

A FÁBRICA DE DADOS (SIMULAÇÃO DE UM AMBIENTE DE OPERAÇÕES)

Como referenciar este artigo:

GRAEML, Alexandre R.; CAMPOS, Luiz F. e SOUZA, Luiz R. "A fábrica de dados (simulação de um ambiente de operações)" - Anais do III Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Industriais, EAESP-FGV, São Paulo, setembro de 2000.

**A FÁBRICA DE DADOS
(SIMULAÇÃO DE UM AMBIENTE DE OPERAÇÕES)**

**ALEXANDRE REIS GRAEML
LUIZ FERNANDO RODRIGUES CAMPOS
LUIZ ROBERTO DE SOUZA**

SUMÁRIO

1. Introdução 2
2. A Simulação 3
3. Os modelos de cubos 4
4. O Arranjo Físico (*Layout*) para o Processo Produtivo 5
5. Os Custos de Produção 7
6. Os Estoques de Matéria-prima, Itens em Transformação e Produtos Acabados 8
7. Considerações sobre a Capacidade Produtiva 10
8. Outros aspectos Ligados à Produção 11
9. Conclusão 12
10. Referências Bibliográficas 12

1. INTRODUÇÃO

Os autores enfrentam em sua instituição de ensino superior uma situação desafiadora, com relação ao desenvolvimento da disciplina de Administração de Produção: os alunos do período da noite, que normalmente trabalham durante o dia e, portanto, dispõem de experiência prática em empresas, conseguem compreender os conceitos da gestão de operações com facilidade, apresentando bom desempenho. Por outro lado, os alunos do turno da manhã encontram, via de regra, maior dificuldade em perceber a importância da produção no sucesso dos empreendimentos, em virtude de ainda não trabalharem e, em conseqüência, não serem capazes de estabelecer a ligação entre teoria e prática.

Para melhorar o nível de entendimento do assunto por este segundo grupo de alunos, os autores têm tentado desenvolver formas alternativas de abordagem da disciplina. A fábrica de dados, discutida neste artigo, é uma simulação do ambiente produtivo de uma empresa industrial, que possibilita a discussão e a compreensão dos mais diferentes aspectos da produção e da administração de materiais e logística, mesmo por quem não teve a oportunidade de vivenciar o ambiente empresarial na prática, anteriormente.

Através dela, podem ser apresentadas as questões associadas ao *layout* da operação fabril, capacidade, gestão de estoques, custos de produção, qualidade, treinamento, planejamento e controle da produção etc.

2. A SIMULAÇÃO

Os alunos são divididos em equipes, de 5 a 10 participantes, dependendo do tamanho da turma, que ficam encarregados de realizar as atribuições do departamento de produção de uma empresa que fabrica dados de jogo. O objetivo é produzir os dados, da forma mais racional possível (com a melhor relação de compromisso entre baixo custo e elevada percepção de valor pelo cliente), levando-se em consideração as características do mercado em que a empresa atua, além de aspectos inerentes à própria organização.

Cada equipe recebe informações diferentes sobre o mercado, que devem levar os seus membros a optar por arranjos físicos, capacidades produtivas e filosofias de produção distintos. Por exemplo:

Equipe 1

Há escassez do produto que a empresa oferece no mercado. O cliente se propõe a comprar tudo o que sua empresa for capaz de produzir, sem grandes questionamentos.

Equipe 2

O cliente está a procura de um fornecedor que seja capaz de suprir sua demanda variável, com a agilidade que for possível, mas sem muito comprometimento do preço baixo, que é fator determinante do negócio. O custo de financiamento da atividade produtiva é elevado em decorrência das altas taxas de juros praticadas pelo mercado.

Equipe 3

O cliente exige pronta entrega dos produtos, mas a demanda não é muito "bem comportada", nem previsível. Em determinados meses chega a ser cinco vezes superior à do mês anterior, embora um estudo dos registros históricos não demonstre haver qualquer sazonalidade relacionada a essas variações. Há bastante oferta de capital no mercado, o que possibilita a captação de recursos para financiar a produção em situação bastante vantajosa.

Equipe 4

O cliente exige pronta entrega dos produtos e é capaz de fornecer boas estimativas da sua demanda para os próximos meses, embora esta seja bastante variável. Em determinados meses chega a ser cinco vezes superior à do mês anterior. Os custos de manutenção de estoques são inferiores aos custos relacionados à manutenção de capacidade produtiva ociosa.

Equipe 5

O cliente exige pronta entrega dos produtos e é capaz de fornecer boas estimativas da sua demanda para os próximos meses, embora esta seja bastante variável. Em determinados meses chega a ser cinco vezes superior à do mês anterior. Os custos de manutenção de estoques são superiores aos custos relacionados à manutenção de capacidade produtiva ociosa.

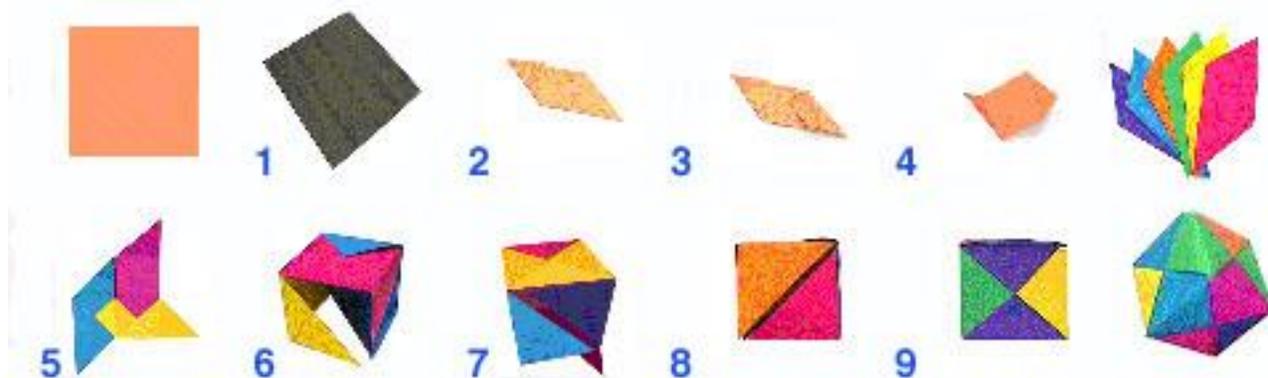
Quadro 1 - Diferentes cenários para a produção

Também podem ser fornecidas informações diferenciadas para cada equipe, relacionadas à própria empresa, ao produto, aos insumos etc. o que atribui mais complexidade às decisões e as torna ainda mais representativas da situação real.

Para que haja uma compreensão clara do que o cliente quer, sugere-se fornecer exemplares dos dados de jogo de cada modelo disponível, para cada equipe. Assim, os alunos podem realizar a engenharia reversa e o estudo do melhor processo para se produzir réplicas do item, na quantidade e com a qualidade esperados pelo mercado.

3. OS MODELOS DE CUBOS

Na experiência dos autores com este tipo de simulação de processo produtivo, têm sido utilizados dois modelos (projetos) de cubos diferentes. Um deles é obtido a partir da dobradura de seis folhas de papel quadradas para formar peças que podem ser encaixadas umas nas outras para se ter o produto final (ver Figura 1). Este modelo será chamado de cubo 1, a partir deste ponto. Explicações detalhadas de como transformar a matéria-prima folhas de papel no produto acabado cubo 1 podem ser obtidas no *site* de origami da NetPark, inclusive com animações.



Fonte: <http://www.netpark.or.jp/origami/cubee.html>

Figura 1 - Cubo 1

O outro modelo exige que se recorte um molde que, depois de dobrado e colado, também resulta em um cubo (ver Figura 2). Este modelo será denominado de cubo 2.

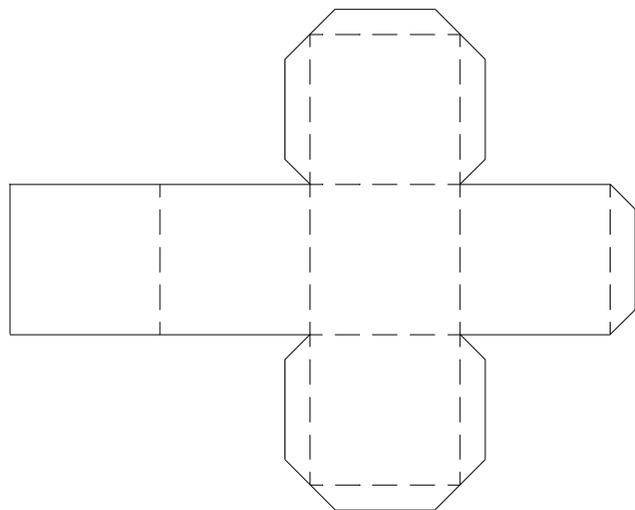


Figura 2 - Cubo 2

Ambos os modelos permitem a aplicação das bolinhas, que representam os números de 1 a 6, através de pintura ou colagem de pequenas etiquetas circulares. A empresa Pimaco comercializa cartelas com etiquetas neste formato e dimensões apropriadas para cubos com aresta de 3 ou 4 cm.

O fato de se permitir às equipes que escolham o modelo que desejam produzir obriga os alunos a fazer o levantamento de todos os custos de produção envolvidos. Basta, para tanto, que se definam, previamente, custos (que podem ser fictícios) para a matéria-prima e os recursos de transformação (máquinas e mão-de-obra) a serem utilizados no processo produtivo.

O cubo 1 não precisa de uma máquina sofisticada (tesoura) para realizar o corte da matéria-prima (papel). Se o papel já for disponibilizado em formato quadrado, não é necessário nenhum corte, sequer. Também não há consumo de cola, para fixar uma aresta a outra, como ocorre no caso do cubo 2. Por

outro lado, é consumido muito mais papel e o número de dobras é significativamente maior, exigindo mais "maquinário" para realizá-las.

4. O ARRANJO FÍSICO (*LAYOUT*) PARA O PROCESSO PRODUTIVO

A bibliografia de Administração da Produção descreve vários tipos de arranjo físico possíveis para as operações de uma empresa, com base nas peculiaridades do que deve ser produzido, do mercado para o qual se vai produzir, da própria empresa e da disponibilidade de insumos (matéria-prima, mão-de-obra, máquinas e equipamentos). Assim, SLACK (1996, p. 211) menciona 4 tipos básicos de arranjo: posicional, por processo, celular e por produto, que podem ser combinados para gerar outros tipos mistos de *layout*.

Antes que os alunos comecem a discutir o melhor arranjo físico para o seu empreendimento, o professor precisa esclarecer quais os recursos de transformação necessários para a produção. Os autores têm definido o seguinte, ao trabalhar com seus alunos:

Máquinas

- Cortadeira de papel. Pode ser régua, para cortes simples, como o necessário se o papel não tiver formato quadrado (no caso do cubo 1), ou tesoura, quando forem necessários cortes em ângulo (no caso do cubo 2).
- Dobradeira simples. A ser utilizada sempre que for necessário realizar uma dobra paralela a qualquer das bordas do papel (utilizada para ambos os modelos).
- Dobradeira transversal. A ser utilizada sempre que for necessário realizar uma dobra a 45° em relação à borda do papel (utilizada para ambos os modelos).
- Máquina de encaixe e montagem final. A ser utilizada para unir as 6 peças idênticas que compõem o cubo (no caso do cubo 1).
- Máquina de montagem e colagem. A ser utilizada para colar as arestas do cubo (no caso do cubo 2).
- *Plotter*. Pode ser um pincel atômico ou caneta para marcação dos números nas faces dos cubos, para transformá-los em dados (utilizada para ambos os modelos).

Mão-de-obra

Cada máquina precisa de um operador. Se houver mais de uma máquina de cada tipo, o que seguramente ocorre no caso de utilização do *layout* por produto (produção em linha), deve ser previsto um operador para cada posto de trabalho, ou seja, havendo repetição de máquinas do mesmo tipo, deve ser prevista mão-de-obra adicional.

Insumos e materiais de consumo

- Papel
- Cola
- Etiquetas adesivas em formato de bolinha (eventualmente, podem substituir o *plotter* na marcação dos lados do cubo para transformá-lo em dado de jogo).

Quadro 2 - Recursos de transformação e matérias-primas

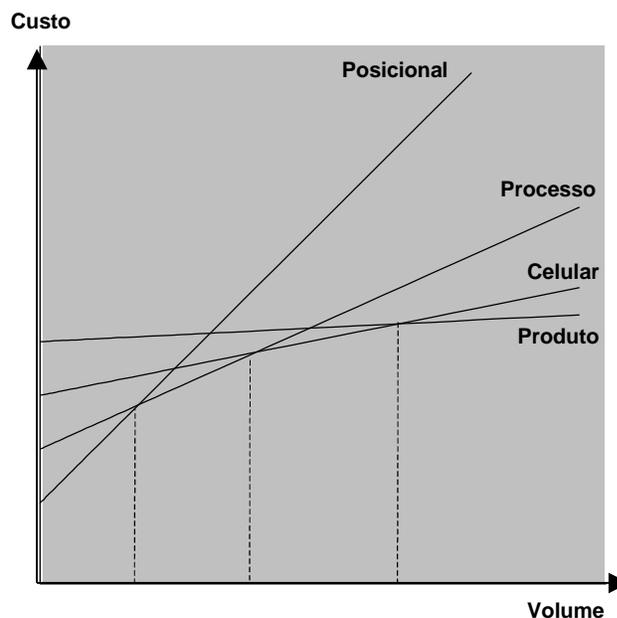
Volume vs. Variedade

Alguns tipos de arranjo físico exigem um esforço maior de implantação e custos fixos mais elevados. Por outro lado, são capazes de proporcionar maior produtividade e, portando, custo variável menor, o que contribui para um custo de produção mais baixo, quando se trabalha com volumes elevados.

Outros tipos de arranjo têm custo fixo baixo, mas, por não proporcionarem um processo tão eficiente, apresentam custo variável maior, sendo mais indicados para produção de pequenas quantidades.

O paradigma industrial vigente, apesar de desafiado pelos avanços da automação e sistemas de informação e por um mercado cada vez mais exigente e desejoso de tratamento individualizado, é de eficiência de produção apenas em grande escala, mas sem ou com muito pouca variedade. Dentro desta concepção, clientes que precisem de produtos especiais, com alto grau de customização ou personificação, estão fadados a pagar mais por "impedir" que o produtor seja eficiente, o que só ocorreria se o cliente aceitasse um produto padronizado. Chegará o dia em que a informática, associada a mecanismos automatizados, reduzirá a praticamente zero o tempo de *set-up* (ajuste) das máquinas, permitindo que se produza em grandes volumes e, também, com grande variedade. Por enquanto, embora se observem inúmeras evidências de que se caminha nesta direção, continua a vigorar a dicotomia entre volume e variedade. Ou seja, ou a empresa opta por produzir muito, e com pouca variedade, para mercados que estejam mais preocupados com o preço do que com a exclusividade, ou procura atender os anseios específicos de cada cliente, de forma individualizada, sacrificando a eficiência produtiva e, portanto, agregando custo adicional ao produto. Optam por ser menos "eficientes", de um ponto de vista meramente técnico – de rendimento operacional – as empresas que percebem que podem agregar mais valor do que custos, ao concentrarem-se em atender necessidades individuais dos seus clientes.

Dependendo das características de volume-variedade da produção pretendida, um determinado tipo de arranjo físico pode se destacar dos demais, como sendo a alternativa que proporciona o melhor resultado (ver a Figura 3).



Fonte: SLACK (1996, p. 222)

Figura 3 - Tipos de arranjo e sua relação custo vs. volume

Arranjo por produto

Como na simulação proposta (produção de dados) há equipes cujo mercado aceita ou estimula produção em escala, é de se esperar que, depois de uma reflexão a respeito, os alunos optem por definir um *layout* por produto, para suas operações produtivas, já que este tipo de arranjo proporciona baixos custos unitários para grandes volumes de produção, com especialização dos equipamentos e da mão-de-

obra, para a obtenção da máxima eficiência. A equipe 1 (ver Quadro 1), seguramente, deve optar por este tipo de arranjo, com produção para entrega imediata, já que o cliente está sempre "desesperado" por seus produtos. É possível que a equipe 4 também opte por um *layout* por produto, com uma linha de produção de cubos funcionando sempre a plena carga, e com produção para estoque, conforme será comentado adiante.

Arranjo celular

No caso de a empresa trabalhar com variedade relativamente elevada, ou seja, produzir itens diversos, o arranjo em células de manufatura pode permitir um bom compromisso custo *vs.* variedade. A empresa pode constituir células especializadas em determinados produtos ou partes. As empresas das equipes 2, 3 e 5 seriam possíveis candidatas a utilizar este tipo de *layout* para o seu processo produtivo, embora também não seja difícil argumentar a favor do arranjo por processo para tais situações.

O modelo de cubo 1, em que é necessária a produção de 6 partes exatamente idênticas, antes de se continuar o processo de montagem, é um "convite" para a criação de células para este fim, em praticamente todos os cenários criados para as equipes. Nos casos em que o arranjo escolhido seja outro, ainda assim é possível criar células para gerar as 6 peças, o que acarreta em *layouts* mistos.

Arranjo por processo

Equipes, cujas empresas tenham clientes com demandas pouco previsíveis ou sazonais, podem preferir trabalhar com um arranjo por processo, que é mais flexível, tanto em relação à quantidade a ser produzida, quanto no que diz respeito ao *mix* de produtos a ser processado. Esse tipo de *layout* facilita o processamento de outros produtos ou de variantes do produto pela mesma empresa, já que os recursos de transformação não estão organizados de forma rígida, como nas linhas para produção de um único produto.

Arranjo posicional

O arranjo posicional é normalmente utilizado quando o item a ser processado não pode ser movimentado facilmente (normalmente devido às suas grandes dimensões físicas), quando é frágil demais para que a movimentação se justifique, ou ainda, quando (dispondo de vontade própria) não deseja ser movimentado (SLACK, 1996, p. 213). Os dados de jogo não se enquadram em nenhuma destas categorias e, portanto, a argumentação em favor da utilização deste tipo de *layout* para a sua produção é de difícil sustentação.

Os autores nunca tiveram nenhum aluno propondo este tipo de arranjo físico para a produção dos dados, mas não deixa de ser um exercício interessante escolher alguns voluntários para mostrar como funcionaria um processo de produção de dados de jogo utilizando-se este tipo de *layout*. Isto pode ser feito, colocando-se uma carteira na frente da turma e fazendo com que cada um dos recursos transformadores (mão-de-obra ou máquina) seja deslocado até este ponto para a sua intervenção no processo produtivo. Fica logo evidente para todos que há muitos deslocamentos, o que inviabiliza economicamente a utilização prática deste tipo de arranjo para a produção deste produto.

5. OS CUSTOS DE PRODUÇÃO

Se os custos do maquinário, da mão-de-obra direta e dos insumos forem fornecidos discriminadamente, pode ser feita uma boa revisão do cálculo dos custos de produção, que normalmente são vistos em disciplina anterior à de Administração da Produção nos cursos de Administração de Empresas e Engenharia de Produção.

Os autores têm procurado explorar esta questão, inclusive alertando os alunos para o fato de que mudanças no meio podem exigir uma reestruturação da empresa para passar a produzir o outro modelo de dado. Por exemplo, no caso de o preço do papel subir demasiadamente, a produção do cubo 1 pode se tornar inviável, uma vez que sua produção exige quantidade maior desta matéria-prima do que a do cubo 2. As empresas que produzem o cubo 1 sentir-se-iam motivadas a abandonar a produção deste modelo e a passar a produzir cubos do tipo 2. Por outro lado, se o preço da cola, utilizada para unir as arestas do cubo modelo 2 sofrer alta exagerada, pode haver impacto significativo nos custos de produção desses cubos e as empresas que os fabricam podem ser obrigadas a mudar a sua produção para cubos tipo 1, ou a abandonar o mercado.

Este tipo de exercício é importante para ajudar os alunos a perceberem que, por melhor que estejam organizadas as suas empresas e seus processos produtivos internamente, existe uma grande dependência destes de fatores externos, que podem ter um impacto significativo no seu bom desempenho. Por isso é tão importante estar sintonizado com as mudanças no ambiente, sejam elas conjunturais, resultado das ações da concorrência ou dos fornecedores, ou alteração na percepção que os clientes têm da capacidade da empresa satisfazer suas necessidades ou desejos. KOTLER (1998, p. 394) afirma que “a satisfação do cliente com a compra depende do desempenho do produto com relação às suas expectativas”.

6. OS ESTOQUES DE MATÉRIA-PRIMA, ITENS EM TRANSFORMAÇÃO E PRODUTOS ACABADOS

Para MOREIRA (1996, p. 463), estoques são quaisquer quantidades de bens físicos que sejam conservados, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo. Na mesma linha, MONKS (1987, p. 273) define estoques como recursos ociosos que possuem valor econômico. Quando as empresas mantêm estoques, elas abdicam da liquidez do capital que é despendido para se dispor dos itens estocados por algum motivo. À primeira vista, parece não haver lógica em armazenar "recursos ociosos" e "conservados de forma improdutiva" e muito se tem discutido sobre a possibilidade de se produzir *just-in-time*, com "estoque zero", para não agregar aos custos de produção os custos financeiros associados ao capital imobilizado em estoques, como propõe o sistema Toyota de produção (SHINGO, 1996).

Embora realmente se verifique uma tendência das empresas conseguirem reduzir seus níveis de estoque, aproximando-se do limite ideal de estoque zero proposto pela filosofia de produção JIT – em decorrência da melhor integração da cadeia de valor das empresas, propiciada acima de tudo pelos avanços da TI, que facilita o fluxo de informações internamente à empresa, mas também com clientes e fornecedores – em muitos casos as empresas ainda vão preferir arcar com os custos adicionais de manterem estoques. As razões para isto são várias:

- (a) os ganhos de custo proporcionados pela inexistência (ou níveis baixos) de estoque podem ser inferiores às perdas decorrentes da paralisação da produção pela falta de um item necessário (fornecedores pouco confiáveis, máquinas pouco confiáveis etc.);

- (b) no caso de matérias-primas, pode haver sazonalidade que exija a estocagem em um período para utilização futura (é só lembrar da parábola da formiga e da cigarra, de La Fontaine);
- (c) no caso de produtos acabados, pode haver sazonalidade da demanda, mas os custos financeiros da produção para estoques ser inferior ao custo de instalação da capacidade necessária para a produção para o pico da demanda (ver o item 7);
- (d) diferentes ritmos de produção ao longo do processo produtivo (uma parte do processo pode trabalhar apenas um turno, enquanto outra, que tem ritmo mais lento, trabalha em dois turnos, produzindo para estoque, para compensar);
- (e) o custo de não atender um cliente pode ser elevado, não apenas sob o ponto de vista da receita que deixa de ser obtida em função da não-venda, mas também sob a ótica estratégica: o não atendimento de um cliente pode levá-lo a procurar a concorrência, caso em que a empresa estaria contribuindo diretamente para a redução de sua própria participação de mercado e para o aumento do *market-share* do adversário.

Há, contudo, dois motivos que muitas empresas continuam a utilizar para justificar a existência de estoques, que são cada vez menos aceitáveis:

- (a) compras ou produção de forma mais econômica;
- (b) emprego uniforme da mão-de-obra.

Compras ou produção de forma mais econômica

A compra de forma mais econômica se justificava quando o fornecedor, talvez para se ver livre dos seus próprios estoques ou por não estar seguro da ocorrência de uma próxima venda, incentivava o cliente a fazer compras grandes. Durante um bom tempo da Revolução Industrial, as empresas não precisaram se preocupar em realizar grandes esforços de venda, porque o "gargalo" não estava no mercado, mas sim no processo produtivo. O mercado compraria tudo o que a empresa produzisse. Mas o ambiente de negócios das empresas foi mudando e hoje são poucos os setores que ainda podem se dar ao luxo de produzir sem precisar se preocupar com a colocação do produto no mercado (a empresa da Equipe 1 da simulação é uma dessas raras exceções). Aquela estória de "o meu produto se vende sozinho!" não existe mais.

Apesar desta mudança radical de cenário, muitas empresas continuam produzindo como se o mercado ainda fosse capaz de absorver toda a sua produção, independentemente da sua falta de foco nas necessidades do cliente. E a visão míope do ambiente de negócios acaba levando essas empresas a produzirem para estoque, quando o mercado deixa de prestar atenção aos seus produtos, na convicção de que tudo continua como sempre e que o cliente reaparecerá em seguida. Quando o cliente não reaparece, vêm as promoções: grandes descontos para quem ficar com o que está "encalhado", mesmo que isto implique em vender abaixo do custo.

Vender mais barato em grandes quantidades só faz sentido se a redução de preço decorrer da redução dos custos de transação, ou seja, dos custos ligados à negociação e transferência dos itens do vendedor para o comprador. Como a venda em grandes quantidades para um cliente que pretende se estocar adia a próxima venda, qualquer estímulo para isto, através de descontos ou outras facilidades, não traz benefício ao vendedor (salvo quando estimular mudança no padrão de consumo do comprador). Ao contrário, aumenta seus custos de produção, já que desestabiliza a demanda criando picos e vales de demanda maiores que os usuais, o que dificulta o planejamento da capacidade, como será discutido mais adiante (ver o item 7).

À medida em que as empresas passam a atuar de forma mais integrada com os demais elos da sua cadeia de valor (fornecedores e clientes), a tendência é que possam ser negociados lotes cada vez menores. Os sistemas de informação interligados diminuem os custos de transação e as empresas podem programar melhor sua capacidade, com base nas previsões de demanda dos parceiros. Deixa de vigorar a prática de empurrar o "abacaxi" adiante, já que o fornecedor não vê o cliente como "freguês" (no sentido pejorativo da palavra) de uma única compra. Como o relacionamento passa a ser mais duradouro, cresce, ainda, a necessidade de respeito entre as partes.

Emprego uniforme da mão-de-obra

Quando as empresas argumentam que preferem continuar produzindo para estoque, quando não há demanda para seus produtos, elas precisariam estar bem conscientes de todos os custos e riscos envolvidos. Em um mundo que muda tão rapidamente como o do ambiente de negócios das empresas de hoje, o risco é muito grande. Existe o risco de o produto estocado se tornar obsoleto e ter que ser descartado, ou vendido com grandes descontos. Existe, também, o risco de ser desenvolvido um processo mais eficiente de obtenção do produto, o que permite a produção a custo menor, caso em que a empresa é forçada a baixar o seu preço de venda, independentemente dos custos incorridos no seu processo produtivo, para conseguir continuar vendendo. É importante lembrar que o custo está sob controle da empresa, mas o valor do seu produto ou serviço depende da percepção dos clientes. O preço não poderá ser sequer um centavo superior ao valor percebido para que a transação se efetue. Para GRAEML (2000), mercados menos competitivos permitiam a prática indiscriminada do *mark-up*, ou seja, apuração dos custos e, a partir deles, determinação de um preço capaz de proporcionar à empresa a lucratividade pretendida. O aumento da concorrência tem feito com que as empresas precisem atuar de forma inversa: primeiro avaliem quanto o mercado está disposto a pagar por seu produto (o valor para o cliente) e depois trabalhem sobre sua planilha de custos para adequá-la à situação, viabilizando o negócio. Se o custo superar o valor do produto, o projeto é abortado, porque não vai haver aceitação pelo mercado.

Recentemente, os governos têm-se demonstrado mais sensíveis à dificuldade das empresas arcarem com os custos fixos de seus negócios em épocas em que há muita capacidade ociosa (períodos recessivos). Assim, a legislação trabalhista está se flexibilizando. A regulamentação de contratações temporárias e a criação de bancos de horas, por exemplo, permitem que as empresas consigam planejar melhor a sua capacidade e escapem da necessidade de produzir, simplesmente, porque não podem deixar seus funcionários de "braços cruzados".

Curva ABC

Se tiverem sido definidos os custos das matérias-primas e materiais de consumo de forma detalhada, para a simulação da fábrica de dados (ver item 5), também podem ser estudadas, de forma exemplificada, as abordagens de gestão de estoques, inclusive com a criação de curva ABC e preocupação concentrada nos itens de maior impacto financeiro.

7. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CAPACIDADE PRODUTIVA

Para determinar a capacidade produtiva de suas operações, as empresas podem adotar uma de três políticas, segundo SLACK (1996, p. 355):

- (a) ignorar as flutuações de demanda e manter o nível de atividades constante;
- (b) ajustar a capacidade para refletir as flutuações da demanda;
- (c) tentar mudar a demanda para ajustá-la à disponibilidade da capacidade.

Para a equipe 1, não há flutuação de demanda percebida, uma vez que esta é sempre superior à capacidade de produção. Por isso, esta equipe pode definir qualquer nível de capacidade e está na posição confortável de saber, de antemão, que toda a produção será comercializada. Esta é, obviamente, uma situação cômoda, enquanto persistirem as condições atuais de mercado. Contudo, empresas que usufruem deste tipo de situação por longo período correm o risco de se tornar vítimas de sua própria trajetória de sucesso. Existe uma tendência de as empresas procurarem extrapolar o futuro do passado. Assim, para GRAEML (2000) a trajetória das empresas, que garante sucesso em épocas de “calmaria”, normalmente às cegas para mudanças, quando estas passam a ocorrer em maior velocidade. Em uma evolução desta simulação de fabricação de dados para um jogo de empresas focado na administração da produção, uma equipe que começasse a atuar dentro de um cenário como este vivenciado pela equipe 1 correria enormes riscos de não perceber a tempo as mudanças no ambiente, acabando engolidas pelo mercado ao longo do jogo.

A política de capacidade da equipe 4 pode ser de definição de uma capacidade produtiva intermediária entre a necessária para atender picos e vales de demanda e produção em ritmo constante. Em determinadas situações, quando a demanda estiver retraída, a produção pode ser realizada para estoques, porque se sabe que haverá recuperação das vendas e o produto estará então disponível. A escolha deste tipo de política pode ser encorajada pelo fato de o custo financeiro de manutenção de estoques ser baixo e o produto da empresa não ser sensível a modismos ou rápidos aperfeiçoamentos tecnológicos, o que colocaria em risco os estoques de produtos acabados acumulados.

A política de capacidade da equipe 5 prevê a existência de capacidade ociosa durante a maior parte do tempo, para que a empresa seja capaz de atender a demanda nos momentos de pico, sem precisar lançar mão de estoques, uma vez que o custo financeiro de manutenção de estoques é muito elevado.

As demais equipes podem se utilizar de políticas que visem estimular uma demanda mais regular, eventualmente, produzindo o mesmo item, ou outros produtos, para clientes diversos. Na simulação conforme tem sido proposta, não existe possibilidade de as equipes realizarem esforços de *marketing* ou de outra ordem visando obter alterações na demanda, para ajustá-la à capacidade. Esta seria uma implementação interessante em um jogo de empresas de produção, no qual os autores estão começando a trabalhar.

8. OUTROS ASPECTOS LIGADOS À PRODUÇÃO

A simulação descrita neste artigo pode contemplar ainda uma série de outros conceitos de produção, dentre os quais, os autores têm trabalhado principalmente com:

- (a) técnicas de planejamento da produção e materiais, com a solicitação de que os alunos criem planilhas no Excel ou outro software para a explosão das necessidades de materiais (MRP I) e recursos para a produção (MRP II);
- (b) estoques de produtos em transformação e a forma como podem ajudar a esconder ineficiências e gargalos;
- (c) produção empurrada vs. produção puxada;

- (d) produção em massa vs. produção enxuta;
- (e) utilização de Kanban para o controle da produção puxada;
- (f) desenvolvimento de uma sistemática voltada para o planejamento e controle da produção e materiais;
- (g) estudo de problemas de qualidade, com controle estatístico do processo;
- (h) verificações da qualidade em diversos pontos ao longo do processo vs. controle único ao final do processo;
- (i) treinamento (inicial e *on the job*);
- (j) interfaces funcionais e com clientes e fornecedores;
- (k) especialização e seus impactos positivos e negativos;
- (l) etc.

9. CONCLUSÃO

A experiência dos autores tem indicado que a utilização de simulações para a ilustração de situações do dia-a-dia empresarial, e mais especificamente, do ambiente de produção, é uma ferramenta de ensino-aprendizagem extremamente eficaz. As aulas ficam mais dinâmicas e os alunos se sentem motivados em participar, inclusive trazendo novas sugestões para atividades futuras correlatas.

Os resultados são tão promissores que os autores pretendem sofisticar a simulação com o objetivo de transformá-la, em algum momento futuro, em um verdadeiro jogo de empresas, como aqueles bastante comuns para as disciplinas de finanças e *marketing*.

O primeiro passo nessa direção será procurar integrar a simulação do jogo de dados com outras atividades e jogos simplificados já existentes para produção e materiais. Dentre eles, um que se destaca é o jogo da cerveja, proposto por SENGE (1998, p. 69), que cobre alguns dos aspectos relacionados à distribuição. Outro passo importante é criar, em um software de planilha de cálculo, uma planilha com células que gerem números aleatórios, respeitando probabilidades definidas, e que determinem a configuração de cenários para os quais os gerentes de produção (alunos) devam ter preparado suas empresas ou departamentos de produção.

Quando isto acontecer, será possível abordar praticamente todo o conteúdo da disciplina de Administração da Produção com atividades complementares envolvendo jogos e simulações ilustrativas.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GRAEML, Alexandre R. **Sistemas de Informação**: alinhamento da estratégia de TI com a estratégia corporativa. São Paulo : Atlas, 2000.
- KOTLER, Philip e ARMSTRONG, Gary. **Princípios de Marketing**. 7ª ed. Rio de Janeiro : Prentice-Hall do Brasil, 1998.
- MONKS, Joseph. G. **Administração da Produção**. São Paulo : Mc Graw-Hill, 1987.
- MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. 2ª ed. São Paulo : Pioneira, 1996.
- SENGE, Peter. **A Quinta Disciplina**. 2ª ed. São Paulo : Ed. Best Seller, 1998.
- SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção** do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre : Artes Médicas, 1996.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo : Atlas, 1996.
<http://www.netpark.or.jp/origami/cubee.html> – página acessada em 15 de junho de 2000.