



# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

## SOFTWARES DE SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO: ANÁLISE E CONSIDERAÇÕES

**Marcel Matsuzaki da Silva (UFPR)** -marcelmatsuzaki@hotmail.com

**Jessica Werner Boschetto (UFPR)** -je.boschetto@gmail.com

**Izabel Cristina Zattar (UFPR)** -izabel.zattar@gmail.com

### **Resumo:**

Com a crescente competitividade empresarial, a busca pela eficiência operacional transformou-se em um objetivo estratégico para muitas organizações. Desta forma, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) tornou-se relevante para alcançar esse objetivo, pois sua função busca aumentar o desempenho operacional. No âmbito de curto prazo, o PCP responsabiliza-se pelo sequenciamento da produção, onde geralmente são utilizados softwares que auxiliam na tomada de decisões. Portanto, este artigo tem como objetivo analisar alguns softwares de sequenciamento da produção através das suas características funcionais. Diante disto, foi realizada uma pesquisa na base de dados do Google Acadêmico selecionando os principais trabalhos que apresentam softwares que estão alinhados com o objetivo desta pesquisa. Como resultado, percebeu-se uma diferença em relação as características funcionais dos softwares e uma oportunidade referente ao desenvolvimento de softwares gratuitos de sequenciamento baseado no conceito de capacidade finita, que considere multiplas restrições.

### **Palavras Chave:**

PCP, Sequenciamento da Produção, Software.





### 1. Introdução

Com a presença de grandes grupos nacionais e internacionais no mercado, percebe-se uma dinâmica altamente competitiva, sendo necessário buscar um melhor aproveitamento de seus recursos para obter uma redução de custos. Essa competitividade gera uma necessidade contínua a procura de melhores desempenhos computacionais a fim de possibilitar a otimização dos processos produtivos. (TOSO e MORABITO, 2005).

De acordo com Trierweiller *et al.* (2008), o Planejamento e Controle da Produção pode ser definido como a coordenação dos departamentos de uma organização com foco voltado ao atendimento da demanda de vendas ou programação da produção, de modo que as mesmas sejam atendidas nos prazos e quantidades exigidas.

O PCP exerce um papel importante para o bom desempenho de uma empresa, pois envolve uma grande quantidade de informações que devem ser analisadas simultaneamente, para uma melhor utilização dos recursos envolvidos na produção. Dentro de um contexto de curto a médio prazo, as tomadas de decisões do planejamento relacionam questões como o dimensionamento de lotes e seqüenciamento da produção (TOSO, 2003).

Por este fato o PCP integra a cadeia produtiva interna da organização, devido as suas características de gerenciamento de informações para auxílio na tomada de decisão, ou seja, a tecnologia de informação desenvolve soluções para a integração e torna possíveis as decisões de PCP com a rapidez e flexibilidade exigidas na competição moderna (LUSTOSA *et al.*, 2011).

Diante disto, o objetivo deste artigo é analisar alguns *softwares* de sequenciamento da produção através das suas características funcionais, onde o resultado desta pesquisa pode auxiliar na construção de novos *softwares*.





De acordo com Tocha (2014), os *softwares* configuram uma diversidade de características e especificidades, que tornam possíveis a melhoria em curto prazo, ou seja, no planejamento operacional onde se encontra o sequenciamento da produção. Alguns têm maior ênfase na pesquisa operacional, enquanto outros focam-se na programação da produção, porém todos visam melhorias fundamentais para o ambiente da produção, bem como o aumento da competitividade de empresas, de forma a fornecer, ao programador, uma visão geral relativa às tarefas, operações, recursos e a sua diversidade de utilização.

Para alcançar o objetivo proposto, este trabalho apresenta no capítulo 2 uma definição dos assuntos que serão abordados, seguido do método utilizado para se chegar a uma conclusão. No capítulo 4 são abordadas as análises sobre os softwares selecionados e no capítulo 5 são descritas as considerações sobre o tema abordado.

## 2. Breve Referencial Teórico

De acordo com Fusco e Sacomano (2007), o planejamento e controle da produção (PCP) é a função administrativa que tem por objetivos fazer os planos que orientarão a produção e servirão de guia para o seu controle. Segundo Vollmann *et al.* (2006), muitas empresas perderam grandes oportunidades por não ter um PCP bem estruturado capaz de responder rapidamente as mudanças de cenários.

O PCP exerce suas atividades em todos os níveis hierárquicos: curto, médio e longo prazo. No longo prazo determina-se o Planejamento Estratégico da Produção, gerando um Plano de Produção. No âmbito de médio prazo o PCP atua através do Plano Mestre de Produção (PMP), neste ponto, o planejamento já é bem mais detalhado com base nas previsões de vendas e nos pedidos já confirmados e considerando os produtos finais. No





curto prazo é realizada a programação da produção, administração dos estoques, sequenciamento, emitindo e liberando as ordens de compras, fabricação e montagem, assim como o acompanhamento e controle da produção e gerando o relatório de avaliação e desempenho (TUBINO, 2009).

## 2.1 Sequenciamento de Produção

De acordo com Watanabe, Ida e Gen (2005) dentre os principais e mais difíceis problemas enfrentados pelas empresas de manufatura flexível, está o sequenciamento da produção (*scheduling*), também chamado de agendamento. Para Pinedo (2012), o sequenciamento da produção é um processo de tomada de decisão que lida com a alocação de recursos para as tarefas em determinado período de tempo e seu objetivo é a otimização na programação de operações.

Segundo Girotti *et al* (2011), a complexidade da otimização na programação de operações está associada à natureza combinatória do problema. Para uma mesma configuração de *layout* de máquinas, podem ser definidos diferentes objetivos, como minimizar o tempo total de conclusão das ordens, minimizar atrasos, etc. Definidos a configuração e o objetivo do problema, busca-se um método eficiente que proporcione soluções boas (não necessariamente ótimas) dentro do geralmente vasto espaço de soluções.

Muitas vezes por serem de fácil implementação, são utilizadas as regras de despacho. Algumas delas são definidas abaixo:

- FIFO (*first in, first out*): tarefas são efetuadas na mesma ordem em que são cadastradas objetivando menor tempo de espera, porém não considerando nem tempo ou melhor ordem para execução das atividades (SANTO, 2014);





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

- STP (*Shortest Processing Time*): costuma ser usada para minimizar o tempo de fluxo total, consistindo em atribuir maior prioridade às tarefas que tenham o menor tempo de processamento da próxima operação (CHIANG & FU, 2004)
- EDD (*Earliest Due Date*): A regra EDD consiste na programação das ordens em uma seqüência crescente das datas de entrega (SANTOS, 1995);
- CR (*Critical Ratio*): atua em relação a minimizar os tempos médios de atraso e adiantamento das tarefas, procurando maximizar os resultados nos aspectos de tempo médio de fluxo para tarefas em atraso (CHIANG & FU, 2004).

Estas regras de despacho podem ser utilizadas para solucionar problemas de seqüenciamento em diversos ambientes de produção, onde de acordo com Morais e Moccellin (2010) as principais podem ser definidas como:

- *Job shop*: cada tarefa tem sua própria ordem de processamento nas máquinas;
- *Flow shop*: todas as tarefas têm o mesmo fluxo de processamento nas máquinas;
- *Open shop*: não há fluxo definido (específico) para as tarefas serem processadas nas máquinas;
- *Flow shop permutacional*: trata-se de *flow shop* no qual a ordem de processamento das tarefas deve ser a mesma em todas as máquinas;
- Máquina única: existe apenas uma máquina a ser utilizada;
- Máquinas paralelas: são disponíveis mais de uma máquina, geralmente idênticas, para as mesmas operações;





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

- *Job shop* com múltiplas máquinas: *job shop* no qual em cada estágio de produção existe um conjunto de máquinas paralelas; e
- *Flow shop* com múltiplas máquinas: *flow shop* no qual em cada estágio de produção existe um conjunto de máquinas paralelas.

Neste contexto, com objetivo de apoiar as decisões no âmbito da programação da produção, foram desenvolvidos os sistemas de programação da produção com capacidade finita. Estes sistemas consideram a capacidade produtiva e as características tecnológicas do ambiente produtivo como uma restrição *a priori* para a tomada de decisão, buscando garantir que o programa de produção resultante seja viável (PEDROSO e CORRÊA, 1996).

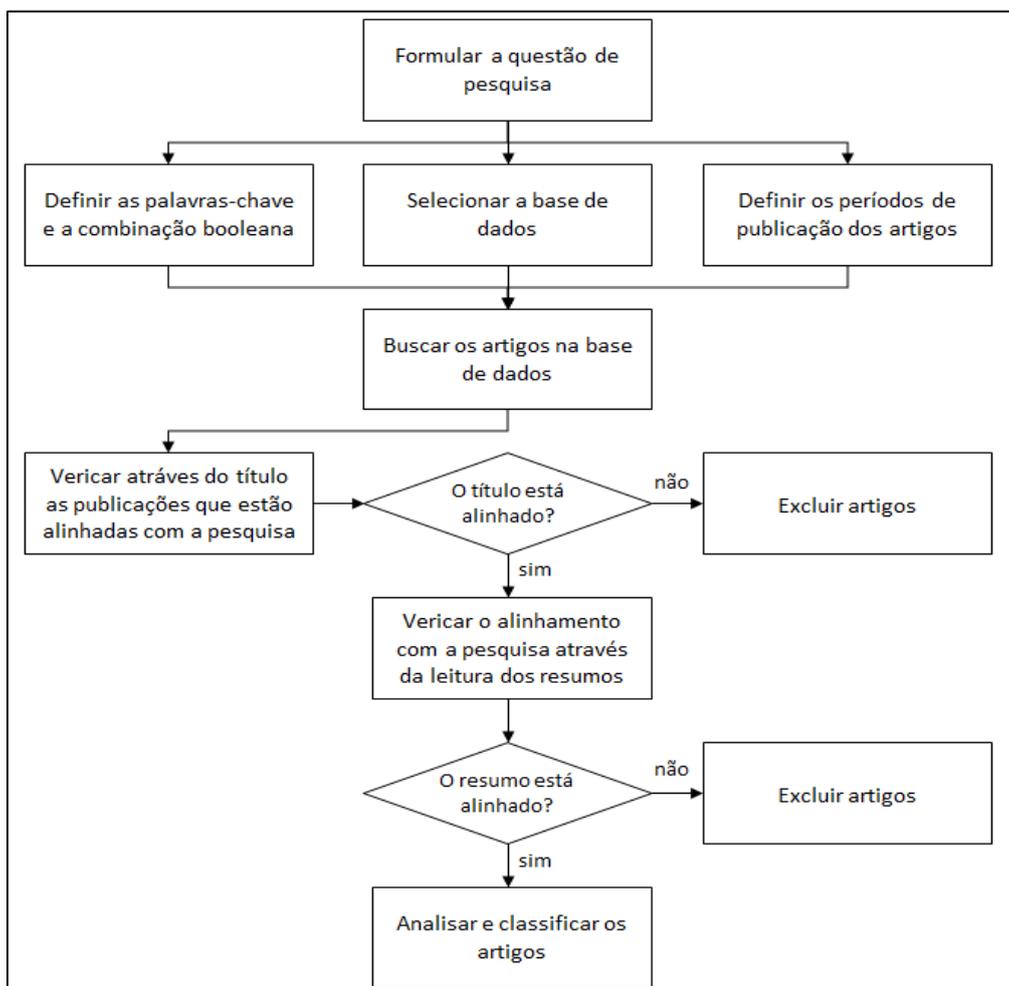
Porém, apesar de toda a contribuição acadêmica da área de *Scheduling*, o uso das técnicas e algoritmos desenvolvidos ainda é limitado em ambientes reais de produção. Frequentemente, os gerentes de produção tomam decisões de sequenciamento de forma relativamente empírica. Os custos e limitações dos *softwares* de programação finita disponíveis são fatores inibidores à difusão de técnicas de programação (HARRISON e PETTY, 2002).

### 3. Método de Pesquisa

Para dar início a este trabalho foi necessário o desenvolvimento de um framework baseado no trabalho de Gohr *et al* (2013), que é apresentado detalhadamente na Figura 1.



Figura 1 – *Framework*



Fonte: adaptado de Gohr *et al* (2013)

Este artigo trata-se, como se pode observar, sobre as características funcionais dos softwares de seqüenciamento da produção. A partir deste tema surgiu a necessidade de primeiramente formular a questão de pesquisa que foi definida como: Quais os requisitos funcionais dos softwares de seqüenciamento da produção? E a partir desta questão definiram-se as palavras chaves, que foram utilizadas na busca sistemática.



# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Deste modo, baseados na questão de pesquisa, em outros trabalhos e títulos de artigos referentes ao tema abordado, utilizou-se as palavras chave apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Palavras chave

| Palavras chave:    |     |                                   |
|--------------------|-----|-----------------------------------|
| Software           | AND | Scheduling                        |
| Jogo               |     | Schedule                          |
| Game               |     | Production planning               |
| Simulação          |     | Sequenciamento da produção        |
| Simulation         |     | Sequenciamento                    |
| Software comercial |     | Programação detalhada da produção |
| APS                |     | Programação detalhada             |
| FCS                |     | Programação fina                  |
| ERP                |     | Programação fina da produção      |

Fonte: os autores (2015)

A partir das palavras chave, iniciou-se a seleção dos artigos, onde a principal fonte de pesquisa foi a *Web of Science*, que segundo Gohr *et al* (2013), é uma base multidisciplinar que recupera referências bibliográficas e citações de trabalhos publicados em mais de 10.000 periódicos de alto impacto em diversas áreas do conhecimento, além de disponibilizar um sistema de busca com operadores booleanos.

A seleção dos artigos ocorreu entre o período de dezembro/2014 a janeiro/2015, sendo filtrados apenas os artigos que apresentassem o idioma inglês e português.

A primeira pesquisa, realizada com as palavras chave, o período e os idiomas definidos, obteve um total de 372 artigos. Após o primeiro filtro que foi realizado a partir do título dos 372 artigos, foram selecionados apenas 47. No segundo filtro relacionado ao





resumo dos trabalhos não foi identificado nenhum artigo alinhado à questão de pesquisa.

Com este resultado, percebeu-se que este assunto ainda é pouco abordado na literatura. Diante disto, foi realizada uma pesquisa na base de dados do Google Acadêmico selecionando os principais trabalhos que apresentassem softwares que estivessem alinhados com o objetivo deste artigo.

A partir desta seleção, levantou-se as características funcionais de 5 *softwares* de seqüenciamento da produção. Além de serem consideradas as informações contidas nos trabalhos, também buscou-se instalar estes *softwares* para análise conforme disponibilidade de *download* dos mesmos.

## 4. Análise

Neste capítulo são apresentadas resumidamente as características de cada *software* de seqüenciamento, selecionado conforme já descrito no capítulo 3.

### 4.1 Software Girotti, Nishimura e Mesquita (2011)

Esse software é resultado do trabalho dos autores da Universidade de São Paulo publicado no XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), realizado na cidade de Belo Horizonte em 2011.

O sistema é um sequenciador da produção de um ambiente *job shop*. Desenvolvido na plataforma *MS Excel / VBA*, ele dispõe de três regras de despacho (*FIFO*, *SPT* e *EDD*) e uma técnica chamada pelos autores de carregamento lateral. Ainda considera que todos os centros de trabalho operam de 2ª a 6ª, com jornadas diárias de oito horas, exceto





## III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

feriados previamente cadastrados. Logo, permite que as soluções fornecidas contemplem a disponibilidade de tempo dos centros em cada dia de trabalho como uma restrição ao ambiente.

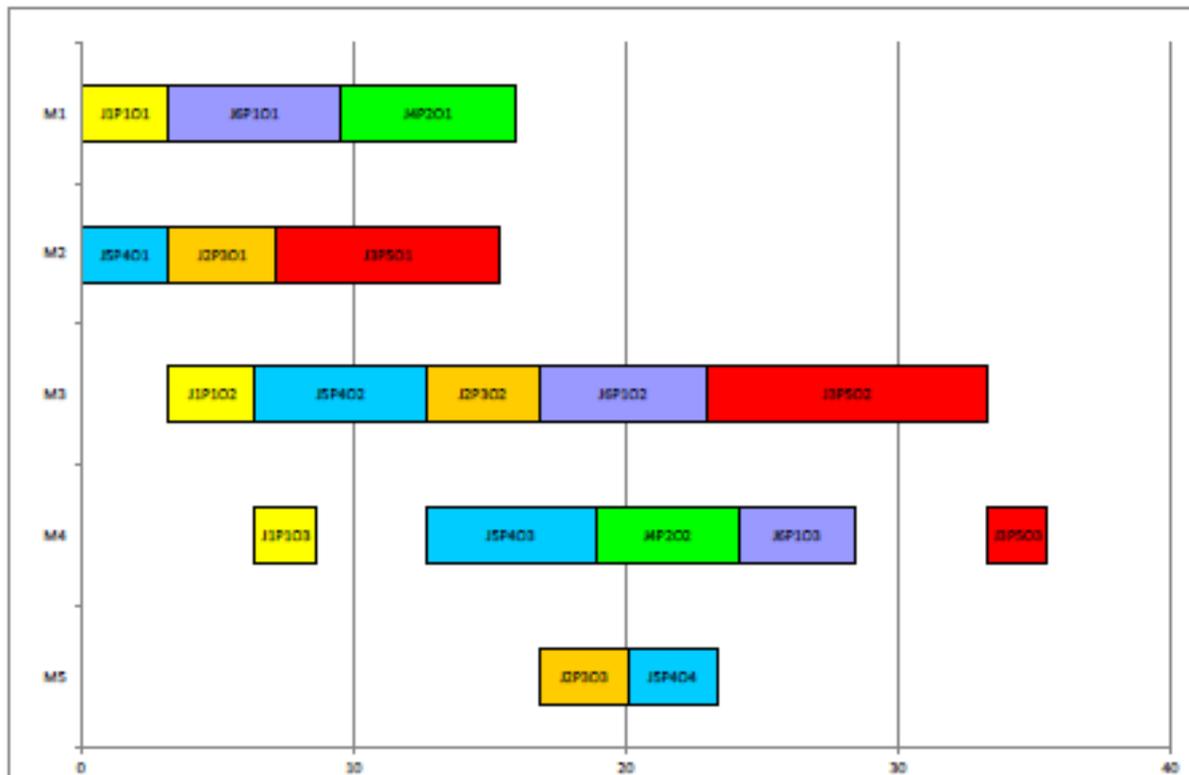
Os dados de entrada do sequenciador são pertinentes a carteira de pedidos e aos roteiros dos produtos. Cada pedido especifica um produto, a quantidade e o prazo de entrega em dias. Para cada produto em carteira, faz-se necessário informar o roteiro de produção bem como o tempo de processamento de cada tarefa necessária para a produção do mesmo. O sistema considera apenas roteiros sequenciais, isto é, não permite operações de montagem, e tampouco considera máquinas em paralelo (*job shop* flexível).

As quatro soluções fornecidas podem ser visualizadas tanto em uma tabela como em um gráfico de Gantt. O gráfico é apresentado abaixo na Figura 2, onde no eixo y,  $M$  significa os centros de trabalho, o eixo x refere-se ao tempo, e no centro, informa-se o tempo necessário das tarefas de um produto, podendo relacionar as tarefas aos produtos através das cores.

O sistema permite ainda que o usuário insira modificações nas soluções, gerando assim seu próprio sequenciamento. Após isso, o software gera uma tabela que compara as soluções geradas através de cinco medidas de desempenho: número total de ordens atrasadas, atraso médio, atraso máximo, tempo médio de fluxo e *makespan*. Com isso, permite ao usuário escolher a melhor solução de sequenciamento gerada pelo sistema.



Figura 2 – interface gráfica do software proposto por Girotti *et. al*



Fonte: Girotti, Nishimura e Mesquita (2011)

## 4.2 LEKIN® Academic Version

O sequenciador da produção LEKIN®, desenvolvido na *Stern School of Business, New York University*, foi criado como uma ferramenta educacional com o propósito de auxiliar no ensino do sequenciamento da produção. O projeto foi dirigido pelo Professor Michael L. Pinedo, Professor Xiuli Chao e o Professor Joseph Leung. As principais partes do sistema foram projetadas e codificadas por estudantes da Universidade de Columbia, sendo parcialmente financiado pela *National Science Foundation* (NYU STERN, 2015).



# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Com o LEKIN® é possível sequenciar tarefas em seis ambientes de produção: *single machine*, *parallel machines*, *flow shop*, *flexible flow shop*, *job shop* e *flexible job shop*. Esses ambientes são oferecidos ao usuário na tela inicial do LEKIN®.

Após isso, os dados de entrada são:

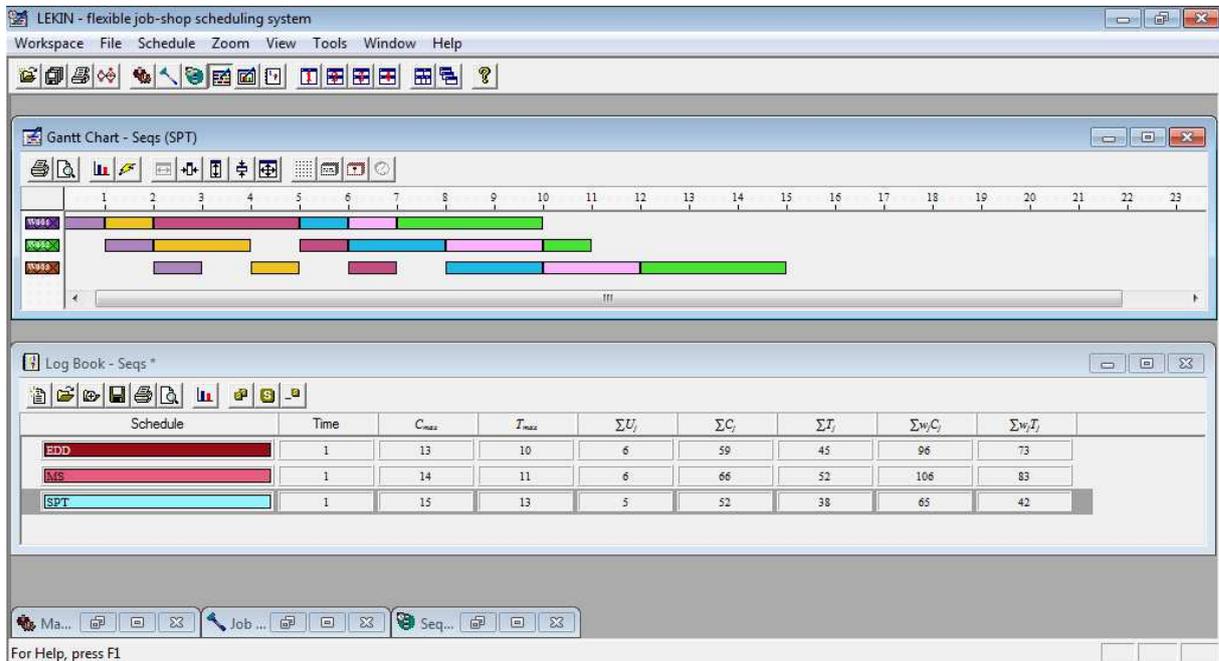
- Quanto aos *workcenter* – quantidade (entre 2 e 999), número de máquinas (até 100), período de disponibilidade e matriz de setup;
- Quanto aos *jobs* – quantidade (entre 2 e 999), período de lançamento, data de entrega e roteiro de produção.

O LEKIN® oferece 13 soluções de sequenciamento, sendo 8 regras de despacho e 5 heurísticas disponíveis apenas para alguns ambientes de produção. As soluções são demonstradas em um gráfico de Gantt e podem também ser alteradas pelo usuário. O sequenciador compara as soluções geradas com 8 medidas de desempenho, proporcionando ao usuário optar pela melhor solução. A Figura 3 apresenta a solução gerada pela regra *SPT* de 6 *jobs* e 2 *workcenter* em um *flexible flow shop* e a tabela de comparação de desempenho.

Essas são, sob o escopo desse trabalho, as principais características funcionais que o LEKIN® possui, o qual está disponível gratuitamente para *download* no site <http://community.stern.nyu.edu/om/software/lekin/>. O LEKIN® *Industrial Version*, com fins comerciais, está em fase de projeto e será uma extensão da *Academic Version* com a inclusão das seguintes características funcionais: calendário do tempo utilizado, especificação de férias e turnos de trabalho e a permissão de recirculação das tarefas.



Figura 3 – Interface gráfica do LEKIN®



Fonte: os autores (2015)

### 4.3 Ferramentas TOCHA (2014)

Essas duas ferramentas (*softwares*) são o resultado de uma dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná - UFPR. Desenvolvidas com finalidade didática, as ferramentas buscam desobscurecer a complexidade e fixar os conhecimentos da teoria do sequenciamento da produção.

A primeira ferramenta refere-se ao problema do sequenciamento de tarefas em ambiente *single machine*, e a segunda, em um ambiente *parallel machine* limitado a três máquinas. A seguir são apresentadas, resumidamente e sob o escopo desse trabalho, as principais características funcionais destas ferramentas.



## 4.3.1 Ferramenta 1

O software conta com quatro diferentes regras para solucionar o problema de sequenciamento de tarefas em uma ambiente *single machine*, sendo elas: *FIFO*, *EDD*, *STP* e *CR*. Por motivos didáticos, as tarefas são limitadas ao número de 20, pois ao exceder esse número a interface gráfica não é capaz de apresentá-las didaticamente.

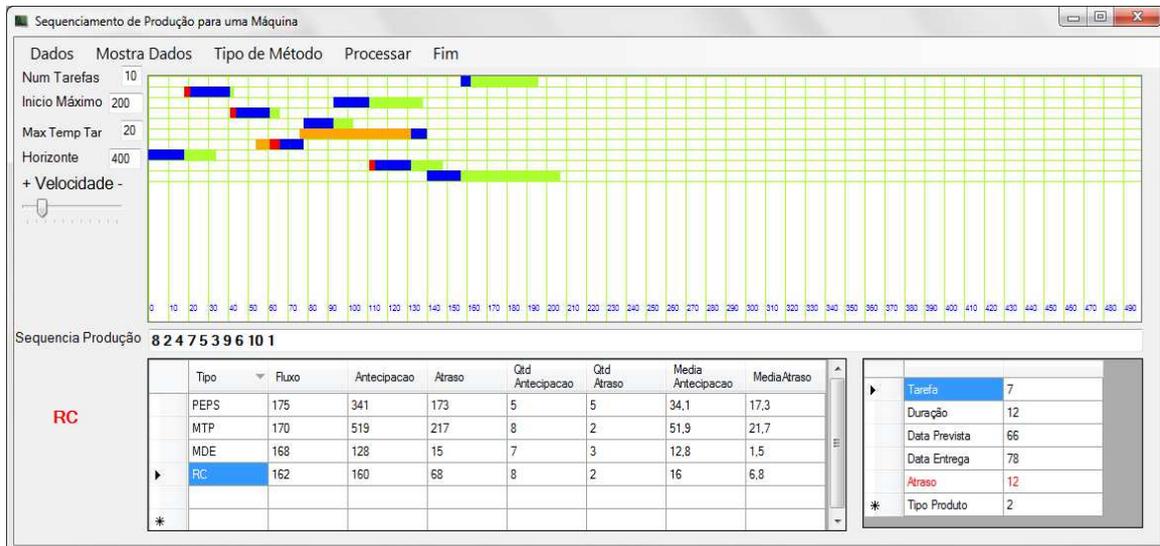
Os dados de entrada são: número de tarefas, tempo de processamento da tarefa, período prometido de entrega, o produto (expressado numericamente) e tempo de *setup*. Alguns destes dados podem ser gerados randomicamente pelo *software* ou podem ser informados pelo usuário. Porém a ferramenta não permite a inserção direta dos dados, sendo necessário digitá-los em um arquivo de bloco de notas de acordo com exemplo apresentado na dissertação e selecionar a opção “Ler arquivos”.

Também existe a possibilidade comparar as soluções geradas pelas regras através de sete medidas de desempenho. Outra possibilidade é a de reduzir a velocidade de sequenciamento, permitindo a visualização da solução gerada tarefa a tarefa.

Abaixo, na Figura 4, é apresentado um exemplo de sequenciamento.



Figura 4 – Interface gráfica da ferramenta 1



Fonte: Tocha (2014)

No gráfico de Gantt é apresentada a solução gerada pela regra CR (*Critical Ratio*), sendo que: as barras em azul representam o tempo de processamento; as em vermelho, o tempo de *setup*; as em verde, a antecipação em relação a período prometido de entrega; e as em laranja, o atraso também em relação ao período prometido de entrega. Na parte inferior à esquerda, encontra-se a tabela que compara o desempenho das quatro regras proposta pelo jogo. Já a parte inferior à direita refere a área de dados da tarefa, que permite visualizar algumas informações pertinente a uma tarefa.

### 4.3.2 Ferramenta 2



## III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

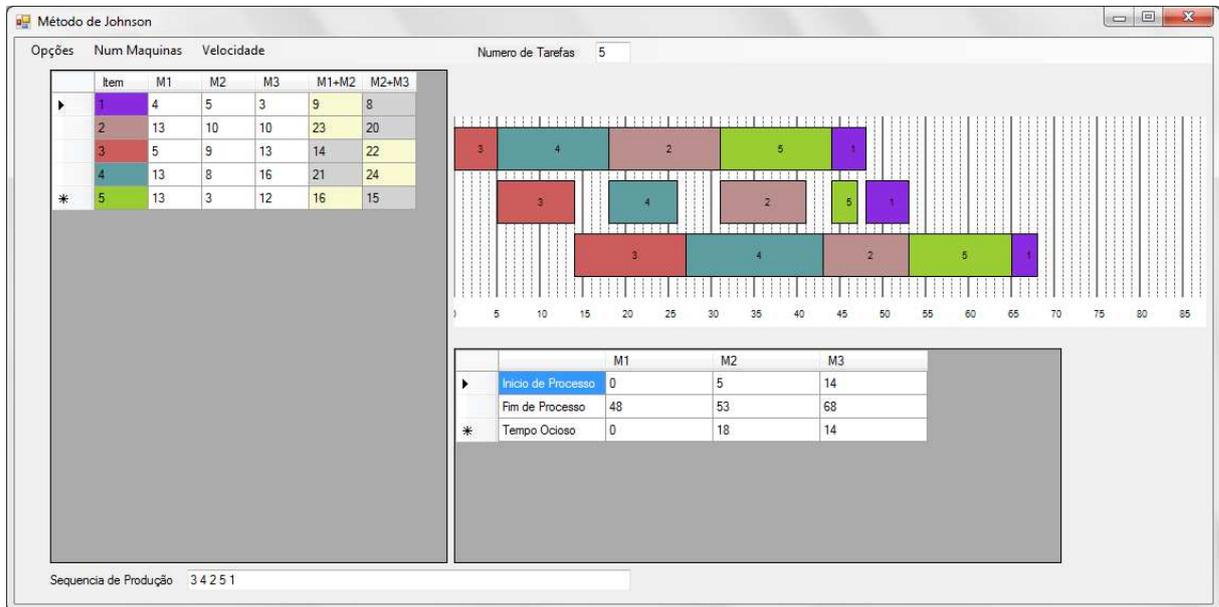
Essa segunda ferramenta proposta por Tocha (2014) busca resolver o problema de sequenciamento de tarefas para um ambiente *Parallel Machine* com duas ou três máquinas. No ambiente com duas máquinas, utiliza-se o algoritmo de Johnson. Já no ambiente com três máquinas, utiliza-se o mesmo algoritmo com adaptações.

Os dados de entrada são semelhantes aos da Ferramenta 1, sendo necessário escolher entre o número de máquinas e o tempo de *setup* não é informado. O métodos para entrar com os dados são iguais aos da Ferramenta 1. Existe uma limitação operacional no que tange a quantidade de tarefas, sendo de no máximo 20, pois ao exceder essa quantidade, não é possível observar graficamente o que acontece com cada tarefa após o sequenciamento. Para visualizá-las adequadamente, o autor sugere uma quantidade máxima de 10 tarefas.

Demonstra-se na Figura 5 a solução gerada pelo software para sequenciamento de cinco tarefas em três máquinas.



Figura 5 – Interface gráfica da ferramenta 2



Fonte: Tocha (2014)

O gráfico demonstra a distribuição das tarefas nas três máquinas, a tabela à esquerda apresenta os dados referentes às cinco tarefas e tabela abaixo traz consigo informações sobre a solução gerada pelo sequenciador.

#### 4.4 Família *PREACTOR*

A *Preactor International* é a empresa líder mundial em APS (*Advanced Planning & Scheduling Software*), fundada há mais de 20 anos emprega mais de 1.000 profissionais em todo mundo. Frequentemente integrado com outros sistemas e fornecido em 30



# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

idiomas, o *software* está presente em mais de 4.500 empresas distribuídas em 88 países (PREACTOR, 2014).

O *Preactor* não é um produto único. Consiste em uma família de produtos que fornece soluções para empresas de pequeno, médio e grande porte. Os produtos possuem configurações originais, mas podem ser personalizadas para atender necessidades específicas dos clientes (PREACTOR, 2014).

A família *Preactor* começa com seu mais novo membro, *Preactor Express*. Sendo uma versão de entrada e gratuita, possui funcionalidades limitadas, mas tem o objetivo de introduzir o usuário no “caminho da excelência em sequenciamento da produção” (PREACTOR, 2014).

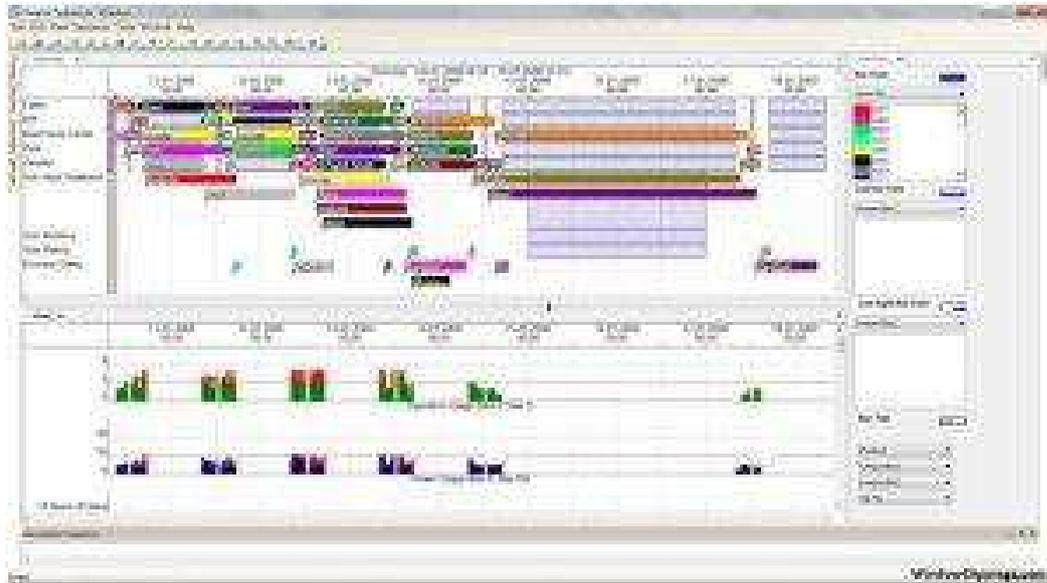
O *Preactor 200 FCS*, segundo Zattar (2004), é uma versão com restrição única, destinado a sistemas produtivos menos complexos, possuindo as seguintes características funcionais:

- Considera tempo de *setup* variáveis em função da programação;
- Visualização de utilização de recursos secundários (como mão de obra e energia);
- Gráficos de tempo de espera por recursos; e
- Banco de dados, menus e relatórios configuráveis.

Já a última versão, *Preactor APS 500*, considera restrições multiplas de capacidade – recursos por operação, restrição para operações subseqüentes, rotas automáticas de operações alternativas, submontagens independentes e padrões de turno para recursos secundários – possuindo todas as funcionalidades disponibilizadas, uma delas é o sequenciamento baseado em simulações, abordagem *event-based* (ZATTAR, 2004).



Figura 6 – Interface gráfica do *Preactor 200 FCS*



Fonte:

Preactor (2014)

### 5. Considerações finais

Dentre os *softwares* analisados, percebeu-se uma certa diferença em relação às suas características. Alguns apresentavam mais funcionalidades e outros menos. Apesar de existir pouca informação na literatura, a família *Preactor* apresentou-se como o conjunto de *softwares* de sequenciamento da produção mais completo. Talvez sua finalidade comercial impulsionou suas características. Possui funções que permitem ao usuário sequenciar a produção considerando as restrições pertinentes ao sistema produtivo, ou seja, fundamentam-se no conceito de capacidade finita.

O LEKIN® e os *softwares* propostos por Tocha (2014) foram desenvolvidos com finalidade didática. Já o proposto por Girotti, Nishimura e Mesquita (2011) está sendo



usado para o ensino em programação da produção, apesar de que no trabalho não está claramente mencionado a finalidade do mesmo. Dentre estes, o LEKIN® dispõe de mais funções e possibilita o sequenciamento em seis ambientes de produção, no entanto, não se baseia no conceito da capacidade finita. O único destes baseado nesse conceito é o proposto por Girotti, Nishimura e Mesquita (2011). Porém apresenta algumas limitações, como por exemplo a restrição de tempo, onde os horários dos centros de trabalhos já são preestabelecidos e imutáveis.

Desta forma, este trabalho pode ser usado para direcionar novos *softwares*, facilitando a identificação dos requisitos funcionais que podem ser incorporados em seus desenvolvimentos, de modo a torná-los mais relevantes.

## 5.1 Trabalhos futuros

Uma lacuna percebida se refere a inexistência de *softwares* gratuitos de sequenciamento da produção baseado no conceito de capacidade finita. Tal oportunidade pode direcionar o desenvolvimento de um software que considere múltiplas restrições de capacidade em diversos ambientes de produção, podendo ser utilizado no ensino da teoria do sequenciamento da produção.

Outra oportunidade de pesquisa sugerida é a extensão desse trabalho, analisando um número maior de *softwares* encontrados na literatura ou *softwares* comerciais.

## Referências

CHIANG, T.-C. & FU L.-C. **Solving the FMS scheduling problem by critical ratio-based heuristics and the genetic algorithm.** Proc. of IEEE Conference on Robotics and Automation, Vol. 3, p. 3131-3136, 2004.





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

FUSCO, J. P. A. ; SACOMANO, J. B. **Operações e gestão estratégica da produção.** São Paulo : Arte e Ciência, 2007.

GIROTTI, L. J.; NISHIMURA V. S.; MESQUITA M. A. **Simulação em planilhas para programação de ordens de produção em sistemas job shop.** XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, 2011.

GOHR, C. F. *et al.* **Um método para a revisão sistemática da literatura em pesquisas de engenharia de produção.** In XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Anais. Salvador, BA, 2013.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA R. **Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo: Elsevier Editora, 2011.

NYU STERN. **LEKIN® flexible job-shop scheduling system.** Disponível em: <<http://community.stern.nyu.edu/om/software/lekin/>> Data de acesso: 07/01/2015

PEDROSO, M. C.; CORRÊA, H. L. **Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica?** Rev. adm. empres. [online], vol.36, n.4, 1996.

PEREIRA, S. L.; VIEIRA T. P. B. **Estudo da aplicação de um processo gerenciado de produção de software em MPEs.** III SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006.

PINEDO, M. L. **Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems.** New York: Springer. (2012).

PREACTOR. **Preactor advanced planning & scheduling software.** Disponível em: <[http://www.preactor.com/Home.aspx#.VL4389LF\\_18](http://www.preactor.com/Home.aspx#.VL4389LF_18)> Data de acesso: 10/01/2015.

SANTO, C. E. S. **Sequenciamento de máquinas: apresentando técnicas de inteligência artificial como solução.** Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

SANTOS, H. C. M.; FRANÇA, P. M. **Meta Heurística para programação da produção com tempos de preparação dependentes da sequência.** Gestão e Produção v.2, n.3, p. 228 – 243, dez. 1995.





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

TOCHA, C. A. **Desenvolvimento de ferramentas computacionais para o seqüenciamento da produção.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

TOSO, E.A.V. **Otimização do problema integrado de dimensionamento de lotes e programação da produção: Estudo de caso na indústria de rações.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

TOSO, E.A.V., MORABITO, R. **Otimização do dimensionamento e seqüenciamento de lotes de produção: um estudo de caso em uma fábrica de rações.** Gestão e Produção. São Carlos, v.12, n.2, 203-217, 2005.

TRIERWILLER, A. C.; AZEVEDO, B. M.; SANTOS JUNIOR, R. F.; PACHECO JUNIOR, W. **Um modelo de Planejamento e Controle da Produção em uma empresa de mineração em Santa Catarina.** In XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Anais. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática.** Atlas. São Paulo, 2009.

VOLLMANN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C.; JACOBS, F.R.. **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.** Porto Alegre: Bookman, 2006.

WATANABE, M.; IDA, K.; GEN, M. **A genetic algorithm with modified crossover operator and search area adaptation for the job-shop scheduling problem.** Computer e Industrial Engineering, n.48 p. 743-752, 2005.

ZATTAR, I. C. **Análise da aplicação dos sistemas baseados no conceito de capacidade finita nos diferentes níveis da administração da manufatura através de estudos de caso.** Dissertação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

