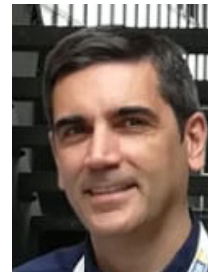


Planeamento e Controlo da Produção em Ambientes Dinâmicos: DDMRP

Flexibilidade, eficiência e eficácia ao nível da atividade produtiva são importantes vantagens competitivas para as empresas industriais responderem à volatilidade dos mercados atuais. Os sistemas tradicionais de Planeamento e Controlo da Produção, ainda largamente usados na indústria, não foram desenvolvidos para operar adequadamente neste contexto. A abordagem recentemente proposta, conhecida como Demand-Driven Material Requirements Planning (DDMRP) pode ser vista como um instrumento de Planeamento e Controlo da Produção capaz de responder aos objetivos de flexibilidade, eficiência e eficácia requeridos no contexto atual de produção e procura de bens.



Nuno O.
Fernandes
Professor Adjunto
da Escola
Superior de
Tecnologia
do IPCB
nogf@ipcb.pt



Sílvio Carmo-
-Silva
Algoritmi
Research Centre,
Universidade do
Minho
scarmo@dps.
uminho.pt

Contextualização

Fatores de marcada importância para o sucesso das empresas industriais são a capacidade de produzir de forma flexível, eficaz e eficiente, i.e. com o mínimo possível de recursos, em prazos cada vez mais reduzidos. No cumprimento destes objetivos, os sistemas de Planeamento e Controlo da Produção (PCP) assumem particular relevância. Estes sistemas exploram, com diferentes graus de incidência e de partilha, sistemas de PCP baseados em três abordagens:

- Material *Requirements Planning* (MRP);
- *Just In time* (JIT) - *Kanban*;
- Theory of Constraints (TOC) - Drum-Buffer-Rope (DBR).

A abordagem Material Requirements Planning (Planeamento das Necessidades de Materiais), usualmente referida por MRP, foi introduzida por Orlicky, (1975). Esta abordagem permite, com base na lista de materiais estruturada de cada produto e nos tempos programados para cada fase de produção, i.e. lead times, determinar o que produzir, quanto produzir e quando produzir para satisfazer as previsões de procura e as encomendas dos clientes nos prazos acordados. A necessidade de assegurar que estes prazos são efetivamente cumpridos, obrigou os sistemas MRP a evoluírem para estabelecer as necessidades de capacidade produtiva, i.e. de recursos de produção, dando origem ao que se designou por Manufacturing Resource Planning ou MRPII. No sentido de um melhor planeamento e controlo de recursos da empresa, a abordagem MRPII evoluiu, com especial incidência nos anos 90, para o que hoje se designa de Enterprise Resources Planning (ERP), passando a incluir o planeamento de todos os recursos necessários à atividade da empresa, incluindo os necessários à produção.

A abordagem ou filosofia de produção

conhecida como Just-In-time (JIT), introduzida pela Toyota (Ohno, 1988) é hoje parte integrante do que se designa por Lean Production (Womack et al. 1990). A filosofia JIT tem como objetivo fundamental a entrega imediata de qualquer artigo, i.e. produto final, componente, peça ou material. Assenta num stock mínimo de cada artigo em cada fase de produção, extensível à cadeia de fornecimento, criando uma situação de desacoplamento entre fases produção e de fornecimento. O stock mínimo é assegurado pela utilização de um sistema de controlo de produção baseado em cartões, designado de *Toyota Kanban System* ou simplifadamente sistema *Kanban*, o qual está inerentemente ligado ao sistema de reposição de stock designado *re-order point* (Shingo 1989). Como se compreende o stock será tanto menor quanto menor for o tempo de resposta para a sua reposição. É aqui que o sucesso do JIT entronca, estando por detrás desta abordagem um esforço considerável para reduzir todo o tipo de desperdícios que possam levar ao alongamento dos tempos de produção ou atrasar a resposta aos pedidos de artigo. O sistema Kanban ao criar stocks independentes para todos os artigos em todas as fases de produção e de fornecimento torna a resposta à procura rápida (Ptak & Smith, 2011), ficando a ativação dos meios de produção subordinada à disponibilidade de cartões Kanban, resultante do consumo dos artigos armazenados em curso de fabrico ou de fornecimento.

A teoria das restrições - Theory Of Constraints (TOC) é uma abordagem genérica à gestão, desenvolvida por Eliyahu Goldratt em 1984 (Goldratt e Cox, 2014). O corolário da sua aplicação à produção de produtos discretos resultou no sistema de controlo da produção designado por Drum-Buffer-Rope (DBR) (Goldratt and Cox 1984). No essencial esta abordagem identifica os meios e fases

de produção que restringem o fluxo de produção, designando-as por restrições, i.e. *bottlenecks*, sobre as quais o controlo da produção se concentra. As fases a montante e a jusante do *bottleneck* subordinam a sua produção ao ritmo deste que é, em sentido figurado, o tambor, i.e. Drum. Enquanto no sistema MRP a produção é programada em todas as fases operatórias, na TOC, usando uma abordagem similar, só a produção nos *bottlenecks* é programada, sendo as necessidades de materiais e de produção a montante e a jusante, consequência dessa programação. A designação DBR advém do facto do *bottleneck* representar o *drum* que marca o ritmo de produção, o *buffer* estar associado ao stock necessário para, face às variações de produção no *bottleneck* e de abastecimento deste, se evitar eventuais faltas de artigo para processar, e o *rope* (corda) designar a ligação tensa que deverá existir entre um *bottleneck* e as fases de produção a montante, para que produzam ao ritmo deste.

Limitações Associadas aos Sistemas Tradicionais

Os sistemas tradicionais de planeamento e controlo da produção acima descritos apresentam, contudo, algumas limitações. Uma das principais limitações dos sistemas MRP é a necessidade de estabelecerem o prazo de produção ou lead-times para cada fase de produção, independentemente da carga a que esteja sujeita. Isto leva a que estes prazos tendam a ser alongados de forma a procurar uma margem que assegure o início e a conclusão atempada da produção para cumprir com os prazos. Com a inerente característica do MRP em tornar a procura de componentes dependente da procura de produtos finais, a forma de ter prazos de entrega

competitivos, consiste em guiar o MRP por previsões. Contudo, as previsões envolvem margens de erro consideráveis, principalmente nos mercados de hoje, o que resulta, por um lado, na produção de produtos desnecessários, ou no momento inadequado, e por outro na necessidade de constantes ajustes á medida que a procura real é conhecida. Os ajustes na procura de produto final, resultam por sua vez em ajustes na procura dos diversos componentes, criando um fenómeno conhecido por “nervosismo” (Ptak & Smith, 2011). Por outro lado, o MRP é inerentemente um sistema de planeamento, deixando a problemática da programação e do controlo da produção sujeita a abordagens do tipo *Kanban*, ou outras.

Uma das maiores limitações do sistema JIT- *Kanban* está na necessidade de reabastecimento de artigos e sua manutenção em stock, mesmo quando não existe procura para eles devido a eventuais flutuações. Se isto é um problema menor para uma pequena ou limitada variedade de artigos, é certamente um problema indesejável quando a variedade de artigos é grande. Nestas circunstâncias os custos de posse de stock, envolvendo entre outros o empate de capital e produção não vendida, comprometem o funcionamento eficiente do processo produtivo. Em situações de produção de elevada variedade e de baixo volume o sistema *Kanban* tende a ser impraticável face às flutuações da procura.

O sistema DBR da TOC coloca a ênfase nos recursos, i.e. meios de produção. Ao contrário do sistema *Kanban* que coloca buffers, i.e. stocks, em cada fase de produção, o DBR coloca stocks apenas nos recursos *bottleneck* como forma de assegurar que estes operam continuamente, i.e. sem interrupções de abastecimento. O DBR, contudo, não leva em consideração a lista estruturada de materiais que compõe o produto final para definir a localização dos buffers na

estrutura deste. No entanto, será razoável manter em stock artigos desta lista que possibilitem comprimir os prazos de produção e reduzir as datas planeadas de entrega, produzindo os restantes artigos apenas em resposta à procura. É precisamente esta a abordagem do DDMRP.

Demand Driven Material Requirements Planning

DDMRP é uma abordagem ao PCP introduzida por Ptak & Smith (2011, 2016), que combina elementos das três abordagens acima descritas, nomeadamente MRP, JIT-kanban e TOC-DBR. Esta abordagem procura diminuir os prazos de entrega do produto, alinhando a produção com a procura. O DDMRP é uma abordagem que envolve cinco etapas ou fases sequenciais, como ilustrado na Figura 1. As três primeiras fases determinam a configuração inicial do sistema e sua evolução, incidindo as restantes sobre aspetos operacionais do dia a dia, envolvendo a programação das ordens de compra e de produção e a sua execução.

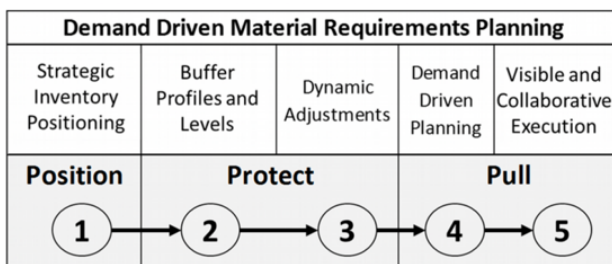


Figura 1: Fases do DDMRP (Ptak & Smith 2016).

A primeira fase consiste no posicionamento estratégico do stock. Permite determinar onde colocar os buffers ou pontos de desacoplamento. A ideia é identificar os itens da lista de materiais a manter em stock. Trata-se de uma decisão estratégica que mitiga o impacto da variabilidade e determina

os prazos de resposta à procura. Neste contexto é usado o conceito de Lead Time de Desacoplamento (DLT), o qual determina o prazo de reposição dos artigos em stock. O DLT diz respeito ao maior lead time acumulado não protegido (i.e. sem buffers) na lista de materiais de um produto. Este deve ser estabelecido de forma a comprimir os prazos de produção para os valores requeridos pelo mercado, de forma a obter datas de entrega realistas.

A segunda fase está relacionada com a proteção (ou quantidade de stock) a colocar em cada *buffer* ou ponto de desacoplamento. O objetivo passa por dimensionar o nível de stock de forma a resultar num determinado nível de proteção, tendo em consideração aspetos como a probabilidade de rutura de stock e o custo de posse de stock.

A terceira fase refere-se ao ajuste dinâmico. Define como cada buffer é ajustado ao longo do tempo, aumentando ou diminuindo o stock para lidar com a eventual variação da procura, no atual contexto de volatilidade dos mercados. A quarta fase envolve o planeamento orientado pela procura e refere-se à colocação de ordens de compra ou de produção para reposição do stock dos buffers. Para tal o DDMRP usa a designada equação de fluxo líquido (Quantidade em Stock + Ordens Abertas - Procura) para determinar o momento e as quantidades a encomendar e/ou produzir.

A quinta e última fase, designada de execução visível e colaborativa, refere-se à gestão das ordens abertas, i.e., colocadas ou em produção. Para tal o DDMRP incorpora alertas codificados por cores para proporcionar visibilidade e permitir a priorização destas. Desta forma, as ordens podem ser priorizadas não só com base nas datas devidas de entrega, mas também de acordo com o estado dos buffers, i.e., quanto menor a quantidade em stock maior a prioridade.

Para recentes estudos comparativos entre

os sistemas DDMRP, MRP, Kanban e DBR, o leitor é remetido para Miclo et al (2019) e Thüerer et al. (2022).

Conclusão

O DDMRP é um sistema de planejamento e execução que permite às empresas lidar com a volatilidade dos mercados atuais, ajustando os níveis de stock dos artigos de forma a manter ou melhorar os níveis de serviço ao cliente. Aparentemente o DDMRP permite gerir o stock de materiais de forma eficiente, protegendo e promovendo o fluxo. Ainda assim, o número de estudos desenvolvido até ao momento no âmbito do DDMRP é limitado, constituído uma importante área de investigação para trabalho futuro. Sugere-se para investigação futura a análise do impacto do DDMRP em ambientes produtivos reais e complexos.

Referências

- Goldratt, E.M. & Cox, J. (1984) *The Goal: Excellence in Manufacturing*, North River Press: New York.
- Goldratt, E.M. & Cox, J. (2014) *The goal: A Process of Ongoing Improvement*; 30th Anniversary Edition, North River Press.
- Miclo, R. Lauras, M., Fontanili, F., Lamothe, J., & Melnyk, S.A. (2019) Demand Driven MRP: assessment of a new approach to materials management. *International Journal of Production Research*, 57(1), 166-181.
- Ohno, T. (1988) *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Orlicky, J. (1975) *Material Requirements Planning—The New Way of Life in Production and Inventory Management*. McGraw-Hill, New York.
- Ptak, C. & Smith, C. (2011) *Orlicky's Material Requirements Planning*, 3/E. McGraw-Hill Professional.
- Ptak, C. & Smith, C. (2016) *DDMRP Demand Driven Material Requirements Planning*. Industrial Press.
- Shingo, S. (1989) *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. CRC Press.
- Thüerer, M., Fernandes, N.O. & Stevenson, M. (2020) Production planning and control in multi-stage assembly systems: an assessment of Kanban, MRP, OPT (DBR) and DDMRP by simulation. *International Journal of Production Research*, 60(3), 1036-1050.
- Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990) *The Machine That Changed the World*. Free Press.