

solicitações de orçamento, análise de propostas, análise de solicitações, análise de sinistros e cobrança. Esses "produtos" têm de ser roteirizados e processados em diferentes processos ou funções (recebimento, pré-processamento, análise, verificação e assim por diante). Para resolver o problema, uma previsão de demanda diária é gerada e a partir daí um planejamento para alocação de pessoal é feito por produto para cada função. Isso é, então, convertido em horas de trabalho necessá-

rias por função, detalhadamente. Procede-se a partir daí a uma sumarização, e calculam-se as chamadas tolerâncias (por absentismo, férias e outros fatores). Em seguida, divide-se o número de horas necessárias pelo de horas de trabalho (por dia) para chegar ao número de trabalhadores necessários (por dia). Essa é, então, a base para a definição da programação de mão-de-obra. Veja a Figura 19.10 para uma ilustração.

	Recebimento		Pré-processamento		Análise		Verificação	
	volume diário	por hora	por hora	por hora	por hora	por hora	por hora	por hora
<b>Produto</b>								
Solicitação de orçamento	120,0	12,0	10,0	4,0	30,0	4,0	30,0	12,0
Análise de propostas	150,0	12,0	12,5	4,0	37,5	2,0	75,0	25,0
Análise de solicitações	20,0	10,0	2,0	4,0	5,0	2,0	10,0	8,0
Análise de sinistros	40,0	10,0	4,0	4,0	10,0	2,0	20,0	8,0
Total de horas necessárias			28,5		82,5		135,0	
Tolerância (X 1,3) – faltas, férias, ausências			37,1		107,3		175,5	
Dividido por 8 horas/dia.trabalhador			4,6		13,4		21,9	

	Pessoal necessário	Pessoal disponível	Varição	Ação gerencial
<b>Função</b>				
Recebimento	4,6	4	- 0,6	usar horas extras
Pré-processamento	13,4	12	- 1,4	usar pessoal da análise
Análise	21,9	24	2,1	auxiliar pré-processamento
Verificação	4,5	5	0,5	ok

Fonte: Baseada em Chase, Jacobs e Aquilano, 2004.

Figura 19.10 Ilustração de cálculo para plano de mão-de-obra.

## QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

- Por que se considera que soluções otimizantes são muito difíceis e, às vezes, impossíveis de obter, para o problema de seqüenciamento de produção, mesmo para problemas relativamente simples?
- Quais são os principais fatores que afetam o problema de programação e seqüenciamento de produção? Discuta quais as dificuldades de considerá-los em situações fabris.

- Como você acha que problemas de inacurácia (imprecisão) de dados e informações podem afetar o desempenho de uma operação quanto a sua programação de tarefas? Pense, por exemplo, no problema de programar tripulações de cabine numa companhia aérea.
- Que são regras ou disciplinas de seqüenciamento e como elas podem afetar o desempenho estratégico da operação? Dê exemplos de regras de seqüenciamento e de operações que as utilizam.
- Explique as diferenças essenciais entre os sistemas de programação para trás e para frente. Discuta as limitações e as vantagens de cada um.
- Quais as diferenças entre sistemas de programação de operações com carregamento finito e com carregamento infinito?

## EXERCÍCIOS

- Os seguintes trabalhos estão esperando para ser processados pelo mesmo centro de produção. Os trabalhos estão colocados na ordem em que chegaram:

Trabalho	Data de entrega	Duração (dias)
A	319	6
B	312	16
C	325	40
D	314	5
E	314	3

Em que seqüência os trabalhos devem ser ranqueados de acordo com cada uma das regras a seguir:

- FIFO.
- EDD.
- SOT.

Todas as datas são baseadas nos dias do calendário de planejamento de produção. Assuma que todos os trabalhos chegaram no dia 275. Qual o melhor seqüenciamento e por quê?

- Por que controlar operações? Qual o papel estratégico que o controle de operações pode ter?
- Explique o uso do gráfico de Gantt como ferramenta para controle de operações. Você acha que o gráfico é uma boa ferramenta também para seqüenciamento e programação? Por quê?
- O que é o "controle de entrada e saída" (input - output control) em operações e para que serve?
- Quais as diferenças e as semelhanças entre os métodos de seqüenciamento e programação de máquinas e equipamentos e de equipes de trabalho?

- Suponha que hoje é o dia 300 no calendário de planejamento e nós não começamos nenhuma das tarefas dadas no Problema 1. Usando a regra de seqüenciamento *critical ratio*, em qual seqüência você planejará os trabalhos?
- Os trabalhos a seguir estão esperando para serem processados em um pequeno centro de produção:

Trabalho	Dia de recebimento da ordem	Tempo de produção (dias)	Data de entrega
A	110	20	180
B	120	30	200
C	122	10	175
D	125	16	230
E	130	18	210

Em que seqüência os trabalhos devem ser ranqueados, de acordo com cada uma das regras a seguir:

- FIFO.
- EDD.
- SOT.

Todas as datas são baseadas nos dias do calendário de planejamento de produção. Assuma que todos os trabalhos chegaram no dia 130. Qual o melhor seqüenciamento?

4. Seis trabalhos estão aguardando para ser processados por uma operação de duas etapas consecutivas. A primeira etapa faz a moldagem da peça e a segunda faz a pintura. Os tempos de processamento são mostrados na tabela a seguir:

Trabalho	Operação 1 (horas)	Operação 2 (horas)
A	10	5
B	7	4
C	5	7
D	3	8
E	2	6
F	4	3

Determine a seqüência que minimiza o tempo total para a execução dos trabalhos. Ilustre graficamente.

5. A tabela a seguir mostra os registros *input/output* de um pequeno centro de produção. Complete a tabela e comente os resultados.

Período	1	2	3	4	5	Total
Input Planejado	50	55	60	65	65	
Input Real	40	50	55	60	65	
Desvio						
Output Planejado	50	55	60	65	65	
Output Real	50	50	55	60	65	
Desvio						
Fila	10					

## BIBLIOGRAFIA E LEITURA ADICIONAL RECOMENDADA

ARNOLD, T. *Administração de materiais*. São Paulo: Atlas, 2002.

CHASE, R.; JACOBS, R.; AQUILANO, N. *Operations management for competitive advantage*. 10. ed. New York: Irwin: McGraw-Hill, 2004.

CLEMENT, J.; COLDRICK, A.; SARI, J. *Manufacturing data structures*. New York: Oliver Wight, 1992.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. *Planejamento, programação e controle de produção*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRELL, J. G.; EDSON, N. W. *Gaining control*. New York: Oliver Wight, 1990.

COSTA, Ricardo S. *Pontualidade total na produção sob encomenda*. 1996. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

COX III; JAMES, F.; BLACKSTONE, JR., John, H. *Apics dictionary*. 9. ed. Alexandria: VA, Apics, 1998.

FOGARTY, D. W.; BLACKSTONE, J. H.; HOFFMANN, T. R. *Production and inventory management*. 2. ed. Cincinnati: College Division South-Western Publishing, 1991.

SILVER, E. A.; PYKE, D. F.; PETERSON, R. *Inventory management and production planning and scheduling*. 3. ed. New York: John Wiley, 1998.

TAYLOR, S. G.; BOLANDER, S. F. *Process flow scheduling*. Falls Church: Apics, 1994.

VOLLMANN, T.; BERRY, W.; WHYBARK, D. C. *Manufacturing planning and control systems*. 3. ed. New York: Irwin: Apics, 1992.

## Caso para estudo: Equipamentos Guilhon<sup>1</sup>

Era sexta-feira e eu tinha até o final do dia para responder se aceitava ou não aquela encomenda. Uma oportunidade de ouro. Aquele equipamento sozinho garantiria a sobrevivência da nossa empresa por uns bons seis meses. Isso sem falar nos possíveis desdobramentos com que o cliente acenava. O problema é que nós nunca tínhamos feito nada igual e eles queriam saber nosso preço e nosso prazo. Ou, melhor dizendo, queriam saber se éramos capazes de entregar o equipamento no prazo que eles estipulavam: quatro meses! “Nem um dia a mais, é questão de vida ou morte”, meu cliente frisou, antes de desligar o telefone.

Não havia tempo a perder, tínhamos que tomar a decisão em poucas horas. Desci, então, à fábrica pessoalmente e marquei uma reunião de produção de urgência para avaliar a situação. Convoquei todo nosso primeiro time: o engenheiro-chefe do setor de projetos, o gerente de planejamento e controle, o responsável pela produção, o responsável pela compra de materiais e, evidentemente, meu sócio, o diretor de finanças.

Quem primeiro falou foi o chefe de projetos. Ele havia rascunhado, a meu pedido, um croqui da obra, assinalando os grandes conjuntos que teriam que ser fabricados e os materiais críticos. Era ainda um embrião de projeto, mas como não dispúnhamos de nada mais detalhado, fizemos com base nele uma primeira estimativa das horas de projeto, fabricação e montagem que seriam necessárias. O resultado, infelizmente, não foi nada animador. Se trabalhássemos dia e noite no projeto do produto, poderíamos ter a lista de material e os desenhos prontos, na melhor das hipóteses, em dois meses. Além disso, só na fabricação das peças gastaríamos mais dois meses e meio. Depois, com sorte, outro mês e meio para a montagem final.

Fiz as contas. Seis meses depois, com boa vontade... Nem um mágico conseguiria entregar aquela encomenda no prazo que eles queriam. Coube ao gerente de compras dar o tiro

de misericórdia: além do projeto, da fabricação e da montagem, tínhamos que considerar ainda o tempo para encomendar os fundidos, as chapas metálicas e os outros itens necessários para começar a fabricação. “Trinta dias, se os fornecedores estiverem de muito bom humor”, resmungou.

Minha intuição dizia: melhor não arriscar. Mas o pragmatismo habitual de meu sócio falou mais alto e não nos deu margem a desânimo. Sem rodeios, eles nos trouxe a verdade que todos, aliás, já sabíamos: a questão não era aceitar ou não a encomenda, mas o que fazer para aceitar. Em outras palavras, nossa situação de caixa era de tal modo crítica que aceitar a obra seria a única forma de a empresa continuar existindo.

O instinto de sobrevivência nos fez, então, explorar com mais cuidado outras possibilidades. Meu projetista, por exemplo, sugeriu começar a fabricação já no fim do primeiro mês, assim que os primeiros desenhos e listas de material fossem sendo liberados. Não havia necessidade de esperar dois meses até que todo o projeto ficasse pronto. Na mesma linha de raciocínio, o chefe de compras acrescentou que poderíamos identificar os itens de compras sabidamente críticos e antecipar desde já sua aquisição. Dessa forma, os tempos de projeto, compras e fabricação correriam de algum modo paralelamente.

Refizemos as contas. Trinta dias para termos os primeiros desenhos... Enquanto isso, dez dias para a liberação da lista de itens críticos, vinte dias para a entrega desses itens pelos fornecedores... Total, portanto, trinta dias para começar a fabricação. Depois seriam os dois meses e meio de usinagem, mais um e meio de montagem... Nada mal. Cinco meses. Um pouquinho mais e chegaríamos lá.

Continuamos o esforço concentrado. O chefe de planejamento sugeriu que trabalhássemos em dois turnos e também aos sábados como forma de reduzir o tempo total de fabri-

1. Este caso foi desenvolvido pelo Prof. Dr. Ricardo Sarmento Costa.

cação. A idéia suscitou polêmica. Alguns objetavam ser inviável conseguir mão-de-obra qualificada disponível para o serviço noturno, tanto mais porque uma grande empresa da vizinhança já nos tinha roubado metade do pessoal. Mais realista seria trabalharmos fazendo horas extras com o pessoal da casa, já treinado.

Raciocinei: com uma jornada extra de três horas por dia, por exemplo, teríamos uma expansão da capacidade disponível da ordem de quase 30%. E, portanto, os cinco meses se transformariam em menos que quatro. Então, bastaria um pouquinho de boa conversa com os fornecedores e, quem sabe, não seria possível viabilizar a entrega pontual.

Euforia total: dez dias para a primeira definição do projeto, vinte dias para compras, dois meses de fabricação, um de montagem... Viável... o prazo era viável. Tudo pronto em quatro meses exatos.

Eu já ia propor uma cerveja para as comemorações quando divisei, porém, rugas inespereadas no rosto de meu sócio. Ele não disse nada, mas era como se em sua testa um grafite imenso anunciasse em letras garrafais: hora extra igual a custo extra. A animação caiu dois tons. Eu café em mim. As horas extras eram a solução, mas eram também o problema.

"Não temos caixa pra isso. O que temos não paga os juros dos empréstimos, quanto mais esse mundo de horas extras que vocês querem fazer. Além do mais, pelo que me consta, já estamos fazendo horas extras nos pedidos que estão na fábrica e nem por causa disso eles estão saindo no prazo. Pelo contrário, está tudo atrasado. Sabem o que significa isso? Faturamento adiado, multa, cliente perdido, caixa baixo", meu sócio avisou lacônico.

E o pior é que ele tinha razão. Tentando manter a chama acesa, ponderei com ele que havia certa margem de manobra junto ao cliente. Era uma empresa muito grande, muito maior que nós. A obra ocuparia nossa fábrica toda, mas para eles não era mais que um grão de areia. Desde o primeiro contato, a coisa ficara clara: o prazo era intocável, mas o preço e a forma de pagamento poderiam ser negociados.

Quem sabe, não poderíamos, de alguma forma, antecipar parte do faturamento ou em-

butir um pouco desses custos adicionais de horas extras no preço orçado, propus com olhar interrogativo. "Poder pode, mas o lucro vai embora", a resposta veio tão curta quanto óbvia. "Margem para negociação realmente existe, só que a concorrência está aí na porta ao lado. Já nos tiraram nossos melhores funcionários. Se aumentarmos demais o preço, nos tiram também nossas melhores encomendas."

Os argumentos, as idéias brilhantes e as lamentações ficaram, então, ali durante horas vagando nas vozes de cada um de nós, até que juntos nos demos conta de que não haveria mágica. Era um jogo de soma nula. Para entregar a obra nos quatro meses que o cliente pedia, outros teriam que ser prejudicados e, conseqüentemente, teríamos que pagar multas. Fazer horas extras ou, como sugeriu alguém, subcontratar parte dos serviços talvez resolvesse a questão dos prazos, mas corroeria certamente os lucros.

Conclusão: era preciso priorizar obras em detrimento de outras. Expandir a jornada de trabalho sim, mas de preferência só dos recursos críticos, os "gargalos" (se é que sabíamos quais eram eles). Identificar os materiais comprados para os quais precisaríamos negociar pedidos antecipados com os fornecedores. Apressar os itens importantes na fábrica. Talvez fazer alguma coisa fora, subcontratar serviços. Enfim, com a nova obra seria necessário refazer toda a programação dos próximos meses.

Liberei o pessoal para a noite de sexta-feira com um convite não muito agradável para um novo encontro na manhã de sábado. Quando saíram todos da sala, pensei comigo: pobre de meu gerente de planejamento e controle. A meu pedido, ele passara literalmente a semana toda com seus estagiários montando um enorme quadro que temos na parede da fábrica: "programação das máquinas no mês". Meticulosamente, haviam programado o início e o fim de cada uma das centenas de operações de produção, colando uns papelotes no quadro com a identificação de cada item, de cada operação. De manhã, orgulhosamente, ele me trouxera as previsões de entrega de todas as obras. Por um instante pensei que seria mais fácil recusar o tal pedido do que dizer a ele que aquela trabalhadeira toda já não valia mais nada.

Ossos do ofício. Às oito da noite em ponto, passei o fax dando conta de que estávamos preparados para aceitar a encomenda e de que na segunda-feira mandaríamos um cronograma aproximado detalhando as etapas da obra ao longo do tempo. Então, fui até a janela respirar um pouco de ar puro.

Havia sete anos tínhamos a empresa e, havia sete anos, era a mesma coisa. No primeiro dia de cada mês, fazíamos uma reunião, eu e meu sócio. Avaliávamos o desempenho do mês que terminava e definíamos estratégias para o futuro. Nos outros 29 dias do mês, víamos as estratégias ser atropeladas pelos fatos do dia-a-dia. "Incêndios" pipocando por todo lado. Oportunidades não previstas surgindo, máquinas quebrando, funcionários faltando, fornecedores falhando, juros vencendo, planos fracassando... Sempre urgentes, sempre inadiáveis, as decisões cotidianas eram tomadas pelo faro, pela experiência. Às favas iam as estratégias.

Pois estava eu ali de novo, mais uma vez encurralado pelas decisões de curto prazo e olhando a noite gelada pela janela da fábrica, quando surpreendi em meu pensamento uma idéia clara e inequívoca: as mudanças e as incertezas não eram, na verdade, o problema. Eram, simplesmente, os dados do problema. O inesperado não era outra coisa senão o nosso próprio negócio. Nós fabricávamos coisas fora-de-série, por encomenda. Era óbvio.

Inútil imaginar que seria diferente.

Procurei olhar as coisas com distanciamento e vi que, apesar de nunca serem cumpridos, nossos planos estratégicos, e mesmo os programas de trabalho no chão de fábrica, não eram maus; pelo contrário, refletiam o conhecimento de gente muito boa, muito experiente. A questão, de fato, não era definir esses planos, mas como redefini-los quando as coisas mudavam. E como recriá-los rapidamente, sempre, no ritmo das oportunidades e ocorrências do dia-a-dia.

Então, foi como se um cometa cruzasse o céu e uma luz forte iluminasse meu pensamento: pelo simples fato de que não éramos capazes de replanejar rápido, tomávamos decisões no chão de fábrica que freqüentemente contra-

diziam as prioridades estabelecidas ou refletiam prioridades passadas. Meu entendimento ficou cristalino como água. A dinâmica das oportunidades contrastava com a inércia de nossos planos. O que precisávamos era encontrar um jeito de fazer com que a decisão tomada por mim e meu sócio imediatamente repercutisse nas decisões que os encarregados estavam tomando na fábrica.

Pensei nos computadores que havíamos adquirido, nos sistemas de controle que havíamos implantado... Pensei nos cursos de atualização que eu e meu sócio vínhamos fazendo. Técnicas japonesas, Reengenharia, Qualidade Total... Mas, afinal de contas, o que essas coisas todas tinham a ver com o meu problema?

Fugaz como veio, a luz do cometa se foi rápida e logo voltei a me ver diante da mesa de trabalho, preparando meu sábado e domingo, com os rascunhos do cronograma de fabricação da maldita obra. Afinal, pelo menos no papel, aquela encomenda seria entregue pontualmente. Outros pedidos haveriam de ser prejudicados, mas paciência. A decisão era essa e estava tomada. Pelo menos até segunda-feira.

## Questões

1. Caracterize o tipo de produção da Equipamentos Guilhon e descreva os principais desafios que o seqüenciamento, programação e controle de produção devem enfrentar.
2. Analise as alternativas de programação finita e infinita, para frente e para trás, apontando pontos favoráveis e desfavoráveis de todas as alternativas para programação da Equipamentos Guilhon.
3. Discuta o papel que deve ter o sistema de seqüenciamento, o sistema de programação e o sistema de controle de produção da Equipamentos Guilhon.
4. Discuta sobre a conveniência de se usar feramental tecnológico para auxiliar nas atividades de programação e controle da Equipamentos Guilhon.
5. Que métricas de avaliação de desempenho você crê seriam adequadas para controlar o desempenho da Equipamentos Guilhon?