

Capítulo 1

Introdução

1.1. Enquadramento geral

O termo *job shop* é utilizado para designar o tipo de processo onde é produzido um elevado número de artigos diferentes, normalmente em pequenas quantidades e frequentemente de acordo com determinadas especificações do cliente. É também normal que os *routings* que os produtos seguem possam ser muito variados, assim como os tempos de processamento nas diversas fases de produção. Mesmo conhecendo-se com exactidão o percurso que os *jobs* (ordens de produção) seguem e os tempos de processamento em cada secção/máquina, é praticamente impossível prever qual o estado de ocupação de cada secção e do *shop floor* em geral, sendo esta uma das maiores dificuldades do problema de planeamento e controlo das operações em *job shops*.

Muitos estudos têm sido efectuados no sentido de desenvolver metodologias que permitam às empresas conduzir a sua actividade de forma mais eficiente. A maior parte dessas investigações apresenta métodos de planeamento e controlo para as empresas de grande dimensão, geralmente com um processo de produção repetitiva (*flow shop*). No entanto, na maioria dos países, as pequenas empresas (tipicamente com um processo

produtivo do tipo *job shop*), além de constituírem uma percentagem elevada do tecido empresarial, têm um contributo significativo para a produção nacional. Podemos, ainda, constatar que a produção repetitiva tradicional está, cada vez mais, a dar lugar a um tipo de produção que incorpora as principais características dos *job shops*. São vários os estudos que concluem que a produção em lotes pequenos e a produção por encomenda se estão a tornar mais importantes que a produção em massa, repetitiva, de um único produto. Este facto verifica-se porque as empresas pretendem satisfazer os clientes que desejam, cada vez mais, possuir produtos “especiais”, diferentes dos de outros consumidores. Como consequência, a procura de produtos feitos por encomenda registou um grande incremento. Rabelo e Jones (2001) realçam a importância crescente destas empresas, quer em termos do número de postos de trabalho que geram, quer em termos de contribuição para o PIB (os dados referentes aos Estados Unidos revelam que este tipo de empresas é responsável por 2 milhões de postos de trabalhos e cerca de 3 mil milhões de dólares de facturação, e apenas num dos tipos de empresas deste tipo). Estas são algumas das razões que nos indicam que é fundamental estudar metodologias capazes de melhorar o desempenho global deste tipo de empresas.

Tradicionalmente, os estudos que investigam as formas de aumentar a *performance* dos *job shops* tinham como objectivo primeiro o desenvolvimento de metodologias que permitissem à empresa cumprir os prazos de entrega assumidos com os clientes, evitando a conclusão tardia dos *jobs*, ignorando aspectos importantes tais como o nível dos *stocks*, a proporção de produtos defeituosos, a quantidade de trabalho em curso, ou a dimensão das filas no interior do *shop floor*. A importância relativa dos diferentes objectivos tem-se, também, vindo a alterar com o decurso do tempo. Objectivos como a elevada utilização da capacidade instalada ou o cumprimento dos prazos têm vindo, gradualmente, a revestir menor importância, em contraponto com a necessidade de baixos níveis de *stock* ou custos e tempos de produção curtos. O aparecimento de sistemas destinados às empresas de produção repetitiva que privilegiam, precisamente, aqueles últimos objectivos, os quais se revelaram decisivos na melhoria do desempenho global das empresas que os implementaram, fez com que as investigações direccionadas para os *job shops* comesçassem a incluir algumas daquelas preocupações. Um dos primeiros sistemas a surgir que alertava, concretamente, para a importância dos adiantos

na conclusão da produção (e conseqüente acumulação de *stocks* nas várias fases de produção) foi o *just-in-time* (JIT).

A presente dissertação explora os conceitos associados, e as decisões a tomar nas fases de planeamento e controlo das operações em empresas com um processo produtivo do tipo *job shop*, assim como o desempenho obtido após a implementação de diferentes regras/mecanismos de gestão operacional. As medidas utilizadas para efectuar a avaliação do desempenho são de vária ordem, de forma a acomodar os diferentes objectivos que podem dirigir a condução da empresa. Neste contexto, dá-se ênfase às decisões a tomar no quadro de um horizonte temporal curto, uma vez que é no curto prazo que se encontram as maiores dificuldades de gestão das operações dos *job shops*. E é para este período de planeamento que são propostos um mecanismo de lançamento e de controlo da carga de trabalho e uma regra de aceitação/rejeição de ordens de encomenda.

Singh e Brar (1992) e Gunasekaran *et al.* (1993) efectuaram uma revisão dos estudos existentes acerca da análise e modelização de sistemas de produção, sublinhando que uma das áreas interessantes de investigação consistiria no estudo das condições de possibilidade da implementação do sistema JIT em empresas com um processo produtivo *job shop*. É exactamente por aí que começamos a nossa investigação: efectuamos uma revisão da literatura dos estudos (empíricos e analíticos) existentes acerca da aplicação do JIT em *job shops* ou em empresas de produção por encomenda, de forma a explorar a possibilidade de implementação dos princípios que subjazem àquele sistema de produção, neste tipo de empresas.

A primeira questão a que pretendemos responder é a seguinte: será possível “aproveitar as lições” e todo o conhecimento já realizado neste sistema de produção para melhorar o desempenho do tipo de empresas em estudo? O sistema JIT mostra não só uma preocupação com a redução nos *stocks* (em qualquer ponto do processo produtivo) mas aponta, também, alguns elementos fundamentais na melhoria do desempenho: o controlo total da qualidade, a melhoria contínua e a eliminação de todo o tipo de desperdício. Como filosofia de gestão, o sistema JIT será sempre um bom exemplo a seguir. Como instrumento utilizado para controlar a quantidade de trabalho acumulada, a dimensão da fila de trabalhos à espera de serem processados ou o tempo que um

produto final aguarda para ser entregue, o JIT revelou ser algo redutor e, tal como foi desenvolvido, insusceptível de incorporar a totalidade das características dos *job shops*. Para este sistema produtivo existe um conceito que se aproxima da ideia básica do JIT que é o controlo *input/output* (tendo, recentemente, evoluído para o conceito de *workload control*). Este será o eixo director da nossa investigação no sentido de implementar metodologias capazes de melhorar o desempenho dos *jobs shops*.

O *Workload Control* (WLC), um dos raros conceitos de controlo desenvolvido especificamente para os *jobs shops*, constitui um instrumento que permite a gestão e o controlo da quantidade de trabalho no *shop floor* e, por via disso, dos *stocks* de produtos (que se encontram em curso, a aguardar processamento ou à espera de serem entregues).

Para se proceder ao controlo da carga de trabalho, são necessárias estratégias que controlem o *input* (quantidade de trabalho que entra no *job shop*) e o *output* (quantidade de ordens que saem da *shop*). Há já algum tempo, Wight (1970) havia alertado para a necessidade de consideração do controlo *input/output* no sistema de planeamento e na produção, instituindo um princípio muito simples, porém fundamental, que prescreve que *work should not be added to the shop at a rate that exceeds the rate at which the work can be completed*. Esta regra foi consagrada na literatura como o princípio do *Workload Control*, e que se encontra na base dos mecanismos de controlo propostos e analisados nesta investigação.

1.2. Objectivos da investigação

A gestão das operações em *job shops* tem atraído intensos esforços de investigação, já que se trata de uma área relativamente pouco explorada até recentemente e também porque este tipo de processo produtivo tem vindo a assumir cada vez mais importância no quadro concorrencial das empresas. No entanto, uma revisão dos estudos existentes neste domínio do saber mostra que, na prossecução do desiderato de simplificar a complexidade do problema de planeamento e controlo dos *job shops*, a maior parte das investigações foca a sua atenção numa só actividade do sistema de controlo, mantendo as outras fixas ou ignorando-as. Mesmo quando as consideram conjuntamente, tendem a ignorar os efeitos que a tomada de decisão numa dessas fases possa ter nas outras e, por

consequência, no desempenho global do *job shop*. Tendo isto em atenção, esta dissertação possui os seguintes objectivos:

- i) Efectuar uma revisão dos estudos existentes acerca da aplicação do JIT em *job shops* de forma a explorar a possibilidade de implementação dos princípios subjacentes àquele sistema de produção em empresas com as características dos *job shops*.
- ii) Aprofundar o conhecimento acerca das características do planeamento das operações em geral e discutir os conceitos considerados fundamentais para o horizonte temporal curto: o controlo do *input* e do *output* (a par do *workload control*) e os mecanismos de lançamento das ordens (que constituem um dos instrumentos mais importantes no controlo do *input*). Propor, ainda, um sistema integrado de planeamento e controlo para o caso particular dos *job shops*.
- iii) Apresentar uma nova regra de decisão de aceitação ou não de determinada ordem de encomenda, como forma de controlar a quantidade de trabalho total aceite pela empresa (controlo do *input*).
- iv) Desenvolver um método de lançamento de ordens que permita à empresa terminar os trabalhos o mais próximo possível da data de entrega (portanto, *just-in-time*) e aproveitar da melhor forma a capacidade instalada.
- v) Investigar as interacções existentes entre quatro grupos de variáveis (técnicas de aceitação/rejeição, regras de definição da *due-date*, mecanismos de lançamento e regras de sequenciamento) e avaliar o seu efeito nas várias medidas de desempenho da *shop* (atraso médio, tempo médio de fluxo de produção, utilização da capacidade, etc.).
- vi) Comparar (recorrendo à simulação) o desempenho da técnica de aceitação/rejeição proposta e do novo método de lançamento, com as principais regras existentes na literatura.

1. 3. Estrutura da tese

A tese encontra-se dividida em 7 capítulos: o presente capítulo apresenta uma visão geral do problema em estudo, os objectivos da investigação e a organização global da dissertação. No capítulo 2 são explicitados os principais conceitos e condições de aplicabilidade do sistema de produção *just-in-time* e é feita uma revisão dos estudos em que se procura implementar o JIT em *job shops*.

No capítulo 3 é caracterizado o processo de produção *job shop* e é feito um levantamento das funções e características básicas de um sistema de planeamento e controlo da produção sendo, ainda, proposto um sistema integrado para as empresas com um processo *job shop*. Devido à sua crescente importância fazemos uma referência ao planeamento hierárquico da produção. Uma vez que as principais diferenças entre *flow shop* e *job shop* se encontram no curto prazo e nas decisões aqui tomadas, discutimos os conceitos considerados fundamentais neste horizonte temporal: o *workload control* e os mecanismos de lançamento de trabalhos. É estudada a função do mecanismo de lançamento de ordens no sistema de programação e controlo, a sua estrutura, e é proposta uma classificação dos mecanismos desenvolvidos na literatura.

O capítulo 4 descreve a metodologia e as condições do modelo experimental empregues neste estudo. Começa-se por discutir os diferentes métodos de análise utilizados na avaliação dos sistemas de produção, apresentando-se, em detalhe, a técnica seleccionada para esta investigação (a simulação). São ainda discutidas as variáveis do modelo, as medidas de desempenho utilizadas, a configuração do *job shop*, as características dos *jobs* e outros factores experimentais. Finalmente são apresentadas uma nova regra de aceitação/rejeição de ordens de encomenda, bem como um novo mecanismo de lançamento de ordens no *shop floor*.

No capítulo 5 apresentam-se os procedimentos adoptados na simulação, todos os parâmetros utilizados no modelo, os resultados das primeiras experiências e análises prévias.

O capítulo 6 contém um resumo dos dados obtidos na simulação completa, a sua análise e os resultados experimentais. É, ainda, estudada a relação existente entre as variáveis,

são comparadas as diferentes políticas adoptadas e é avaliado o comportamento do sistema.

Finalmente, as conclusões da tese são sumariadas no capítulo 7. É, ainda, efectuada uma ligação dos resultados aos objectivos propostos, são resumidas as contribuições para a investigação e apresentadas sugestões para investigação futura.