



PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO *FLOW SHOP* PERMUTACIONAL COM RESTRIÇÕES ADICIONAIS E CRITÉRIO DE *FLOW TIME* MÉDIO

VAROLO, Fernando William Rodrigues, IC, Fecilcam, Fundação Araucária, Engenharia de Produção Agroindustrial, Fecilcam, fernandovarolo@hotmail.com
BOIKO, Thays J. P. (OR), Fecilcam, thaysperassoli@bol.com.br
MORAIS, Márcia de Fátima (CO-OR), Fecilcam, marciafmorais@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Participante do PIBIC-FECILCAM 2009-2010 e do Grupo de Estudo e Pesquisas em Processos e Gestão de Operações (GEPPGO), Linha de Pesquisa em Pesquisa Operacional, a presente pesquisa tem como objetivo geral analisar os métodos existentes para a solução do Problema de Programação da Produção (PPP) em Sistema de Produção *Flow Shop* considerando todos os tipos desse, com Restrições e Critério de *Flow Time*.

Quanto à metodologia, classifica-se quanto aos fins como descritiva e explicativa e, quanto aos meios, como bibliográfica. O método de abordagem adotado foi o qualitativo-quantitativo.

O artigo aqui apresentado está focado nas análises do delineamento da experimentação computacional dos métodos existentes para o problema investigado, e encontra-se estruturado da seguinte forma: inicialmente, na introdução é apresentada a contextualização e os objetivos da pesquisa; a segunda seção trás o referencial teórico delineado pelo GEPPGO e adotado na pesquisa; posteriormente, na seção três é apresentada a metodologia utilizada para realização da pesquisa; na quarta seção são apresentados os resultados e discussões; na quinta parte são apresentadas as conclusões da pesquisa; e por fim, as referências utilizadas na pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO E PROBLEMAS DE PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

O Planejamento Programação e Controle da Produção (PPCP) denominado na literatura apenas de Planejamento e Controle da Produção (PCP) é definido conforme Sá Motta in Machline (1972) como a função administrativa que tem por objetivo desenvolver os planos que irão orientar a produção, bem como realizar o controle da produção, com base



nestes planos. De forma simplificada pode-se dizer que o PPCP seria então a atividade de determinar “o que” vai ser produzido, “em qual quantidade” vai ser produzido, “como” e “onde” vai ser produzido, “quem” vai produzir e “quando” vai ser produzido. (Boiko, 2008).

O PPCP engloba as atividades de Planejamento Agregado, Planejamento Mestre da Produção, Programação da Produção e Controle da Produção (LUSTOSA et al, 2008).

Cabe a Programação da Produção, que ocorre no nível de planejamento de itens individuais, conforme Corrêa; Gianesi; Caon (2001), com base no Planejamento Mestre da Produção, decidir “quais” atividades detalhadas (ordens, instruções de trabalho, ou seja, tarefas), “quando” (momento de início ou prioridade) e com quais recursos (máquinas) devem ser realizadas, para que esse plano seja atendido.

Assim, a PP, segundo MacCarthy; Liu (1993) pode ser definida como a alocação de recursos através do tempo para a realização de tarefas, para melhor satisfazer um grupo de critérios pré-definidos, como acrescentam Yang; Liao (1999).

A ciência que tem por objetivo fornecer ferramentas quantitativas ao processo de tomada de decisões é a Pesquisa Operacional.

Entre as Áreas de Conhecimento de Engenharia de Produção, a Pesquisa Operacional (PO) é a Área que fornece modelos matemáticos, normalmente processados computacionalmente, para a tomada de decisão (ABEPRO, 2008). A PO trata a tomada de decisão como um problema a ser resolvido matematicamente. Desta forma, ao se abordar a PP sob a ótica da PO suas decisões devem ser tratadas como um problema, o Problema de Programação da Produção.

De maneira geral, um Problema de Programação da Produção pode ser entendido, conforme Taillard (1993), como um problema de n tarefas $\{J_1, J_2, \dots, J_j, \dots, J_n\}$ que devem ser processadas em m máquinas $\{M_1, M_2, \dots, M_k, \dots, M_m\}$ que estão disponíveis. O processamento de uma tarefa J_j numa máquina M_k é chamado uma operação, designada de op_{kj} . Para cada op_{kj} existem tempos associados. Para cada tarefa J_j deve existir uma *release date* (ou *release time* ou *ready time* - l_j), data de liberação, a partir da qual a tarefa pode ser executada, e uma *due date* (d_j), que corresponde à data em que a tarefa deve estar concluída, ou seja, data de entrega da tarefa.

Um Problema de Programação da Produção é especificado, em termos de sua classificação, dos critérios de desempenho adotados (MACCARTHY; LIU, 1993) e das hipóteses do problema (BOIKO; MORAIS, 2009).

Os Problemas de Programação da Produção (PPP) são classificados de acordo com os sistemas de produção, por tipo de posicionamento do processo de produção, onde ocorrem (BOIKO; MORAIS, 2009). Assim, podem ser classificados conforme segue em: Máquina Única; Máquinas Paralelas: existe mais de uma máquina disponível em um único



estágio de produção, onde cada tarefa necessita de apenas uma destas máquinas; *Job Shop*; *Job Shop* com máquinas múltiplas; *Flow Shop* (FS); *Flow Shop Permutacional* (FSP); *Flow Shop* com máquinas múltiplas; Por Projeto ; *Open Shop* (O).

No trabalho é considerado o sistema de produção *Flow Shop* que ocorre quando as tarefas têm um idêntico fluxo padrão, ou seja, as tarefas possuem o mesmo roteiro de processamento em todas as máquinas e o número de máquinas em cada estágio de produção é igual a um.

Segundo Boiko; Morais (2009) a Programação da Produção (PP) pode ser realizada em um ambiente estático ou em um ambiente dinâmico. Desta maneira podem existir Problemas de PP estáticos, bem como Problemas de PP dinâmicos. Sendo que nos Problemas estáticos, segundo Baker (1974), o grupo de tarefas disponíveis para a Programação não muda o tempo todo. Enquanto que, nos Problemas dinâmicos, novas tarefas chegam durante todo o tempo. Sendo que o ambiente de produção considerado na pesquisa é o dinâmico.

Os Problemas de Programação da Produção PPP podem ser, conforme sua complexidade, segundo Yang e Liao (1999), de duas classes: Polinomial (P); e, Não Polinomial (NP). Assim, como restrições adicionais foram consideradas nas hipóteses, os PPP considerados nesta pesquisa foram os da classe Não Polinomial (YANG e LIAO, 1999), que envolve os problemas mais complexos, considerados não básicos (PORTMAN In ARTIBA E ELMAGHRABY, 1997). Sendo que o PPP considerado na pesquisa classifica-se como NP.

A complexidade de um Problema de Programação da Produção (PPP) pode ser aumentada segundo Boiko 2009, tornando-o um problema não básico, quando restrições adicionais são acrescentadas ao problema tradicional. Pode-se citar alguns exemplos de possíveis restrições adicionais:

Tempo de remoção; Tempo de *lag*; *Release dates*; Tempos de transferência; *Blocking*; *Deadlines*; *Robotic Flow Shop*; *Breakdowns*; *Buffer*; Reprogramações; Gargalo; Operador único.

Nesse trabalho foi *No-wait* considerado como restrição que segundo Branco (2006) é um tipo de restrição adicional que não permite que haja tempo de espera no processamento de uma tarefa de uma máquina para a próxima. O único tempo de espera permitido é no início do processamento da tarefa na primeira máquina.



METODOLOGIA

A pesquisa aqui apresentada classifica-se, quanto aos fins, como descritiva e explicativa e, quanto aos meios, como bibliográfica. O método de abordagem utilizado na pesquisa foi o qualitativo-quantitativo.

A pesquisa bibliográfica foi utilizada no levantamento e estudo da teoria de base e na revisão de literatura.

O referencial teórico conceitual delineado pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Processos e Gestão de Operações (GEPPGO), do Departamento de Engenharia de Produção (DEP) da FECILCAM norteou o desenvolvimento desta pesquisa.

Em complemento ao referencial teórico conceitual aqui adotado, a teoria de base foi levantada em livros, revistas, periódicos, teses, dissertações e anais de eventos que tratem de Engenharia de Operações e Processos da Produção, Planejamento, Programação e Controle da Produção, Programação da Produção, Programação Matemática, Problema de Programação da Produção, sistema de produção *Flow Shop*, restrições adicionais de problemas de Programação da Produção e critério de desempenho *Flow Time*.

A revisão de literatura foi realizada em nível nacional, sendo consideradas revistas, periódicos, teses, dissertações e anais de eventos. Esta foi delineada em função da busca por trabalhos que apresentem métodos heurísticos para a solução do problema de Programação da Produção em *Flow Shop* com restrições e critério de desempenho *Flow Time*. A busca por trabalhos se deu utilizando-se os seguintes termos chaves: Programação da Produção (em inglês, *Production Scheduling*, termo bastante usado em português); *Flow Shop*; restrições; *Flow Time*; métodos heurísticos.

Como base de dados para a busca de artigos, teses e dissertações foram usados o Portal Capes, Portal Scielo, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e as bibliotecas digitais das principais universidades do Brasil, que possuem programa de pós-graduação em Engenharia de Produção e/ou áreas correlatas.

Não se estabeleceu uma limitação temporal na revisão de literatura.

O foco do artigo está nas análises do delineamento da experimentação computacional.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE DE ARTIGOS

Perales (2001) apresenta uma proposta de classificação para os sistemas de produção com o objetivo de fornecer uma apresentação didática do assunto. Usa como meio a revisão de literatura.

Raposo; Rebelo (2007) apresentam um estudo de caso que tem por objetivo a interpretação do sistema de produção pelo planejamento e controle da produção, usando como justificativa a necessidade da agilidade da tomada de decisão.

Boiko; Morais (2009) relatam a pesquisa realizada pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Processos e Gestão de Operações (GEPPGO), Linha de Pesquisa em Pesquisa Operacional Aplicada aos Sistemas de Produção, cujo objetivo foi realizar uma discussão teórica conceitual sobre Planejamento Programação e Controle da Produção (PPCP), englobando os seguintes tópicos: Definições; Funções Relacionamento com outras Áreas da Organização; Atividades - Hierarquia do Planejamento da Produção e Horizontes de Planejamento; O PPCP na Estrutura Organizacional; PPCP e as Necessidades das Organizações.

Boiko; Morais (2009) partem da necessidade de uma pesquisa de cunho teórico conceitual comprovada em pesquisa anteriores realizadas pelo GEPPGO sobre Programação da produção (PP). Assim é apresentada uma abordagem teórico conceitual de PP, sob a ótica da Pesquisa Operacional (PO): definição de PP; Problema de PP.

Morais; Boiko (2009) apresentam uma proposta de classificação de Sistema de Produção quanto ao posicionamento do processo baseando-se em Fogarty *et al.* (1991), McCarthy;Liu (1993), Fuchigami (2005), Moccellin (2005), Arenales *et al.* (2007), Mesquita *et al.* In Lustosa *et al.* (2008), Boiko (2008) e Morais (2008).

Boiko (2009) apresenta uma investigação do Problema de PP em *Flow Shop* com m máquinas, com restrições adicionais e bicritério de C_{max} e f_j Médio. Para isso apresenta uma revisão de literatura das pesquisas realizadas em PP.

Nagano, Mocellin e Lorena (2005) tratam do problema de programação da produção em ambiente de produção *Flow Shop* Permutacional com critério de *Flow Time* Médio sem restrições. É proposto um novo método heurístico melhorativo para solução do problema. Por meio de experimentação computacional, o desempenho do método proposto é avaliado e comparado com o melhor método heurístico reportado na literatura. O método proposto demonstra superioridade para o conjunto de problemas tratados.



Scardoelli (2006) apresenta o problema de programação de operações em máquinas no ambiente no-wait *Flow Time*. É utilizado o critério de desempenho *Flow Time Total*. São propostos novos métodos heurísticos construtivos para o problema que se mostraram tão bons quanto os já existentes na literatura. São analisados os resultados da computação experimental e computacional.

Fabrizio, Cabral e Subramanian (2007) tratam o problema de programação da produção em *Flow Shop* Híbrido com critério de *Flow Time* encontrado em uma indústria de bebidas. Considera como restrição o tamanho de lote variável, tempo e custo de preparação dependentes da sequência. Para a resolução do problema, é proposto um método de solução ótima que se mostrou capaz de resolver o problema em um tempo aceitável e os resultados foram compatíveis com a realidade do processo produtivo.

Ribeiro Filho, Nagano e Lorena (2007) abordam o problema de programação em ambiente de produção *Flow Shop* Permutacional com critério de desempenho *Flow Time Total*. Para solução do problema é proposto um método heurístico melhorativo. Através de experimentação computacional foi avaliado com os melhores métodos reportados na literatura. O método proposto apresentou superioridade em relação à qualidade das soluções obtidas.

Ferreira, Moberito e Rangel (2008) apresentam o problema de programação em *Flow Shop* com critério de desempenho *Flow Time* e setup dependente da sequência. Para a solução do problema é proposto um método de solução ótima. Os resultados foram capazes de gerar resultados melhores do que as soluções anteriores geravam na indústria.

Morais (2008) trata o problema de programação da produção em ambiente de produção *Flow Shop* Híbrido com critério de desempenho *Flow Time Médio* com setup dependente da sequência. Foram desenvolvidos quatro métodos heurísticos construtivos com base em algoritmos reportados na literatura para solução do problema *Flow Shop* permutacional e máquinas paralelas cujo tempo de setup é dependente da sequência de execução das tarefas. Como não foram encontrados na literatura métodos de solução para o problema investigado neste trabalho, os algoritmos propostos foram comparados entre si. Foi efetuado um estudo da influência da relação entre as ordens de grandeza dos tempos de processamento das tarefas e do setup das máquinas em cada método de solução. Os resultados obtidos na experimentação computacional foram analisados e discutidos com base na porcentagem de sucesso, desvio relativo, desvio-padrão do desvio relativo e tempo médio de computação.

Morais; Moccellini (2010) tratam o problema de programação da produção em ambiente de produção *Flow Shop* Híbrido com critério de desempenho *Flow Time Médio*

com setup dependente da sequência. Foram desenvolvidos quatro métodos heurísticos construtivos

ANÁLISE DO DELINEAMENTO DA EXPERIMENTAÇÃO COMPUTACIONAL

Nesse tópico é feita a análise dos trabalhos considerando exclusivamente a experimentação computacional, dividindo-se na análise dos intervalos de distribuição dos tempos considerados, definição de amostragem, obtenção dos dados e processo de análise do desempenho do método.

INTERVALOS DE DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS CONSIDERADOS

Trabalho	INTERVALO DE DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS CONSIDERADOS			
	Processamento	Setup	Remoção	Transferência
Nagano; Moccellini; Lorena (2005)	[1-99]	nd	nd	nd
Scardoelli (2006)	[1-99]	nd	nd	nd
Fabício; Cabral; Subramanian (2007)	nd	nd	nd	nd
Ribeiro Filho; Nagano; Lorena (2007)	[1-99]	nd	nd	nd
Ferreira; Moberito; Rangel (2008)	nd	nd	nd	nd
Morais (2008)	[1-99], [50, 99],	[1-99], [100-120], [1,9], [1-49], [1- 120], [1-20]	nd	nd
Morais; Moccellini (2010)	[1-99], [50, 99],	[1-99], [100-120], [1,9], [1-49], [1- 120], [1-20]	nd	nd

Quadro 4: Intervalo de tempo considerado

PROCESSAMENTO

Observando o Quadro 4 percebe-se que nenhum dos trabalhos apresentaram todas as distribuições de tempo analisados, sendo que, em sua maioria os trabalhos estipulam somente o tempo de processamento de [1-99].



SETUP

Somente Morais (2008) e Morais; Moccellini (2010) apresentam intervalo de distribuição de tempos de *Setup*. Nos trabalhos de Fabrício, Cabral e Subramanian (2007) e Ferreira, Moberito e Rangel (2008) não são apresentados os intervalos de distribuição por se tratarem de estudos de caso que tem lote de produção variável.

DEFINIÇÃO DE AMOSTRAGEM: QUANTIDADE DE PROBLEMAS; CLASSES DE PROBLEMA (NÚMERO DE TAREFAS A SEREM PROCESSADAS X NÚMERO DE MÁQUINAS DISPONÍVEIS)

Trabalho	DEFINIÇÃO DA AMOSTRAGEM	
	Quantidade de problemas	Classes de problemas
Nagano; Moccellini; Lorena (2005)	5200	i) $n \in \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80\}$ e $m \in \{5, 10, 15, 20\}$
Scardoelli (2006)	7.200	i) $n \in \{5, 6, 7, 8, 9\}$ e $m \in \{5, 10, 15, 20\}$; ii) $n \in \{10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80\}$ e $m \in \{5, 10, 15, 20\}$; iii) $n \in \{90, 100, 110, 120, 130\}$ e $m \in \{5, 10, 15, 20\}$.
Fabrício; Cabral; Subramanian (2007)	nd	nd
Ribeiro Filho; Nagano; Lorena (2007)	260	$n \in \{20, 50, 100\}$, $m \in \{5, 10\}$
Ferreira; Moberito; Rangel (2008)	nd	nd
Morais (2008)	14.400	$n \in \{10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120\}$, $K \in \{4, 7\}$
Morais; Moccellini (2010 <i>in press</i>)	14.400	$n \in \{10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120\}$, $K \in \{4, 7\}$

Quadro 5: Definição da amostragem

A partir do Quadro 5 observa-se que Scardoelli (2006) utiliza 3 classes de problemas na experimentação computacional do método proposto.

E que novamente por se tratarem de dados reais Fabrício, Cabral e Subramanian (2007) e Ferreira, Moberito e Rangel (2008) não expõem a quantidade de problemas utilizados e suas classes da forma que são encontradas nos demais trabalhos.



OBTENÇÃO DOS DADOS

Trabalho	Forma de obtenção de dados
Nagano; Moccellini; Lorena (2005)	Distribuição aleatória
Scardoelli (2006)	Distribuição aleatória
Fabrcio; Cabral; Subramanian (2007)	Dados reais
Ribeiro Filho; Nagano; Lorena (2007)	Distribuição aleatória
Ferreira; Moberito; Rangel (2008)	Dados reais
Morais (2008)	Distribuição aleatória
Morais; Moccellini (2010 <i>in press</i>)	Distribuição aleatória

Quadro 6: Geração dos dados

Em 71,42% dos trabalhos os dados foram obtidos através de distribuição aleatória e o restante, 28,57% são dados reais, justamente por se tratarem de estudos de caso.

PROCESSO DE ANÁLISE DO DESEMPENHO DO MÉTODO

Trabalho	Processo de análise do Método	Desempenho Apresentado
Nagano; Moccellini; Lorena (2005)	Redução do tempo de processamento	Superior ao método de comparação
Scardoelli (2006)	Porcentagem de sucesso, desvio médio relativo, tempo médio de computação	Superiores aos métodos de comparação
Fabrcio; Cabral; Subramanian (2007)	Redução do tempo total de horas paradas para preparação	Reduziu em 12,79% o tempo de parada para preparação
Ribeiro Filho; Nagano; Lorena (2007)	Redução da soma total dos tempos de fluxos das tarefas	Superior ao método de comparação
Ferreira; Moberito; Rangel (2008)	Redução do custo total	Apresentou solução melhor que a solução da empresa
Morais (2008)	Porcentagem de sucesso, desvio relativo, desvio-padrão do desvio relativo e tempo médio de computação	Superiores aos métodos de comparação
Morais; Moccellini (2010)	Porcentagem de sucesso, desvio relativo, desvio-padrão do desvio relativo e tempo médio de computação	Superiores aos métodos de comparação

Quadro 7: Critérios de avaliação do software

AVALIAÇÃO DO MÉTODO

A partir do Quadro 7 pode-se observar que existe uma grande preocupação com a redução do tempo de processamento, sendo que esse foi um dos objetivos da maioria dos trabalhos.



DESEMPENHO DO MÉTODO

Todos os métodos apresentaram aspectos positivos tanto em comparação com outros métodos para os trabalhos que utilizaram distribuição aleatória para obtenção de dados, quanto em comparação com o método utilizado anteriormente na indústria, para os métodos que utilizam dados reais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a grande importância da atividade de Programação da Produção, existem poucos trabalhos publicados no Brasil, sendo que menor ainda é a quantidade de trabalhos que consideram as restrições a que a Programação da Produção possa estar sujeito.

Quanto aos métodos analisados verifica-se que a maioria dos trabalhos definem os tempos de processamento em intervalo de 1-99 e nenhum trabalho considera os tempos de remoção e transferência das tarefas.

Em 71,42% dos trabalhos os dados foram obtidos através de distribuição aleatória e o restante, 28,57% são dados reais, justamente por se tratarem de estudos de caso. Existe uma grande preocupação com a redução do tempo total de processamento das tarefas.

Com a realização desta pesquisa, verificou-se também divergências entre definições e conceitos acerca da teoria da Programação da Programação utilizados por diversos autores da área. Assim uma pesquisa foi elaborada pelo GEPPGO com o objetivo principal de realizar uma discussão teórica conceitual sobre o Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP).

As próximas etapas da pesquisa tem como propósito a elaboração de um método de Programação da Produção em *Flow Shop* Permutacional com Restrições adicionais e Critério de *Flow Time* Médio considerando que não foram encontrados métodos que abordassem esse tipo de problema. Posteriormente, visa-se a aplicação do método desenvolvido.

Sugere-se aqui novas pesquisas que tenham por objetivo a identificação dos Problemas de Programação da Produção de Indústrias, pesquisas essas que podem servir como referência para a elaboração de algoritmos que promovam a solução desses problemas.



REFERÊNCIAS

ABEPRO. **Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção**. 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&s=1&c=362>>. Acesso em: 15 de junho de 2009 às 13 hs 15.

ABEPRO. **Engenharia de Produção: Grande área e diretrizes curriculares**. 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Ref_curriculares_-ABEPRO.pdf>. Acesso em 29 de agosto de 2009 às 20 hs.

BAKER, K. R. **Introduction to sequencing and scheduling**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1974.

BEDWORTH, D. D.; BAILEY, J. E. **Integrated Production Control Systems: management, analysis, design**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1987.

BOIKO, T. J. P. **Métodos heurísticos para a programação em Flow Shop Permutacional com tempos de setup separados dos tempos de processamento e independentes da seqüência de tarefas**. 2008. 220 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2008.

_____. Programação da Produção em *Flow Shop* Permutacional com Restrições Adicionais e Critérios de Desempenho de *Flow Time* e *Makespan*: uma Revisão de Literatura. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICO, 6, 2009, Campo Mourão, PR. **Anais...** Campo Mourão: 2009.

BOIKO, T. J. P.; MORAIS, M. de F Planejamento, A Atividade de Programação da Produção sob a Ótica da Pesquisa Operacional: Uma Abordagem Teórico Conceitual. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICO, 6, 2009, Campo Mourão, PR. **Anais...** Campo Mourão: 2009.

_____. Planejamento, A Atividade de Programação da Produção sob a Ótica da Pesquisa Operacional: Uma Abordagem Teórico Conceitual. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICO, 6, 2009, Campo Mourão, PR. **Anais...** Campo Mourão: 2009.

_____. Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP): Uma Discussão Teórico Conceitual. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICO, 6, 2009, Campo Mourão, PR. **Anais...** Campo Mourão: 2009.

BRANCO, F. J. C. **Avaliação de métodos heréticos para problema no-wait flowshop com critério de minimização da duração total da programação da produção**. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

FABRÍCIO, A. DE S. F.; CABRAL, L. DOS A. F.; SUBRAMANIAN, A. Problema de dimensionamento de lotes e sequenciamento da produção: um estudo de caso em uma indústria de bebidas. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (XXVII ENEGEP), 27, 2007. Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Rio de Janeiro: 2007.

FERREIRA, D.; MORABITO, R.; RANGEL, S. Um modelo de otimização inteira mista e heurísticas relax and fix para a programação da produção de fábricas de refrigerantes de pequeno porte. **Produção**. São Paulo, 18, 1, 76-88, 2008.



FRENCH, S. **Sequencing and Scheduling: an introduction to the mathematics of the job-shop**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1982.

GUPTA, J. N. D. e STAFFORD JR., E. F. *Flowshop* scheduling research after five decades. **European Journal of Operational Research**, 169, 699-711, 2006.

JOHNSON, S. M. Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included. **Naval Research Logistics Quarterly**. Hoboken, v. 1, p. 61-68, 1954.

MACCARTHY, B. L.; LIU, J. Y. Addressing the gap in scheduling research: a review of optimization and heuristic methods in production scheduling. **International Journal of Production Research**, London, v. 31, n. 1, p. 59-79, 1993.

MESQUITA, M.; et. al. Programação detalhada da produção. In: LUSTOSA, L. J. et. al. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2008.

MORAIS, M. D. F. **Métodos heurísticos construtivos para redução do estoque em processo em ambientes de produção Flow Shop** híbridos com tempos de setup dependentes da seqüência. 300 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2008.

MORAIS, M. de F.; BOIKO, T. J. P. Classificação de Sistemas de Produção Quanto ao Posicionamento do Processo: Uma Abordagem de Engenharia da Produção. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTIFICA E TECNOLÓGICO, 6, 2009, Campo Mourão, PR. **Anais...** Campo Mourão: 2009.

MORAIS, M. D. F.; MOCCELLIN, J. V. Métodos heurísticos construtivos para redução do estoque em processo em ambientes de produção Flow Shop híbridos com tempos de setup dependentes da seqüência. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p.367-375, 2010.

NAGANO, M. S.; MOCCELLIN, J. V. & LORENA, L. A. N. Programação da produção Flow Shop permutacional com minimização do tempo médio de fluxo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO PESQUISA OPERACIONAL (XXXVI SBPO), 36, 2004, São José Del-Rei - MG. **Anais...**

PERALES, Wattson. Classificação dos Sistemas de Produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2001. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: 2001.

PORTMANN, M. C. Scheduling methodology: optimization and compu-search approaches I. In: ARTIBA, A.; ELMAGHRABY, S. E. *The planning and scheduling of production systems: methodologies and applications*. London: Chapman & Hall, 1997.

RAPOSO, C. de F. C.; REBELO; L. M. B.. Sistema de produção sob a ótica do planejamento e controle da produção: um estudo de caso no setor eletroeletrônico de Manaus. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 27, 2007. Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2009.

RIBEIRO FILHO, G.; NAGANO, M. S.; LORENA, L. A. N. Heurística evolutiva para a redução do estoque em processamento em sistemas de produção *Flow Shop* permutacional. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (XXVII ENEGEP), 27, 2007. Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Rio de Janeiro: 2007



RUSSOMANO, V. H. Planejamento e Controle da Produção. 6. ed. São Paulo: Pioneira. 2000.

SÁ MOTTA, I. **Planejamento e Controle da Produção**. In: MACHLINE, C. et al. **Manual de Administração da Produção**. Rio de Janeiro: FGV, 1972. v. 1.

SCARDOELLI, L. Y. **Novos métodos heurísticos para a programação de operações no-wait Flow Shop com critérios de minimização do tempo total de fluxo**. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2008.

TAILLARD, E. Benchmarks for basic scheduling problems. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 64, p. 278-285, 1993.

TUBINO, D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas. 2000.

_____. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas. 2007.

YANG, W.; LIAO, C. Survey of scheduling research involving setup times. **International Journal of Systems Science**, Abington, v. 30, n. 2, p. 143-155, 1999.