

## REGRAS DE PRIORIZAÇÃO NO SEQUENCIAMENTO DE PRODUÇÃO FLEXÍVEL E NÚMERO FINITO DE CENTROS DE TRABALHO

### RULES FOR PRIORITIZATION IN FLEXIBLE PRODUCTION SEQUENCING FOR FINITE NUMBER OF WORK CENTERS

Loana Wollmann Taborda<sup>1</sup>; Adalberto Lovato<sup>2</sup>; Sérgio Luiz Jahn<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- PPGEP  
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria/RS – Brasil  
[loanataborda@yahoo.com.br](mailto:loanataborda@yahoo.com.br)  
<sup>2</sup>Sociedade Educacional Três de Maio- SETREM – Três de Maio/RS - Brasil  
[proflovato@terra.com.br](mailto:proflovato@terra.com.br)  
<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- PPGEP  
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria/RS – Brasil  
[jahn@smail.ufsm.br](mailto:jahn@smail.ufsm.br)

#### Resumo

*Este trabalho foi desenvolvido em uma indústria do ramo metal mecânico, localizada região Noroeste do Rio Grande do Sul. Objetivou-se aumentar a produção diária total de um conjunto de máquinas diferentes num sistema de produção flexível. Utilizou-se o método de observação analítico. Programar o seqüenciamento da produção é uma das atividades mais complexas no gerenciamento da atividade fabril. É onde se determina o cronograma detalhado de atividades e quando elas devem ser iniciadas e terminadas. Mas isso não é o bastante, é necessário que haja sincronização entre as atividades, ou seja, se decida e estabeleça a ordem em que as tarefas serão executadas numa operação, máquina ou célula. O melhor seqüenciamento foi encontrado com a utilização de um método heurístico. Observou-se ao final do trabalho, que a priorização de atendimento diferenciado nos centros de trabalho minimiza o tempo de fabricação de um conjunto.*

**Palavras-chave:** programação da produção; seqüenciamento; sincronização; priorização.

#### Abstract

*This study was developed in a medium size metalwork plant located in the south of Brazil that produces parts and components for harvesting combine machines. Raw material are steel sheets and structural steel tubes. Main operations are cutting, punching, laser cutting, bending and welding. Research methods were observation and analysis. Production scheduling is one of the most complex activities in operations management. It deals primarily with timing the start and*

*ending of tasks, while detailing intermediary activities, use of resources, as well as machine time. Moreover it is necessary that tasks are synchronized in such a way that the total time of component production and assembly is minimized. An heuristic method was used to achieve the desired results in scheduling. It was realized at the end of study that priority in each work center can be set in a way that minimizes the whole time of production.*

**Key-words:** production scheduling; sequencing; synchronization; task priorities.

## 1. Introdução

A agilidade, uma das prioridades competitivas da produção, requer que os componentes de um conjunto sejam produzidos em tal ordem e com tal presteza que a conclusão da sua montagem seja realizada no mais curto espaço de tempo possível. Não basta apenas que cada um deles, isoladamente, seja realizado no menor tempo. É necessário também que seja minimizado o período desde o início de produção do primeiro componente até o final de montagem do último no conjunto.

Ordenar o início e fim da fabricação de cada componente em cada centro de trabalho de tal forma a otimizar o tempo total é sincronizar o sequenciamento. O ordenamento num mesmo centro de trabalho será sempre sequencial, mas este ordenamento deve considerar também as demais operações.

Com essa finalidade existem algoritmos aplicáveis a alguns casos particulares. Siqueira e Torihara (2002) estudaram um caso semelhante na Universidade Federal de Itajubá – MG e também citam outros estudos na mesma linha. O objeto é sempre a utilização de recursos permutacionais para produtos fabricados em lotes, sem envolver sincronização e montagem de conjuntos. Diferentemente, no presente caso os recursos não são permutacionais e envolvem montagem de componentes, precedida de sincronização de operações. Emerge a questão: Qual é a prioridade de atendimento em cada ordem de produção na frente de cada máquina que incrementa a produção diária?

Dada à questão norteadora, tem-se como objetivo aumentar a produção diária total de um conjunto de máquinas diferentes em um sistema de produção flexível. Também se busca verificar se a alteração da prioridade de atendimento nas filas altera o tempo de fabricação de um conjunto.

No presente trabalho, onde cabível, algoritmos específicos foram utilizados, no entanto, em outros casos são utilizadas técnicas “ad hoc” (próprias do lugar, da ocasião e particularidade). Se necessário, alguns problemas são abordados heurísticamente.

O estudo torna-se relevante, pois a empresa estudada, aqui denominada de Alfa, é fornecedora de montadoras, sendo que estas enviam para ela as suas projeções das necessidades, com base no respectivo plano mestre de produção. Portanto, a empresa Alfa tem seu plano mestre

dependente daqueles dos clientes. No entanto, sua programação de sequenciamento é independente e por esta razão recebe uma importância maior para estudos de redução de custos e incremento de agilidade.

O sequenciamento no chão de fábrica não possui métodos padronizados ou largamente aceitos como ocorre com o MRP. Os casos são muito diversificados e os métodos e técnicas também devem sê-lo. Entre as técnicas mais comumente usadas estão a programação linear, a programação dinâmica, a programação inteira e as regras de Johnson.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: logo após a introdução apresenta-se a fundamentação teórica da pesquisa. Em seguida descreve o método utilizado para o desenvolvimento da pesquisa. Após, descreve análise dos resultados; e por fim, apresenta as considerações finais do trabalho.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 Planejamento e controle do chão de fábrica**

O chão de fábrica deve ser organizado de acordo com o volume de produção e a variedade de itens. Para altos volumes e baixa variedade é comum o chão de fábrica ser organizado em linha de montagem ou fabricação. Para baixos volumes e alta variedade a organização pode ser posicional, celular ou job shops.

As fábricas focalizadas no processo são chamadas de job shops. Uma job shop organiza os departamentos em torno de tipos de funções ou especialidade departamentais (ex.: usinagem, torneamento, perfuração). Os pedidos geralmente são processados em lotes e segue um roteiro distinto através de vários centros de trabalho, sendo que existe uma variedade de opções de roteiros numa job shop (GAITHER; FRAZIER, 2001). Centros de trabalho são as áreas onde os recursos de produção são organizados e as tarefas são realizadas.

### **2.2 Planejamento e controle do chão de fábrica em job shop**

Para o controle do chão de fábrica organizado em job shops deve-se executar as seguintes atividades:

- designar uma prioridade a cada pedido: ajuda a definir a sequência de produção;
- emitir listas de remessas: permite que os supervisores da produção saibam quais os produtos que devem ser produzidos em cada centro de trabalho, suas prioridades e quando deve ser concluído;

- manter o estoque de produtos em processo atualizado: inclui saber a localização de cada pedido e a quantidade de peças de cada pedido no sistema, rastrear a movimentação de pedidos entre departamentos quando são usados cartões de movimentação;

- fornecer controle de entrada e saída em todos os departamentos: permitindo saber informações de como as tarefas estão fluindo em cada departamento;

- medir a eficiência, a utilização e a produtividade de trabalhadores e máquinas em cada centro de trabalho.

A execução dessas atividades permite aos departamentos de planejamento e controle da produção relatar os resultados aos gerentes de operações, tendo por finalidade realizar ações corretivas quando os pedidos atrasarem ou quando ocorrem problemas de capacidade ou de carga de trabalho nos centros de trabalho (GAITHER; FRAZIER, 2001).

Os gráficos de Gantt são ferramentas que possibilitam a visualização real das cargas em cada centro de trabalho e são muito úteis para coordenar uma diversidade de tarefas. Essas cargas podem ser finitas ou infinitas. Carga finita é usada quando tarefas são atribuídas a centros de trabalho considerando sua capacidade efetiva. Carga infinita é usada quando tarefas são atribuídas a centros de trabalho sem considerar as capacidades desses centros (GAITHER; FRAZIER, 2001).

## **2.3 Sequenciamento da produção**

Uma vez que o MRP determinou as necessidades de recursos materiais, financeiros e humanos, tanto em termos de quantidade quanto de prazo, é necessário realizar a programação no chão de fábrica. Ou seja, quando chega um trabalho, decisões devem ser tomadas sobre a “ordem” em que as tarefas devem ser executadas. Essa atividade é denominada sequenciamento (SLACK et al, 2002).

Problemas com o sequenciamento de pedidos são ocorrências comuns nas fábricas de manufatura. Para evitar esses problemas, as prioridades dadas ao trabalho em uma operação são estabelecidas por um conjunto predefinido de regras (GAITHER; FRAZIER, 2001). Essas regras são apresentadas na seção seguinte.

### **2.3.1 Regras de priorização no sequenciamento das tarefas**

Regras de priorização são regras utilizadas para se definir uma sequência de tarefas. Essas regras, em geral, podem ser simples. Mas há casos em que, embora igualmente simples, requerem

muitas informações com procedimentos computacionais, como no caso da regra de Johnson (DAVIS; AQUILANO; CHASE,2001). As regras de priorização mais comuns são as seguintes.

1- Primeiro que entra, primeiro que sai (PEPS) ou First In, First Out (FIFO): realizam as tarefas na exata sequência de suas chegadas.

2- Menor tempo de processamento (Shortest Operating Time - SOT): executa primeiro a tarefa com o menor tempo de conclusão, em seguida a aquela com o segundo menor tempo de conclusão, e assim sucessivamente.

3- Primeiro prazo de entrega: executa a tarefa com a data de entrega mais próxima. O sequenciamento baseado nessa regra melhora a confiabilidade de entrega e a média de rapidez de entrega, mas não proporciona uma produtividade ótima (SLACK et al, 2002).

4- Primeira data de início: executa a tarefa com a data de início mais cedo.

5- Menor folga: executa os pedidos com menor tempo de folga restante. Folga restante é a diferença entre o tempo disponível e o tempo necessário para realizar a tarefa.

6- Menor folga por operação: executa os pedidos com menor tempo de folga restante por operação. Isto é calculado da seguinte forma:

$$STR/OP = \frac{\text{Tempo restante antes da data de entrega} - \text{Tempo restante de processamento}}{\text{Número de operações restantes}} \quad (1)$$

7- Menor relação crítica: atende aos pedidos com menor razão crítica:

$$\text{Menor razão crítica} = \frac{\text{Data de entrega} - \text{Data atual}}{\text{Dias de serviços necessário para executar o pedido}} \quad (2)$$

8- Menor relação de tempo de fila: calculado conforme equação a baixo.

$$\text{Relação de tempo de fila} = \frac{\text{Tempo disponível} - \text{Tempo necessário}}{\text{Tempo de espera na fila}} \quad (3)$$

A prioridade é do produto com menor relação de tempo de fila.

9- Último a entrar, primeiro a sair (UEPS) ou Last In, First Out (LIFO): conforme os pedidos chegam, eles são colocados no topo da pilha para serem atendidos. O LIFO tem efeito, em geral, adverso na rapidez e confiabilidade. Os objetivos de desempenho qualidade, flexibilidade ou custo, não são bem servidos por este método (SLACK et al, 2002).

10- Ordem aleatória: os supervisores ou operadores selecionam qualquer tarefa que acham importante executar primeiro (DAVIS; AQUILANO; CHASE,2001, p. 544).

Ainda, Gaither e Frazier (2001), destacam que outras regras, como o cliente mais valorizado e a tarefa mais lucrativa, também podem ser aplicadas.

Embora haja tais regras de sequenciamento de pedidos é necessário saber qual regra tem melhor desempenho para determinado grupo de tarefa (GAITHER; FRAZIER, 2001). Sendo assim, usam-se alguns critérios para avaliar as regras de sequenciamento:

- atender à data prometida ao consumidor (confiabilidade); minimizar a soma dos atrasos;
- minimizar a soma dos tempos que os trabalhos ficam no processo, também conhecido como tempo de fluxo (rapidez);
- minimizar o estoque do trabalho em processo (um elemento do custo);
- minimizar o tempo ocioso dos centros de trabalho (outro elemento do custo) (SLACK et al, 2002).

### **2.3.2 Sequenciamento em duas máquinas**

A regra de Johnson aplica-se ao sequenciamento de n trabalhos por meio de dois centros de trabalho. O objetivo dessa regra é minimizar o tempo de fluxo, a partir do início da primeira tarefa até a conclusão da última (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001). A regra de Johnson consiste nas seguintes etapas: primeiro listar o tempo de operação para cada tarefa em ambas as máquinas; segundo selecionar a tarefa com o menor tempo de operação; terceiro se o menor tempo é da primeira máquina, fazer esta tarefa primeiro; se o menor tempo é o da segunda máquina, fazer esta tarefa por último. Repetir as etapas 2 e 3 para cada tarefa restante até a programação estar completa.

As etapas da regra de Johnson geram uma programação das tarefas com o menor tempo para o início e o término da programação, dependendo da máquina onde aparece o menor tempo. Assim, o tempo total de operação simultânea para as duas máquinas é aumentado, minimizando o tempo total de operação necessário para completar as tarefas (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

A Regra de Johnson poderia ser estendida para um caso de três máquinas no caso excepcional da máquina intermediária não apresentar nenhuma restrição de capacidade ou tempo.

Até a presente data no caso de três ou mais máquinas não se conhece um algoritmo ou método para otimizar o sequenciamento. Nesses casos a aplicação de métodos heurísticos é considerada. Vale, portanto, o conhecimento, o bom senso e a experiência do programador.

Métodos heurísticos são métodos para resolver problemas pela avaliação de experiências passadas e por tentativa e erro em direção a uma solução (OXFORD,1989).

### **3 Procedimentos metodológicos**

A pesquisa teve caráter indutivo, com procedimento de observação, análise e utilização de técnicas de mensuração de tempo.

Foram observadas as filas na frente das máquinas, tempos de espera e as quantidades de trabalho esperando nas filas. Mediram-se os tempos disponíveis em cada uma das máquinas e os tempos efetivos de trabalho e tempos ociosos. Os tempos de setup não foram considerados nesta etapa porque, em geral, compreendem a programação do controle numérico das máquinas. E essa programação é um tempo fixo e breve para todos os lotes de qualquer tamanho.

O estudo compreendeu a produção de conjuntos soldados, isto é, diversos componentes feitos de chapas de aço ou de tubos de aço são montados e fixados por operação de solda para formar um conjunto.

Foi realizada uma análise do grau de sincronização na fabricação de diversos componentes de conjuntos. Em decorrência da análise foram alteradas as prioridades das filas na frente das máquinas. Foram medidos os efeitos sobre a quantidade média de trabalho esperando na fila, o tempo médio disponível das máquinas, os tempos efetivos de trabalho e tempo ociosos. Todas essas variáveis foram utilizadas para estabelecer as prioridades em frente às máquinas.

Iniciou-se com observação direta e com uma verificação das anotações dos operadores. As medidas de tempo foram realizadas pelos autores com cronômetro de resolução 1 segundo. Em cada observação procurou-se obter dez medidas, delas foram obtidas as médias dos tempos de operação. Essas médias é que foram utilizadas nos cálculos do sequenciamento das operações.

Dos métodos de estudo de tempo citados por Aft (2000), decidiu-se aplicar o método de Análise Elementar, onde o tempo medido é de cada item produzido, já que o interesse da pesquisa foi de sequenciar a produção utilizando regras de priorização.

É importante enfatizar que os processos de medida de tempo, na empresa em estudo, estão apenas começando, pois não existe a tradição de estudar movimentos mais elementares.

Ainda, utilizou-se do método heurístico para otimizar o sequenciamento em três ou mais máquinas.

## **4 Análise e discussão dos resultados**

### **4.1 Caracterização da empresa**

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma indústria metal-mecânica localizada na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. A empresa Alfa dedica-se a produção de partes de peças

em chapas finas de aço e em tubos de aço para montagem em colheitadeiras, tratores e outros equipamentos não automotivos.

Em sua área industrial possui os seguintes centros de trabalho dedicada a produção das peças e partes acima citadas: corte da matéria-prima; corte de tubos; recorte com puncionadeira; recorte com laser; dobra de chapa; dobra de tubos; estampagem; solda dos conjuntos; acabamento e pintura.

A programação do sequenciamento consiste em estabelecer as prioridades em cada um desses centros de trabalho.

#### 4.2 Priorização no sequenciamento

O presente trabalho se restringiu ao estudo de três conjuntos soldados e pintados, compostos de chapas e tubos. Os três conjuntos são representativos da gama de todas os produtos da empresa.

Para início da pesquisa foi realizada uma investigação a fim de verificar se na produção havia alguma prioridade no atendimento das ordens de fabricação e em que sequencia eram atendidos. Essa investigação teve duração de cinco dias e para sua execução utilizou-se de uma planilha, onde o operador registrou sua produção e respectivamente, a sequencia de atendimento.

Verificou-se que não havia nenhuma prioridade nos pedidos, como também nenhuma regra de priorização no sequenciamento das tarefas.

Após esta constatação implantou-se uma prioridade de sequenciamento em cada centro de trabalho para três conjuntos. O primeiro, uma escada de máquina agrícola, denominado DQ 03519 é a junção dos seguintes componentes: CQ 03521; CQ 03527; CQ 03528; CQ 03529; CQ 17563; Z 21666; Z 40539 e Z 40541.

Cada um desses componentes passa pelas operações apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1: Operações do conjunto DQ 03519

Componentes	Compra	Corte	Laser	Dobra	Solda
CQ 17563		X	X	X	X
CQ 03527		X	X	X	X
CQ 03528		X	X	X	X
CQ 03529		X		X	X
CQ 03521		X		X	X
Z 40539		X			X
Z 40541		X			X
Z 21666	X	X			X

Fonte: Elaborada pelos autores

Os tempos de execução para cada um dos componentes, em cada uma das operações, considerando lotes de 20 conjuntos, estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Tempo de operação para DQ 03519

<b>Operação</b>	<b>Componente</b>	<b>Tempo Médio</b>
<b>Corte</b>	<b>CQ 03521</b>	0,190
	<b>CQ 03527</b>	0,355
	<b>CQ 03528</b>	0,330
	<b>CQ 03529</b>	0,139
	<b>CQ 17563</b>	0,093
	<b>Z 40539</b>	0,232
	<b>Z 40541</b>	0,037
	<b>Z 21666</b>	0,723
<b>Laser</b>	<b>CQ 03521</b>	2,370
	<b>CQ 03527</b>	0,690
	<b>CQ 03528</b>	0,690
	<b>CQ 17563</b>	4,150
	<b>Z 40541</b>	0,226
<b>Dobra</b>	<b>CQ 03521</b>	1,882
	<b>CQ 03527</b>	0,100
	<b>CQ 03528</b>	0,070
	<b>CQ 03529</b>	0,030
	<b>CQ 17563</b>	0,303

Fonte: Elaborada pelos autores

Aplicando a regra de priorização, que minimiza o tempo total de atrasos, que seria aquele em fazer primeiro a tarefa de menor tempo e por último a tarefa de maior tempo, a sequência das atividades em cada centro de trabalho deveria ser conforme apresentado no Quadro 2.

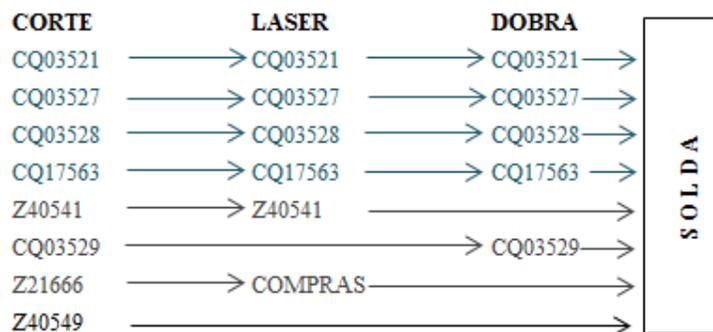
Quadro 2: Sequência das atividades com regra de priorização para DQ 03519

Operação	Sequência	Componente	Tempo Médio
Corte	1º	Z 40541	0,037
	2º	CQ 17563	0,093
	3º	CQ 03529	0,139
	4º	CQ 03521	0,190
	5º	Z 40539	0,232
	6º	CQ 03528	0,330
	7º	CQ 03527	0,355
	8º	Z 21666	0,723
Laser	1º	Z 40541	0,226
	2º	CQ 03527	0,690
	3º	CQ 03528	0,690
	4º	CQ 03521	2,370
	5º	CQ 17563	4,150
Dobra	1º	CQ 03529	0,030
	2º	CQ 03528	0,070
	3º	CQ 03527	0,100
	4º	CQ 17563	0,303
	5º	CQ 03521	1,882

Fonte: Elaborada pelos autores

O ordenamento de produção para todos os itens são corte — laser — dobra — solda. Porém alguns componentes não passam por todas as operações e isso deve ser considerado na priorização em cada centro de trabalho, pois o que deve ser otimizado é o tempo total e a sincronização na chegada à operação de solda. Como são mais de duas operações e não existe um algoritmo estabelecido para a otimização do sequenciamento, a resolução heurística do presente caso inicia-se com o fluxograma na figura 1.

Figura 1: Fluxograma de operações do conjunto DQ 03519



Nele se pode ver que os componentes CQ 03521, CQ 03527, CQ 03528 e CQ 17563 passam nas três máquinas. Já os outros, CQ 03529, Z 40541 e Z 21666 passam por duas máquinas. E o item CQ 40539 passa apenas na máquina de corte. Todos deveriam chegar à solda no menor intervalo de tempo possível.

Para isso na primeira operação, corte, deve-se priorizar os produtos que passam nas três operações, ou seja, CQ 03521, CQ 03527, CQ 03528 e CQ 17563. Em seguida os produtos que passam em duas máquinas e por último o que sofre apenas o processo de corte.

Na segunda operação Laser tem prioridade os produtos que ainda irão passar pela dobra, sendo eles: CQ 03521, CQ 03527, CQ 03528 e CQ 17563.

Para a última operação levam-se em consideração dois critérios: menor tempo de espera na fila na operação intermediária, que neste caso seria a dobra, ou menor tempo de espera na fila na operação final, solda.

No primeiro caso, menor tempo de espera na dobra seria obtido usando a regra de menor tempo de operação. Isso reduziria a fila nesta operação e aumentaria na última. Essa política tem como consequência necessidade de menor espaço para armazenamento em frente à dobra e maior espaço na solda.

No presente caso existe maior espaço disponível em frente à dobra, acrescido ao fato que num caso geral peças planas ocupam muito menos espaço que peças dobradas. Mais ainda, peças planas empilhadas estão menos sujeitas a riscos, arranhões e danos, do que peças conformadas. Portanto, o critério na dobra será de maior tempo de operação primeiro.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os resultados da aplicação desses procedimentos. Como se vê alcançou-se uma economia de tempo equivalente a 11%.

Tabela 2: Tempo de processamento no sequenciamento aleatório para DQ 03519

Componente	Corte	Laser	Dobra	Solda
<b>CQ 03521</b>	3,80	47,40	37,640	85,04
<b>CQ 03527</b>	7,10	13,82	2,00	22,92
<b>CQ 03528</b>	6,60	13,82	1,40	21,82
<b>CQ 17563</b>	1,86	83,06	6,07	89,13
<b>CQ 03529</b>	2,78		0,60	3,38
<b>Z 21666</b>	14,48			14,48
<b>Z 40539</b>	9,28			9,28
<b>Z 40541</b>	1,50	9,04		10,54
<b>TOTAL (min)</b>	47,40	167,14	47,71	262,25

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 3: Tempo de processamento na solução heurística para DQ 03519

	Corte	Laser	Dobra	Economia (min)	Economia (%)
<b>Início</b>	0,00	19,36	186,50	28,64	11%
<b>Término</b>	47,40	186,50	233,61		

Fonte: Elaborada pelos autores

Analisando a Tabela 3, nota-se que o maior tempo de espera na fila será na laser. Assim, para que a dobra não fique vulnerável à ociosidade é necessário a utilização da regra de menor tempo de fabricação na laser. Pois assim, enquanto a dobra atende os componentes, a laser produz o item com maior tempo de fabricação, CQ 17563. Se a dobra tiver que esperar o tempo de fabricação aumenta.

Para os demais conjuntos denominados DQ28880 e DQ41068, aplicando a solução heurística alcançou-se uma economia de tempo equivalente a 8% e 22%, respectivamente.

## 5 Considerações finais

Após a finalização do estudo e realização da análise dos resultados, constatou-se que ganhos expressivos podem ser obtidos ao se procurar otimizar a sequência das operações individuais em cada máquina para peças de um mesmo conjunto. Porém, as programações isoladas devem ser pensadas considerando a sincronização de produção de todos os componentes de um mesmo conjunto, de modo a reduzir o prazo final de entrega, isto é, maximizando a agilidade.

Verificou-se que a alteração da prioridade de atendimento nas filas altera o tempo de fabricação de um conjunto, pois uma análise prévia do número de operações de cada componente

pode estabelecer as prioridades em cada centro de trabalho. Portanto, este estudo conclui que itens com maior número de operações têm prioridade mais alta na frente de cada máquina, aumentando a produção diária total de um conjunto de máquinas diferentes em um sistema de produção flexível.

## Referências

- AFT, L. S. **Work Measurement & Methods Improvement**. New York: Wiley, 2000, 452 p.
- DAVIS, M. M.; AQUILIANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. Trad. Eduardo D'Agord Schaan et al. 3.ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001, 598 p.
- DICTIONARY OXFORD. **Advanced Learner's**. 1989
- CORRÊIA, H.; GIANESI, I. **Gestão de Operações**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1998, 593 p.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. Trad. José Carlos Barbosa dos Santos. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson, 2001. 598 p.
- LOVATO, A.; EVANGELISTA, M.; GÜLLICH, R. **Metodologia da Pesquisa: normas para apresentação de trabalhos: redação, formatação e editoração**. 2 ed. Três de Maio: Setrem, 2007.
- SIQUEIRA, L.; TORIHARA, R. T. **Otimização de Sequenciamento de Tarefas**. Disponível em <http://www.epr.unifei.edu.br/TD/producao2002/PDF/Lucas%20e%20Roberto.PDF>
- Acesso em jun. 2008.
- SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 747 p.
- WEISE, A. et al. Um estudo sobre o tempo-padrão no processo produtivo de recapagem de pneus em uma concessionária de veículos. **Revista Gestão & Produção**. v. 10 n. 1 p. 113-124, jan 2013. Disponível em: <http://www.feevale.br/acontece/publicacoes-feevale/revista-gestao-e-desenvolvimento> Acesso em: 04 mar. 2013.

Recebido: 27/10/2013

Aprovado: 14/02/2014