# OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DE REGRAS HEURÍSTICAS DE SEQUENCIAMENTO EM SISTEMAS DE MANUFATURA *JOB SHOP* POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E ALGORITMOS GENÉTICOS

Marilda Silva, Edna Barbosa, Michele Gonçalves, Felipe Araújo Calarge e Fabio Henrique Pereira
Programa de Mestrado de Engenharia de Produção, Universidade Uninove, São Paulo, Brasil
marilda.silva@uninove.edu.br; miklina_85@hotmail.com; edna_bsa@hotmail.com; fabiohp@uninove.br; fcalarge@uninove.br

Desde o surgimento do Sistema Toyota de Produção (STP), conhecido por produção enxuta, as empresas de manufatura têm trabalhado para melhorar seus processos de produção, com objetivo de reduzir níveis de estoque e eliminar desperdícios. Estas empresas possuem prioridades conflitantes: se por um lado a produção de um elevado volume de um baixo *mix* de produtos permitiria alcançar um baixo custo unitário, por outro, aumentaria os prazos de entrega e os custos de manutenção de estoques. O STP é suportado pelo conceito de *just-in-time*, chamado de sistemas puxados que, em contraste com os sistemas empurrados tradicionais, permitem que se produza apenas na quantidade e no momento necessário. Enquanto que, no sistema empurrado, o lançamento de ordens é controlado por um planejamento central que considera as previsões de demanda e autoriza a realização de uma operação sem esperar por um pedido da estação de trabalho subseqüente. Existem outros sistemas de produção que são destinados a garantir o lançamento de uma nova ordem para o chão de fábrica somente após a finalização de uma ordem aberta, mantendo constante o nível de trabalho em processo. Neste contexto, a verdade é que todos os ambientes de manufatura podem beneficiar-se de um bom cronograma de produção. Uma programação adequada pode aumentar a eficiência e a utilização da capacidade produtiva, reduzir os *lead times* e consequentemente aumentar a rentabilidade de uma organização. Entretanto, para atingir o máximo benefício, ambientes diferentes requerem abordagens diferentes. As regras de programação podem ser simples, como: selecionar a tarefa que tem a data de vencimento mais próxima (*Earliest Due Date*); ou selecionar a tarefa que requer o menor tempo para ser concluída (*Shortest Processing Time*). Mas, a combinação ou exceções destas regras podem tornar-se complexas a ponto de fazer do planejamento e da programação uma difícil tarefa, como no mundo real. Para lidar com essa dificuldade, as técnicas de otimização multiobjetivo tem se mostrado como uma abordagem mais adequada. Este trabalho propõe a combinação do Algoritmo Genético com um modelo de simulação Arena para a otimização de algumas medidas de desempenho no ambiente de trabalho. A otimização considera a minimização dos tempos de ciclo, do número de ordens atrasadas e do atraso total. Regras heurísticas de programação em ambientes *flow shop* e *job shop* foram consideradas, com rotas, datas de entrega e tempos de operação gerados aleatoriamente, a fim de determinar a melhor técnica de programação quanto ao desempenho em relação à data de vencimento. Resultados parciais corroboram o método adotado. A abordagem de otimização multiobjetivo baseia-se na integração do Algoritmo Genético com um modelo de simulação Arena por meio da linguagem de programação *Visual Basic for Application*.

Palavras Chave: Otimização da Simulação, Algoritmo Genético, Sequenciamento

**A Multi-Objective Optimization Approach in a Manufacturing Systems Job Shop Scheduling Using Heuristic Rules Simulation and Genetic Algorithm**

Marilda Silva, Edna Barbosa, Michele Gonçalves, Felipe Araújo Calarge and Fabio Henrique Pereira
Industrial Engineering Post Graduation Program, Uninove University, São Paulo, Brazil

Since the arising of the Toyota Production System (TPS), known as lean production, manufacturing companies have worked to improve their production processes, reducing inventory levels and eliminating waste. These companies have conflicting priorities: on the one hand, the production of a high volume of low product mix would achieve a low unit cost, on the other hand, would increase the periods for delivery and maintenance costs of inventories. Moreover, the current demand in manufacturing environment is a high mix and low volume of products. TPS is supported by the concept of Just-in-Time, called pulled production systems which, in contrast to the traditional pushed systems, allow the production of a product only at time it is needed and only in the exact amount that it will be used. While in the system pushed the release of orders is controlled by a central planning that considers the demand forecasts and authorizes the execution of an operation without waiting for a request from the subsequent Workstation. There are also other production systems that are aimed to ensure the release of a new order to the shop floor just after the finishing of an open order, keeping constant the work-in-process. In this context, the fact is all manufacturing environments can benefit from a good production schedule. Proper scheduling leads to increased efficiency and capacity utilization, reduced lead times and consequently increased profitability of an organization. However, to attain maximum benefit, different environments require different approaches. The scheduling rules could be simple, such as select the task that is due the soonest (Earliest Due Date), or select the task that requires the least amount of time to complete (Shortest Processing Time). However, in real situations, the combination or exceptions of these rules can make the planning and scheduling a difficult task. To deal with this difficulty, multiobjetivo optimization techniques have been shown as a most appropriate approach. This paper proposes the combination of the Genetic Algorithm technique with an Arena simulation model for the optimization of some performance in job shop environment. This optimization will consider minimizing the lead time, the number of tardy jobs and the total tardiness. Heuristic scheduling rules in flow shop and general job shop have been considered, with randomly generated routes and operation times, in order to determine the best scheduling technique regarding the due date performance. Partial results corroborate the method adopted. Multi-objective optimization approach is based on the integration of the Genetic Algorithm with an Arena simulation model through the Visual Basic for Application language.

Keywords: Simulation Optimization, Genetic Algorithm, Scheduling.