

ESTUDO DO EFEITO DA ALOCAÇÃO DE PROGRAMAS DE MELHORIA NO *LEAD TIME*

Fernanda Caveiro Correia¹, Marcel Heimar Ribeiro Utiyama²

^{1,2} Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI

fernandacaveiro_correia@hotmail.com, mutiyama@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho explora duas diferentes abordagens de gestão e seus respectivos mecanismos de melhoria em variáveis do chão de fábrica. Dentre as duas abordagens, o *Lean Manufacturing* visa a melhoria direcionada a todos os recursos, por outro lado a Teoria das Restrições foca na melhoria no gargalo do sistema. Sendo assim a partir do modelo de simulação criado por Godinho Filho e Uzsoy foi possível verificar qual das estratégias é melhor a fim de reduzir o *lead time* de uma linha de manufatura de uma empresa.

1. Introdução

No competitivo mundo atual empresas veem cada vez mais a necessidade de utilizar tecnologia para se manter competitivas. Uma variável muito importante na manufatura por ter um impacto direto na experiência do cliente é o *lead time*. *Lead time* pode ser definido como o tempo total entre o pedido do cliente e a chegada do produto ao mesmo, no presente trabalho, foi considerado o *lead time* de produção, o qual pode ser definido como o tempo que um produto leva para passar por todos as suas etapas produtivas [1].

Vista a importância do *lead time*, as organizações focam seus esforços de melhoria na sua redução, mas devido à sua complexidade, diversos destes projetos de melhoria não atingem o resultado esperado. Por isso Godinho Filho e Uzsoy desenvolveram um modelo *System Dynamics-Factory Physics* (SD-FP) que relaciona as variáveis de chão de fábrica e como as mesmas influenciam no *lead time* total da linha [2]. A partir de simulações neste modelo descobriu-se seis variáveis que mais influenciam o *lead time* total, sendo elas, tempo de processamento, tempo de setup, variabilidade de chegadas, variabilidade do tempo natural de processamento, taxa de defeito, tempo entre falhas e tempo de reparo [3].

O objetivo deste trabalho é identificar qual variável e qual estratégia apresenta maior influência na redução do *lead time* em uma linha de produção, utilizando dados reais da indústria para tal.

2. Metodologia

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa de natureza exploratória com características de pesquisa qualitativa pela identificação das práticas de gestão da produção observadas na empresa estudada, e quantitativa pelo levantamento de dados para modelagem e simulação.

O método de pesquisa aplicado foi o de simulação com o uso do software Vensim. O modelo utilizado foi o híbrido SD-FP que foi elaborado com as informações e dados reais da empresa estudada. As principais variáveis de interesse investigadas foram os tempos de

reparo e tempo entre falhas e a medida de desempenho foi o *lead time* de produção. A Figura 1 ilustra a parte principal do modelo utilizado.

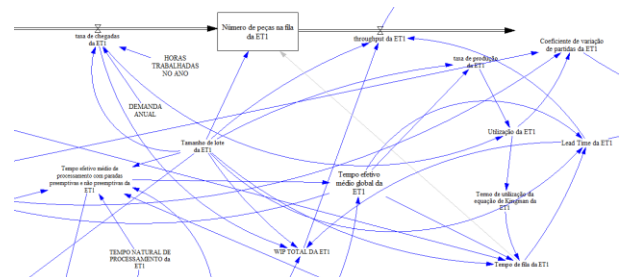


Figura 1 – Parte principal do modelo SD-FP

Os resultados foram gerados pela simulação dinâmica do modelo e as variáveis citadas. O ambiente real investigado trata-se de um *flowshop* com 7 estações de trabalho, com os tempos de processamento e utilizações apresentados na Tabela 1. Nota-se que existem duas estações (três e seis) que são recursos restrição de capacidade (RRC) e as outras cinco possuem baixas utilizações.

Tabela 1 – Ambiente estudado

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Tp (min/pc)	0.77	0.07	2.75	0.13	0.03	2.63	0.43
Utilização	4.4%	2.5%	99.4%	4.4%	0.6%	95.5%	15.5%

As variáveis, tempo de reparo e intervalo entre falhas, sofreram melhorias seguindo diferentes estratégias, gerando ao total de dez cenários diferentes, são eles: (1) Melhoria Focada Tempo de Reparo: melhoria de 25% no tempo de reparo no recurso com maior restrição de capacidade da linha. (2) Melhoria Focada Intervalo entre Falhas: melhoria de 25% no intervalo entre falhas no recurso com maior restrição de capacidade da linha. (3) Melhoria Distribuída Tempo de Reparo: melhoria de 10% no tempo de reparo em cada recurso da linha. (4) Melhoria Distribuída Intervalo entre Falhas: melhoria de 10% no intervalo entre falhas em cada recurso da linha. (5) Melhoria Conjunta Focada: melhoria de 12,5% no tempo de reparo e intervalo entre falhas no recurso com maior restrição de capacidade da linha. (6) Melhoria Conjunta Distribuída: melhoria de 5% no tempo de reparo e intervalo entre falhas em cada recurso da linha. (7) Melhoria Híbrida Tempo de Reparo: melhoria no tempo de reparo em todos os recursos até o de maior restrição de capacidade (recurso três), sendo utilizado 7% primeiro recurso, 7% segundo e 11% terceiro, totalizando 25%. (8) Melhoria Híbrida Intervalo entre Falhas: melhoria no intervalo entre falhas em todos os recursos até o de maior restrição de capacidade (recurso três), sendo utilizado

7% primeiro recurso, 7% segundo e 11% terceiro, totalizando 25%. (9) Melhoria Recurso 3 e 6 Tempo de Reparo: melhoria de 12,5 % no tempo de reparo de cada um dos dois recursos com maior restrição de capacidade (recurso três e seis). (10) Melhoria Recurso 3 e 6 Intervalo entre Falhas: melhoria de 12,5 % no intervalo entre falhas de cada um dos dois recursos com maior restrição de capacidade (recurso três e seis).

3. Resultados

A partir de simulações dos cenários citados acima foi obtido o *lead time* total para as estratégias de melhoria focada, distribuída e híbrida. A Tabela 2 mostra o *lead time* total do cenário base, sem nenhuma melhoria, juntamente com o *lead time* de cada estratégia aplicada e seu percentual de redução comparado com o cenário base.

Tabela 2 – Lead Time total de cada cenário

ESTRATÉGIA	LEAD TIME	REDUÇÃO
Cenário Base	3255.08	0%
Melhoria Distribuída Intervalo entre Falhas	2455.24	25%
Melhoria Híbrida Intervalo entre Falhas	2415.51	26%
Melhoria Conjunta Distribuída	2350.25	28%
Melhoria Recurso 3 e 6 Intervalo entre Falhas	2324.60	29%
Melhoria Distribuída Tempo de Reparo	2245.87	31%
Melhoria Híbrida Tempo de Reparo	2190.15	33%
Melhoria Recurso 3 e 6 Tempo de Reparo	2068.35	36%
Melhoria Focada Intervalo entre Falhas	1889.20	42%
Melhoria Conjunta Focada	1671.89	49%
Melhoria Focada Tempo de Reparo	1462.61	55%

Sendo assim, a Tabela 2 mostra que o cenário que apresenta o melhor desempenho é a Melhoria Focada Tempo de Reparo, obtendo uma redução do *lead time* de 55% comparado com a situação antes da melhoria. Seguida de outras estratégias também de melhoria focada.

A melhoria focada obteve melhores resultados em comparação com a distribuída. Isto se deve a configuração da linha de produção, que por apresentar um RRC bem definido, reforça a ideia básica de melhoria focada da Teoria das Restrições. Vale ressaltar também, que uma importante alternativa, para os casos nos quais não seja possível efetuar uma melhoria no RRC, é a aplicação da estratégia Melhoria Híbrida no tempo de reparo, a qual apresentou uma redução significativa de 33% no *lead time* total.

4. Conclusões

O presente trabalho se propôs a identificar qual variável e qual estratégia apresenta maior influência na redução do *lead time* em uma linha de produção, utilizando dados reais da indústria para tal. As conclusões tiradas neste trabalho estão de acordo com o encontrado na literatura como pode-se observar na Figura 2 adaptada de Godinho Filho e Utiyama [4], a principal diferença está no canto inferior direito da Figura 2, na qual apenas a estratégia de melhoria híbrida é indicada, sendo esta uma importante contribuição deste estudo. Para o ambiente *flowshop* com dois recursos restrições de capacidade, as principais

contribuições deste estudo são: (1) a estratégia de melhoria focada apresenta os melhores resultados; (2) a estratégia de melhoria híbrida é uma excelente alternativa para a estratégia de melhoria na média; (3) a estratégia de melhoria distribuída apresentou resultados inferiores. Dessa forma, o presente trabalho contribui para a academia ao identificar as estratégias de melhoria que possuem efeito mais significativo na presença de dois RRCs. Além disso, contribui para os gerentes em uma situação prática, no momento que os mesmos precisam decidir para quais recursos direcionar os seus esforços de melhoria. Estudos futuros podem investigar diferentes configurações de *flowshop* e possíveis aplicações de melhoria para ambientes de fluxo *jobshop*

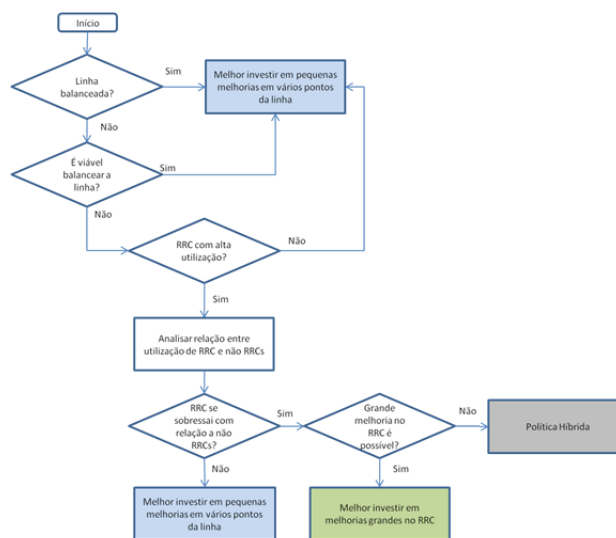


Figura 2- Algoritmo de escolha de alternativa de melhoria mais adequada

5. Referências

- [1] FERNANDES, Flavio C. F.; GODINHO FILHO, Moacir. Planejamento e controle da produção, dos fundamentos ao essencial. São Paulo, Atlas, 2010.
- [2] GODINHO FILHO, Moacir; UZSOY, Reha. Efeitos da redução do tamanho de lote e de programas de Melhoria Contínua no Estoque em Processo (WIP) e na Utilização: estudo utilizando uma estratégia híbrida System Dynamics-FactoryPhysics. São Paulo. Produção, 2009.
- [3] HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark L. A ciência da fábrica. São Paulo, Bookman, 2013.
- [4] GODINHO FILHO, Moacir; UTIYAMA, Marcel H. R. Comparing different strategies for the allocation of improvement programmes in a *flow shop* environment. Springer London, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2015.

Agradecimentos

À Alexandre Ferraz da empresa Festo pelas informações e acesso necessários para a realização do presente trabalho.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 10/17 a 09/18.