

SEQUENCIAMENTO DE TAREFAS

AFETADAS PELO EFEITO DE APRENDIZADO EM APLICAÇÕES CUSTOMIZADAS

Maximiliano Meneghini (00208126@ufrgs.br)
Michel José Anzanello (anzanello@producao.ufrgs.br)
Luana Serafini dos Santos (luanass@ufrgs.br)

INTRODUÇÃO

A customização em massa presume a oferta de uma grande variedade de modelos de produtos com lotes de tamanhos reduzidos, Tal variedade de modelos submete os trabalhadores a um constante processo de adaptação às novas tarefas, as quais apresentam diferentes níveis de complexidade e repetitividade. Essa condição impacta diretamente no desempenho produtivo do trabalhador, além de poder causar fadiga, estresse e riscos associados a lesões. De tal forma, entende-se como fundamental considerar os aspectos ergonômicos e os efeitos de aprendizado na programação da produção sem, no entanto, descuidar de índices produtivos.

REFERENCIAL

Pinedo (2008)

Sequenciamento é entendido como um processo decisório que visa definir a alocação de recursos às tarefas de maneira a minimizar uma função objetivo, normalmente associada a tempo ou custo de produção.

Anzanello e Fogliatto (2007)

Curvas de Aprendizado são modelos de regressão não-linear que permitem monitorar o desempenho de trabalhadores submetidos a tarefas repetitivas, onde o tempo demandado para executá-las diminui à medida que repetições são efetuadas (...).

OBJETIVOS

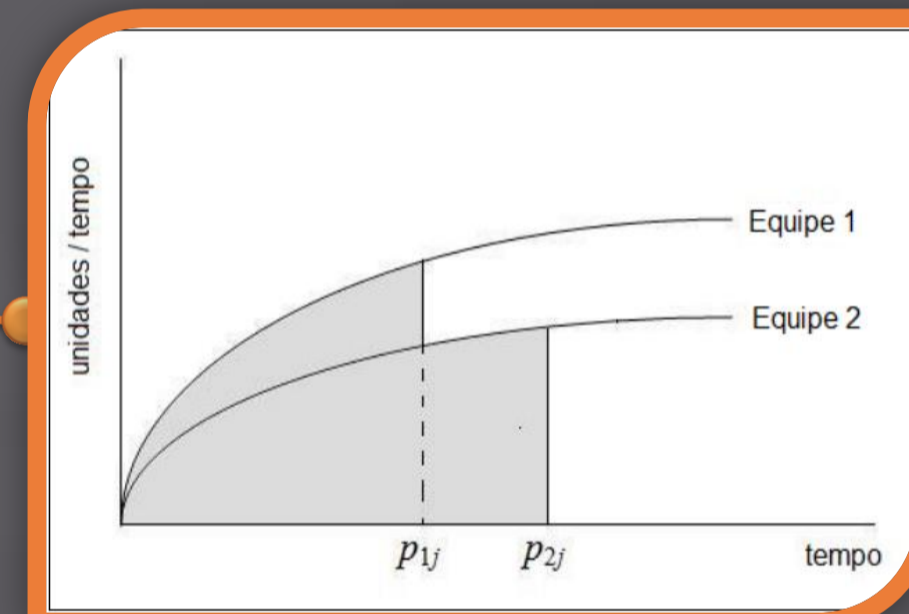
- Minimizar o atraso total ponderado para o término de um conjunto de tarefas;
- Reduzir fatores ergonômicos que afetam o desempenho do trabalhador em ambientes de customização em massa.
- Aplicar método proposto em um processo de fabricação de calçados e avaliar resultados.

MÉTODO

A operacionalização do método proposto é dividida em três etapas:

➔ **Utilização de curvas de aprendizado na determinação dos tempos de processamento dos lotes de produção:**

- Formação de famílias de produtos, por meio de um índice de penosidade avaliado (complexidade, repetitividade e características do produto);
- Coleta de dados de desempenho das equipes de trabalhadores;
- Modelagem dos dados com **curvas de aprendizado hiperbólicas**, podendo-se, então, estimar o tempo de processamento das unidades no lote.



➔ **Alocação das tarefas às equipes de trabalhadores, balanceando o nível de penosidade e carga de trabalho:**

- Tarefas com mesma data de entrega são agrupadas (criação de blocos);
- Definição da ordem de distribuição dos lotes dentro dos blocos, com base na regra de priorização da Diferença Decrescente no Tempo de Processamento dos Lotes, proposta por Adamopoulos e Pappis (1998);
- Alocação dos lotes às equipes, equilibrando o número de tarefas de distintas penosidades e a carga de trabalho. A ferramenta, adaptada da regra de Tempo de Processamento de Adamopoulos e Pappis (1998), utiliza duas distribuições (primária e secundária) para a alocação.

➔ **Sequenciamento das tarefas alocadas às equipes visando a minimização do atraso total ponderado dos lotes de produção, bem como a atenuação da ocorrência sucessiva de lotes com uma mesma penosidade dentro de uma equipe:**

- Realiza-se uma adaptação da regra ATCS, de Lee e Pinedo (1997), com a atribuição de índices de Penosidade associados às famílias de produtos, obtendo-se um fator de correção ergonômico (Δ);
- A regra prioriza a escolha das tarefas mais próximas de suas datas de entrega, enquanto a operacionalização do fator de correção ergonômico baseia-se no somatório dos tempos das tarefas de distintas penosidades, reduzindo, assim, o acúmulo de tarefas de mesmo índice de penosidade;

$$I_j(t) = \frac{w_j}{p_j} \times \exp\left(-\frac{\max(d_j - p_j - t, 0)}{\bar{p}}\right) \times \exp(-\Delta)$$

RESULTADOS

A metodologia foi aplicada na programação da produção de um empresa calçadista:

- Treze modelos foram avaliados;
- Heurística de sequenciamento foi aplicada em 198 lotes;
- Duas equipes de trabalhadores;
- Seis blocos de datas de entrega.

- Função objetivo de minimização do atraso total ponderado ($\sum w_j T_j$)
- Incidência de tarefas de mesma penosidade (Índice de saturação)
- Sequenciamento adequado, minimizando o tempo de processamento e equilibrando o tempo de ocupação das equipes

Equipe	Regra	$\sum w_j T_j$	Incidência de Saturação	Tempo de ocupação
1	ATCS	20026,0	66%	98,9%
	ATCS + Δ	20758,7	1%	...
2	ATCS	29667,9	62%	100,0%
	ATCS + Δ	30330,4	0%	...

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentaram desempenho satisfatório do ponto de vista produtivo, com apenas um leve aumento da função objetivo, e significativamente melhores sob o ponto de vista ergonômico, onde houve grande redução da incidência de saturação. Conclui-se, portanto, que o projeto possui grande probabilidade de êxito, podendo ser utilizado para outras áreas de atuação.

REFERÊNCIAS

Pinedo, M. Scheduling, Theory, Algorithms and Systems. Springer: New York, 2008.

Anzanello, M. J.; Fogliatto, F. S. Curvas de aprendizado: estado da arte e perspectivas de pesquisa. *Gestão e Produção*. v. 14, n. 1, p. 109 – 123, 2007.

Adamopoulos, G.; Pappis, C. Scheduling under a common due-date on parallel unrelated machines. *European Journal of Operational Research*, v. 105, p. 494–501, 1998.

Lee Y. H.; Pinedo M. Scheduling jobs on parallel machines with sequence- dependent setup times. *European Journal of Operational Research*, n. 100, p. 464–74, 1997.