção	1	1	1	1	1	1
Ciclo Total					156 horas	

Fonte: Empresa fabricante de bens de capital sob encomenda no ramo aeronáutico, 2010.

Tabela 3 – Célula de montagem Dianteira

	Painel Inferior		Painel Direito		Painel Esquerdo	
	Tempo	Quantidade	Tempo	Quantidade	Tempo	Quantidade
Gabarito	6	1	0	0	0	0
Complementação	8	1	0	0	0	0
Inspeção	1	1	0	0	0	0
Gabarito	8	1	4	1	4	1
Máquina	3	1	3	1	3	1
Complementação	27	1	6	1	6	1
Inspeção	1	1	1	1	1	1
Ciclo Total					82 horas	

Fonte: Empresa fabricante de bens de capital sob encomenda no ramo aeronáutico, 2010.

4 RESULTADOS

Levando-se em consideração o tempo de ciclo total de cada célula de montagem, verificou-se que existe um desbalanceamento nos tempos de ciclos das

células, fator este que pode vir a causar ociosidade na mão-de-obra produtiva.

Somando-se os tempos de ciclos de cada célula de montagem, encontrou-se um valor de 333 horas para o ciclo total do produto. Tomando-se como referência a célula de montagem Central, por ter o maior

tempo de ciclo entre as três células, verificou-se uma discrepância de 61 horas em relação à célula Traseira e de 74 horas em relação à célula Central, cuja somatória resulta em um total de 135 horas, ou seja, 40,54 % do tempo ocioso devido ao desbalanceamento entre as células.

Para efeito deste estudo de caso, considerou-se a demanda produtiva relativa a um período de seis meses de produção. Nestes seis meses, a empresa apresentou uma carteira de pedidos firmes de 41 aeronaves. Desta forma, conhecido o tempo de ciclo, estima-se a possibilidade de produzir 17 aeronaves por mês.

O resultado é demonstrado nas equações 1 e 2.

Quantidades de horas disponíveis por mês para a produção:

$$192 \frac{h}{mês} \cdot 30 = 5760 \frac{h}{mês} \quad \dots(1)$$

Capacidade produtiva:

$$\frac{5760 \frac{h}{mês}}{333 h} = 17,29 \frac{aeronaves}{mês} \quad \dots(2)$$

Com esta capacidade produtiva, a demanda seria totalmente atendida considerando-se que, para atender a produção de 41 aeronaves em um período de 6 meses, é necessário que se produza, em média, 6,83 ou, aproximadamente, 7 aeronaves por mês.

As três células são abastecidas por um total de 1228 itens que são produzidos externamente, dos quais 837 causam impacto direto nas montagens, ocasionando paradas da linha. A Tabela 4 demonstra os itens em quantidade e prioridade no processo produtivo, sendo os itens com prioridade 1 os mais críticos e, assim, por diante.

Tabela 4 - Priorização dos itens terceirizados

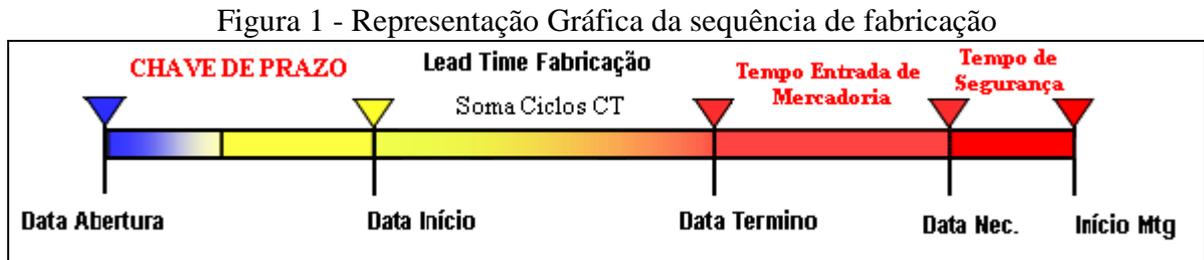
Item	Quantidade	Prioridade	%
Usinado	302	1	54%
Com tratamento	180	2	24%
Não Metálico	152	3	13%
Estampado	203	4	9%
Total			837 Itens

Fonte: Empresa fabricante de bens de capital sob encomenda no ramo aeronáutico, 2010.

A Tabela 4 mostra que os itens mais críticos são os usinados e os itens com tratamento químico, os quais impactam

diretamente nas montagens das respectivas células.

A Figura 1 demonstra a fabricação dos itens produzidos representação gráfica da sequência de externamente.



Fonte: Empresa fabricante de bens de capital sob encomenda no ramo aeronáutico, 2010.

Os dados mostrados na Figura 1 são representados em dias corridos, com os seguintes períodos:

- Data de abertura: 5 dias da emissão da ordem de produção até a chegada do material ao contratado;
- Chave de prazo: somente para itens em atraso, antecipando em 10 dias a data de início;
- *Lead Time* de fabricação: soma dos ciclos de produção;

- Tempo de entrada da mercadoria: 5 dias da saída do contratado até a entrada e movimentação no estoque da Empresa contratante;
- Data de necessidade: 5 dias de antecedência em relação à data de início na montagem da célula.

A tabela 5 mostra os tempos de ciclos para os itens críticos para a linha de montagem da empresa; no caso, os itens usinados e itens usinados com tratamento químico.

Tabela 5 – Tempo de ciclo dos itens terceirizados

	Usinado	Com Tratamento Químico
Data de abertura	40	40
Usinagem	280	280
Tratamento	0	160
Montagem	40	40
Segunda Usinagem	40	40
Ciclo Total	400 Horas	560 Horas

Fonte: Empresa fabricante de bens de capital sob encomenda no ramo aeronáutico, 2010.

Considerando as três células, Traseira, Central e Dianteira, soma-se um tempo de ciclo para a produção interna de 333 horas, verificando-se um desbalanceamento nos tempos de ciclo da linha interna com o dos itens necessários para a produção, fabricados por terceiros. Considerando-se o item produzido por terceiros com maior ciclo, de 560 horas, esse desbalanceamento apresenta uma diferença de 227 horas.

Em vista dos fatores externos de mercado, a empresa apresenta uma disponibilidade de aproximadamente 448 horas por dia na sua mão-de-obra produtiva em nível operacional devido a outros programas da empresa que sofreram redução na sua demanda, além de 135 horas por produto devido ao desbalanceamento interno entre as células de montagem.

Apresentando uma carteira de pedidos de 41 aeronaves a serem produzidas no período de 6 meses, consegue-se atender a esta demanda produzindo uma média de 6,83 aeronaves por mês. A equação 3 demonstra a disponibilidade mensal de horas, obtida através deste desbalanceamento entre as células de montagem.

$$6,83 \cdot 135h = 922,05 h \quad \dots(3)$$

Considerando-se as horas de mão-de-obra disponíveis e que a empresa opera 24 dias/ mês, atinge-se 10.752 horas, as quais, somadas às horas obtidas pelo desbalanceamento das células de montagem, resultam em um total de 11.674,05 horas disponíveis por mês.

Para a produção de uma fuselagem, são necessários os itens produzidos externamente por uma empresa terceirizada, os quais somam um total de 960 horas, 400 horas para os itens usinados e 560 horas para os itens com tratamento químico.

A equação 4 demonstra a possível quantidade de itens a ser produzidos com a verticalização da linha utilizando-se a mão-de-obra interna ociosa para a produção interna.

$$\frac{11674,05}{960} = 12,16 \text{ fuselagens/mês} \dots(4)$$

Levando-se em consideração que a quantidade média necessária para atender a demanda é de 6,83 fuselagens/mês, a produção interna, uma vez verticalizada, atenderia plenamente a necessidade da empresa.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu analisar o uso de mão-de-obra ociosa no equacionamento do balanço produtivo e na

verticalização da linha de produção de componentes utilizados em linha de montagem de fuselagens aeronáuticas.

A utilização da mão-de-obra ociosa disponível na empresa permitiria obter uma capacidade de produção de 12,16 fuselagens/mês, enquanto a produção média atual da empresa é de 6,83 fuselagens/mês. Pode-se considerar que a disponibilidade interna de horas-homens, geradas pela utilização da mão-de-obra ociosa, que é 78% superior àquela demandada por empresa terceirizada, compensaria uma esperada baixa produtividade inicial, resultante do uso da mão-de-obra interna. Do ponto de vista logístico, com a verticalização da produção, seria possível eliminar tempos de transporte e movimentação externos, assim como diminuir o tempo e custo de emissão de documentos necessários aos trâmites do processo produtivo.

Outras variáveis inerentes aos custos de implantação e custos de produção não puderam ser analisadas devido às restrições da empresa no fornecimento de informações, consideradas como segredo industrial.

REFERÊNCIAS

ALEM, A. C.; PESSOA, R. M. O setor de bens de capital e o desenvolvimento econômico: quais os desafios. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, 2005. n. 22. p. 71 – 88.

ALVAREZ, R. R.; ANTUNES, V. A. J. Takt-Time: Conceitos e Contextualização Dentro do Sistema Toyota de Produção. **Revista Gestão e Produção**, Rio de Janeiro, n. 1. p. 1 – 18, 2001.

CHIAVENATO, I. **Administração: teoria, processo e prática**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., p.411, 2007

CYGLAS SMART SOLUTIONS. **Glossário**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.cyglas.com.br/glossario.shtm>> . Acesso em: 06 set. 2010.

GAITHER, N.; FRAZIER G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Editora Pioneira Thomson, 598 p., 2001.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 6. ed. São Paulo: Thompson Pioneira, 619 p., 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 747 p., 2002.

SMIDERLE, D. C.; VITO, L. S.; FRIES, E. C. A busca da eficiência e a importância do balanceamento de linhas de produção. In: Encontro Nacional de Engenharia de produção, 18, 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: UFF, 1998.