

O “JIT-GAME”: UMA SIMULAÇÃO DO *JUST-IN-TIME* NA SALA DE AULA

Marcelo G. Rebelato mgiroto@rla01.pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) – Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas – Rua Imaculada Conceição, 1155 – 80215-901 – Curitiba – PR.

Maurício C. F. de Mello mauricio.mello@pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) – Curso de Engenharia de Produção – Rua Imaculada Conceição, 1155 – 80215-901 – Curitiba – PR.

***Resumo:** O Just-in-Time (JIT), filosofia de produção criada pelos japoneses há pouco mais de 30 anos, é hoje matéria de presença imprescindível em qualquer curso que aborde a temática Administração da Produção. Também conhecido como sistema de produção “puxada”, o JIT se diferencia substancialmente dos sistemas tradicionais de produção, chamados de sistemas de produção “empurrada”. No ambiente da sala de aula, porém, nunca é simples para o professor explicar aos alunos as diferenças entre esses dois sistemas de produção. Talvez o maior obstáculo resida na dificuldade de se conseguir, apenas usando os recursos tradicionais de ensino, com que os alunos visualizem os dois sistemas produtivos de forma completa, fazendo ao mesmo tempo, uma avaliação comparativa entre o desempenho de cada função, em cada sistema. Neste contexto, este artigo descreve o “JIT-GAME”, uma simulação em forma de jogo, criado para auxiliar na compreensão das diferenças entre os sistemas puxado e empurrado de produção. O JIT-GAME é um jogo-simulação de simples aplicação, utiliza materiais baratos e facilmente encontráveis, não requer laboratório especial e motiva a participação dos alunos pela sua natureza lúdica e interativa.*

***Palavras-chave:** sistema de produção puxado, sistema de produção empurrado, simulação, ensino de engenharia.*

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, a simulação tornou-se parte do método de pesquisa científico. Os meteorologistas utilizam simulações computadorizadas para ajudar na previsão do tempo; os economistas a usam para fazer previsões econômicas; os estrategistas militares a usam para conjecturar sobre o curso dos eventos durante as campanhas militares, etc. Menos tradicional, entretanto é o uso da simulação como uma ferramenta de ensino. Mesmo que visto por alguns como “meros jogos” realizados na sala de aula, a simulação é encarada pela maioria dos profissionais docentes como um “ambiente de ensino” ao mesmo tempo divertido e eficaz, capaz de absorver totalmente a atenção dos alunos. Porém, mesmo quando os docentes são simpáticos à simulação em sala de aula ou em laboratório, uma lacuna comum é a inexistência de simuladores aplicáveis para a grande maioria dos temas de ensino. Talvez a principal razão para esse fato resida na inexistência de diretrizes seguras para o desenvolvimento de simulações efetivas (SMITH & BOYER, 1996).

A simulação tem o poder de recriar situações complexas e dinâmicas dentro da sala de aula, provendo um verdadeiro laboratório em sala, mesmo que imperfeito (WOODWORTH & GUMP, 1994). Depois da simulação, os participantes detêm uma compreensão mais profunda sobre o fenômeno enfocado. Um nível de entendimento dificilmente conseguido por meio das aulas expositivas tradicionais.

Assim, a simulação pode ser considerada uma ferramenta pedagógica útil para engajar os estudantes no processo de “aprendizado ativo”. Os proponentes do aprendizado ativo afirmam que os estudantes não alcançam seu potencial total de aprendizado quando estão em contato com as aulas tradicionais (BONDWEEL & EISON 1991). Aprende-se melhor quando se está envolvido na execução das tarefas e pensando sobre aquelas ações que estão sendo executadas, e também “por que” estão fazendo daquela forma (STICE, 1987).

Além disso, o uso da simulação na sala de aula é um meio eficiente para encorajar os estudantes à participação. Isso proporciona um notável incremento no nível de atenção dispensada à aula. Como resultado, a retenção da informação na memória se dá por um período muito mais longo (JOSEFSON & CASEY, 2000).

Curiosamente, em âmbito nacional e no contexto do ensino da Administração da Produção e Operações, área temática presente em qualquer curso de Administração de Empresas e em diversos cursos de Engenharia, pouquíssimos métodos de simulação podem ser encontrados para aplicação em sala de aula. Isso mostra uma fraqueza por parte dos profissionais da área, que talvez não tenham compreendido ainda as vantagens da simulação sobre os métodos tradicionais de ensino. Tentando diminuir esta lacuna presente no ensino desta área, este artigo apresenta o “JIT-GAME”, uma simulação em forma de jogo, criado para auxiliar na compreensão das diferenças entre os sistemas de produção “empurrados” (sistemas de produção tradicionais) e os sistemas de produção “puxados” (sistemas *Just-in-time*).

2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO EMPURRADO E PUXADO

Os termos *push* (empurrar) e *pull* (puxar) são utilizados para descrever os dois tipos de sistemas de movimentação do trabalho através de um processo de produção. Nos ambientes de produção tradicionais, utiliza-se o sistema de produção empurrado (*push*): quando termina o trabalho em um posto, o *output* é empurrado até a estação seguinte; no caso da operação final, ele é empurrado até o local do estoque final ou diretamente para a distribuição no mercado.

Inversamente, em um sistema de produção puxado, o controle da movimentação do trabalho compete à operação subsequente; cada posto de trabalho puxa o *output* do posto precedente, à medida que ele é necessário; o *output* da operação final é puxado pelo cliente (STEVENSON, 2001).

Assim, em um sistema de produção puxado, o trabalho se move adiante para atender à demanda do estágio posterior no processo, enquanto em um sistema empurrado o trabalho segue adiante, à medida que ele é completado, sem haver a preocupação de o posto estar ou não disponível para o trabalho. Como conseqüência, o trabalho pode se acumular, em forma de estoques intermediários, em postos de trabalho que ficam atrasados em relação à programação, devido a paradas de equipamento ou a problemas de qualidade.

Em um sistema JIT (puxado), cada posto de trabalho (cada cliente) comunica sua necessidade de mais trabalho ao posto de trabalho anterior (ao seu fornecedor), assegurando que a oferta se iguale à demanda. O *input* de matéria-prima se move na hora certa (*just-in-time*) para a operação seguinte. Dessa forma, o fluxo de trabalho é coordenado, e o acúmulo de estoques excessivos entre os postos de trabalho é evitado. Naturalmente, um certo estoque estará geralmente presente, porque as operações não são instantâneas.

Se, antes de iniciar suas operações, uma operação de trabalho aguardar até receber um pedido do posto de trabalho seguinte, esta teria que aguardar o posto de trabalho precedente para realizar sua tarefa. Desse modo, cada posto de trabalho produz a quantidade de *output* apenas suficiente para atender à demanda do posto seguinte. Isto pode ser conseguido se o posto de trabalho subsequente comunicar suas necessidades de *input* com antecedência suficiente, de modo a permitir que o posto de trabalho precedente consiga realizar a tarefa. Ou, de outra forma, poderia haver um pequeno estoque de amortecimento entre os postos. Quando o estoque de amortecimento diminuir até determinado nível, isso seria o sinal para o posto precedente começar a produzir *output* suficiente para reabastecer o estoque de amortecimento (STEVENSON, 2001).

O tamanho do estoque de amortecimento depende do ciclo de produção no posto de trabalho precedente. Se o tempo do ciclo for curto, o posto de trabalho necessitará de um pequeno estoque de amortecimento ou de nenhum; se o tempo do ciclo for grande, este necessitará de um estoque de amortecimento de maior tamanho. Porém, a produção sempre ocorrerá em resposta à utilização pela estação subsequente; o trabalho será puxado pela demanda gerada pela operação seguinte (STEVENSON, 2001).

3. O JIT-GAME

3.1 Objetivo do JIT-GAME

O objetivo do JIT-GAME é reproduzir, em sala de aula, os sistemas empurrado e puxado de produção, com o máximo de aderência possível às situações reais, de modo a evidenciar as diferenças entre esses dois sistemas de produção. Outro objetivo é utilizar materiais de fácil acesso, baratos, simples e que sejam de conhecimento e domínio geral, tornando o desempenho do processo de produção simulado equilibrado, já que participantes diferentes devem ocupar as operações de montagem em cada fase da simulação (rodízio de postos).

Apesar de ser um jogo, em que duas equipes vão competir (uma em cada fase do jogo) pela obtenção dos melhores índices de desempenho na produção das canetas, é bem provável que a equipe 2 (a que realizará a produção puxada) seja a vencedora. A simulação foi projetada para isso, porém, apenas o coordenador é quem sabe disso! Não importa que sejam os vencedores ou perdedores. O objetivo aqui é a aprendizagem.

3.2 Escolha dos produtos a serem montados no JIT-GAME

Foram escolhidos dois produtos - caneta BIC azul e caneta BIC vermelha. A caneta BIC foi escolhida por ser um produto simples e amplamente conhecido. Assim, os produtos dispensam maiores explicações sobre a montagem. A escolha de canetas de duas cores é estratégica para possibilitar erros durante a montagem.

3.3 Materiais necessários

São necessários: duas bandejas ou caixas de sapato; um relógio grande (relógio de parede); vinte copinhos plásticos; sessenta canetas azuis; sessenta canetas vermelhas; fita adesiva; ordens de fabricação/pedidos impressas (figuras 2 e 5); seis kanbans impressos (figura 4).

3.4 Tempo estimado total e número de pessoas para a simulação

São previstos de cem a cento e vinte minutos com uma turma de 15 a 20 pessoas.

3.5 Fases e dinâmica do JIT-GAME

O jogo é desenvolvido em duas fases, com uma equipe em cada fase. Na primeira fase simula-se o sistema tradicional (empurrado) de produção. Na segunda fase simula-se o sistema *Just-in-Time* (puxado) de produção. Em cada fase o professor ou o coordenador deverá escolher pessoas diferentes para ocupar as funções no sistema. Isto é interessante para que o aluno sempre seja um iniciante na tarefa para qual foi designado.

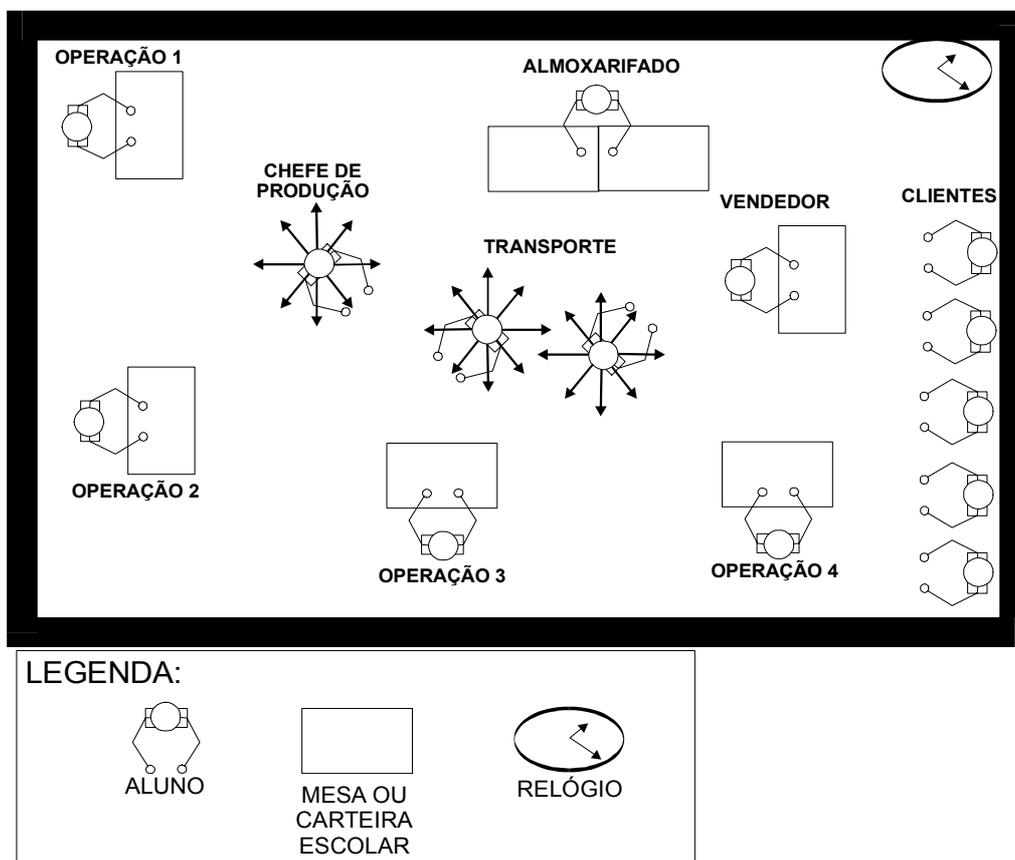
Fase 1 - Simulação do sistema tradicional (empurrado) de produção

Passo 1 – escolher a Equipe 1 (15 pessoas) e explicar aos participantes quais produtos serão montados e sua seqüência de montagem. A seqüência de montagem para esta fase é:

- _ Operação 1 – colocar a carga no corpo da caneta;
- _ Operação 2 – colocar a tampinha traseira no corpo da caneta;
- _ Operação 3 – colocar a tampa na caneta;
- _ Operação 4 – controle de qualidade - realiza-se 1 teste e 4 verificações:
 - _ teste de escrita;
 - _ verificação do encaixe entre carga/corpo;
 - _ verificação do encaixe tampinha traseira/corpo;
 - _ verificação do encaixe tampa/corpo (todos os encaixes devem ser perfeitos);
 - _ verificação de coincidência de cores (cor da tinta, da tampa e da tampinha traseira).

Passo 2 - explicar aos participantes o layout do sistema de produção empurrado. Este sistema será arranjado “por processo”, ou seja, o arranjo físico será feito por funções (figura 1).

Figura 1 – *Layout* para a Fase 1.



Serão necessários 15 participantes para esta fase, sendo que suas funções serão:

- _ 1 chefe de produção
- _ 1 vendedor
- _ 1 almoxarife
- _ 2 transportadores
- _ 4 operadores
- _ 6 clientes

Passo 3 – explicar para os participantes a dinâmica do sistema de produção empurrado.

Na sala, é aconselhável posicionar o relógio grande numa posição onde todos possam vê-lo.

O início deste sistema se dá com o cliente 1, que fará, no instante 0min, o pedido de 5 canetas azuis e 10 vermelhas a um dos vendedores. Os clientes 2, 3, 4, 5 e 6, por sua vez, também farão seus pedidos aos vendedores, seqüencialmente.

Cada pedido tem quantidade e hora estabelecidos por um cronograma (ver cronograma na tabela 1). O ciclo de produção *se repete para cada pedido de cada cliente* (um pedido é composto por uma certa combinação de canetas vermelhas e azuis - tabela 1).

Tabela 1 – Cronograma de pedidos dos clientes – Fase 1 e 2.

CLIENTE	Quantidade de canetas azuis	Quantidade de canetas vermelhas	Tempo de jogo onde o cliente deve colocar seu pedido ao vendedor
Cliente 1	5 azuis	10 vermelhas	00:00 – Início da fase
Cliente 2	6 azuis	6 vermelhas	00:01:00
Cliente 3	8 azuis	6 vermelhas	00:03:00
Cliente 4	8 azuis	8 vermelhas	00:04:00
Cliente 5	6 azuis	8 vermelhas	00:06:00
Cliente 6	12 azuis	7 vermelhas	00:07:00

A partir do pedido do cliente, o vendedor deverá preencher a Ordem de Fabricação (os formulários para as Ordens de Fabricação deverão estar disponíveis sobre sua mesa - ver figura 2), com o número do cliente, o número do pedido (inicia-se com o pedido número 1), horário de colocação do pedido, vendedor (número 1 ou 2), e quantidade de canetas azuis e vermelhas encomendadas.

A seguir, o vendedor chama um transportador, o qual deverá levar a Ordem de Fabricação até o almoxarifado.

O almoxarife, então, verifica o pedido e entrega a matéria-prima *necessária apenas para aquele pedido* a um transportador, o qual deverá levar esses materiais à operação 1 (as matérias primas para cada pedido deverão ser colocados dentro de um copo plástico). O almoxarife coloca o seu nome na Ordem de Fabricação e assina. A matéria-prima e a Ordem de Fabricação seguem juntas (sobre uma bandeja) à operação 1.

A operação 1 monta as cargas nos corpos, entrega esse conjunto montado a um transportador e assina a Ordem de Fabricação no espaço reservado a esse operador. Este conjunto montado, juntamente com a Ordem de Fabricação, deverá ser levado à operação 2.

Em seguida, a operação 2 monta a tampinha traseira no corpo da caneta, entrega o conjunto montado a um transportador e assina a Ordem de Fabricação. Este conjunto montado, juntamente com Ordem de Fabricação, deverá ser levado à operação 3.

A operação 3 monta a tampa na caneta, assina a Ordem de Fabricação e entrega o conjunto a um transportador, o qual deverá levar o conjunto montado, juntamente com a ordem de fabricação, à operação 4.

A operação 4 realiza:

- _ o teste de escrita;
- _ verifica o encaixe entre carga/corpo;
- _ verifica o encaixe tampinha traseira/corpo;
- _ verifica o encaixe tampa/corpo (todos os encaixes devem ser perfeitos);
- _ verifica a coincidência de cores (cor da tinta, da tampa e da tampinha traseira).

Figura 2 – Modelo da Ordem de Fabricação - Fase 1.

Ordem de Fabricação			
Cliente: _____		Pedido N° : _____	
Horário de Colocação do Pedido: _____		Vendedor: _____	
Quantidade Canetas Azuis: _____		Quantidade Canetas Vermelhas: _____	
N° Oper.	Descrição	Operador	Assinatura
Almoxarifado (Corpo e Carga)			
Op. 1	Carga no corpo		
Almoxarifado (Tampinha Traseira)			
Op. 2	Tampinha traseira no corpo		
Almoxarifado (Tampa)			
Op.3	Tampa da Caneta		
Op. 4	Controle de Qualidade		
Horário de Entrega do Pedido: _____		Assinatura cliente: _____	

Depois de fazer os testes, e o produto for considerado perfeito pelo operador 4, este assina a Ordem de Fabricação e entrega a caneta a um transportador, o qual deverá levá-la até o vendedor (juntamente com a Ordem de Fabricação). Caso haja alguma imperfeição no produto (qualquer erro), o operador 4 chama o chefe de produção e entrega a caneta com defeito a ele. O chefe de produção deverá refugar a caneta com defeito (desmontá-la e repor no almoxarifado as peças) e iniciar a produção de outra caneta da mesma cor desta refugada. Para isso, abre-se uma nova ordem de produção.

Neste ponto faz-se necessário um esclarecimento: serão considerados refugos todas os conjuntos que forem montados errados ou que caírem no chão, exceto as matérias primas. Isto é, caso alguma matéria-prima caia no chão ela pode ser recolhida e processo continua normalmente. Porém, da operação 1 em diante, qualquer queda implica em refugar aquele conjunto.

Um outro esclarecimento deve ser feito a respeito do chefe de produção: ele não tem uma função específica. Sua função, a “grosso modo”, é fazer com que os pedidos sejam entregues aos clientes, sem defeitos. Dentro disso, o chefe de produção pode assumir tarefas variadas no sistema produtivo.

Estando o produto aprovado pela operação 4, o transporte deverá entregá-lo ao vendedor. Este confere as quantidades do pedido e o entrega ao respectivo cliente.

Passo 4 – colocar no quadro negro uma tabela preparada para a coleta das métricas abaixo, (tanto para a fase 1 quanto para a fase 2) e explicar para os participantes todas as

métricas a serem utilizadas no jogo. São nove medidas a serem utilizadas, sendo que a responsabilidade de assegurar que essas métricas serão tomadas é do coordenador do jogo:

1. Tempo médio de atendimento do cliente - cada cliente mede o tempo que o sistema levou para atendê-lo. Soma-se estes tempos e divide-se pelo número de clientes;

2. Lead time - o almoxarifado deverá expedir (não importa em que pedido) um corpo de caneta marcado com uma fita adesiva. Ele deverá avisar o coordenador do jogo no momento em que esta peça sair do almoxarifado. A função do coordenador será monitorar o tempo que leva esta peça para chegar ao cliente (como uma caneta pronta). O coordenador anota no quadro este tempo;

3. Estoque em processo - exatamente 10 min depois de iniciada a Fase 1, o coordenador pára o jogo e conta todo o estoque em processo, isto é, quantas peças (sem distinção de cada tipo) estão nas estações de trabalho. Ele então anota estes dados no quadro. Após isso, a simulação segue normalmente;

4. Número de pessoas – é apenas o registro do número de pessoas que estão participando daquela fase;

5. Número de peças refugadas – é apenas o registro do número de peças refugadas;

6. Número de peças defeituosas detectadas internamente – é o registro do número de canetas com defeito detectadas na operação 4;

7. Número de peças defeituosas detectadas no cliente – é o registro do número de canetas com defeito detectadas no cliente;

8. Taxa média de produção (canetas/min) – conta-se quantas canetas foram produzidas e divide-se pelo tempo total de produção;

9. Taxa de defeitos (defeitos/boas) – é o número de canetas que foram produzidas com defeito dividido pelo número total de canetas produzidas.

Passo 5 – Iniciar a simulação da fase 1.

Fase 2 – Simulação do sistema *Just-in-Time* (empurrado) de produção.

Passo 1 – escolha da Equipe 2 (11 pessoas) e esclarecimento aos participantes: os produtos a serem montados são os mesmos da Fase 1.

Passo 2 - explicar aos participantes o *layout* do sistema *Just-in-Time*. Este sistema será arranjado em forma de uma célula em U (figura 3). Serão necessários 11 participantes para esta fase, sendo que suas funções serão:

- _ 3 operadores;
- _ 2 vendedores;
- _ 6 clientes.

Passo 3 – explicar para os participantes a dinâmica do sistema de produção puxado.

Antes de mais nada, é preciso esclarecer que os kanbans a serem usados no JIT-GAME são **kanbas-contêiners**, ou seja, eles têm duas funções: armazenar as sub-partes (ou o produto final, no caso da última operação) montadas em cada estação (as sub-partes ficam dentro da área vermelha ou azul) e comunicar a necessidade de produção de uma nova sub-partes (figura 4).

Os kanbans não se movem, ficando dispostos ao lado de cada estação de trabalho, e de modo que o operador da próxima estação possa alcançá-los sem esforço. Durante a simulação, o kanban age como um comunicador visual, ou seja, quando o kanban de cada estação estiver vazio, isto é um aviso ao operador que ele deve produzir e alimentar os seus kanbans, deixando ali **sempre duas** sub-partes (ou produtos finais) montadas.

Outra observação é quanto ao transporte e ao almoxarifado. Nesta fase não há os transportadores nem o almoxarifado. As matérias-primas necessárias a cada operação deverão

estar dentro dos copinhos, em quantidades suficientes a todos os pedidos, e armazenadas no próprio posto de trabalho.

Antes de se começar a simulação desta fase, é preciso que todos os kanbans estejam preenchidos com **duas** sub-partes montadas (ou produtos finais). Isto quer dizer que cada kanban disposto junto a cada operação deverá conter dois conjuntos previamente montados, tanto na área vermelha quanto na área azul.

A fase 2 se inicia do mesmo modo que a fase 1, com os pedidos dos clientes. Cada pedido tem quantidade e hora estabelecidas pela tabela 1.

Figura 3 - Layout da Fase 2

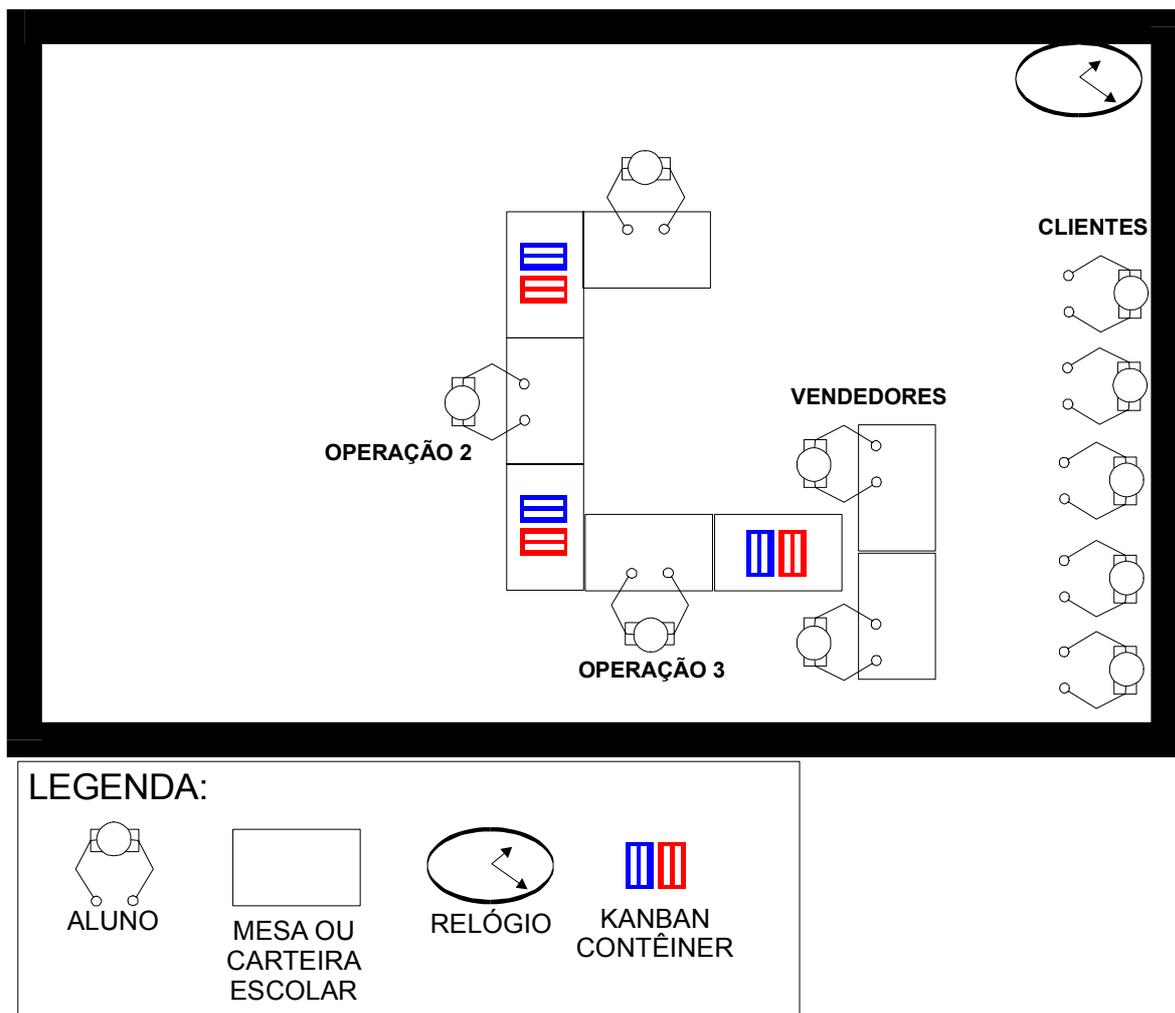
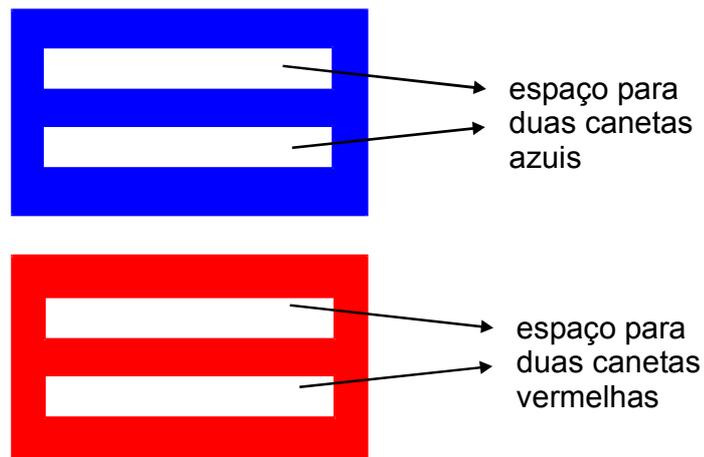


Figura 4 – Kanbans-contêiner - Fase 2



A seqüência de operações para esta fase é:

- _ Operação 1 – colocar a carga no corpo da caneta e realizar a inspeção de qualidade (encaixe perfeito);
- _ Operação 2 – colocar a tampinha traseira no corpo da caneta realizar a inspeção de qualidade (encaixe perfeito e concordância de cores);
- _ Operação 3 – colocar a tampa na caneta e realizar a inspeção de qualidade (concordância de cores e escrita).

Inicialmente, os dois vendedores receberão os pedidos dos clientes e preencherão o Documento de Venda (figura 5). Este documento não se move, ele fica sempre sobre a mesa do vendedor. Logo após este preenchimento, os vendedores poderão pegar as canetas que estiverem prontas nos kanbans (vermelho e azul) da operação 3.

Figura 5 – Modelo do documento de venda - Fase 2.

Documento de Venda	
Cliente: _____	Pedido Nº: _____
Horário de Colocação do Pedido: _____	Vendedor: _____
Quantidade Canetas Azuis: _____	Quantidade Canetas Vermelhas: _____
Horário de Entrega do Pedido: _____	Ass. Cliente: _____

O operador 3, ao ver que os seus kanbans estão vazios, inicia a produção das canetas pegando as sub-partes montadas dos kanbans da operação 2. Ao completar a operação ele abastece seu kanban.

O operador 2, ao ver que os seus kanbans estão vazios, inicia a sua produção pegando as sub-partes montadas nos kanbans da operação 1. Ao completar a operação ele abastece seu kanban.

O operador 1, ao ver que seus kanbans estão vazios, inicia a sua produção e ao completar a operação ele abastece seu kanban.

Conforme as canetas ficam prontas e são colocadas nos kanbans junto à operação 3, os vendedores vão coletando estas canetas para irem fechando os pedidos dos clientes. Assim que um pedido é fechado o cliente retira seu pedido diretamente com o vendedor.

Durante a execução da fase 2, continua sob responsabilidade do coordenador coletar e anotar no quadro todas as nove métricas de produção, exatamente como na fase 1.

Passo 4 – Iniciar a simulação da fase 2.

Fase 3 – Análise comparativa entre a Fase 1 e a Fase 2

Nesta fase o coordenador deve tomar as tabelas com as métricas anotadas durante as Fases 1 e 2 e analisar, uma por uma, as possíveis razões que explicam as diferenças de desempenho entre as medidas das fases distintas. Para reforçar o aprendizado, também é interessante fazer-se um *link* com os aspectos teóricos e conceituais tanto da produção empurrada quanto da produção puxada. Por isso, é recomendável, mesmo que não estritamente necessário, que os participantes do JIT-GAME tenham, antes da simulação, contato com a literatura especializada sobre o tema.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O JIT-GAME simulado em sala de aula é capaz de fornecer aos alunos a visão clara de algumas vantagens que o sistema *Just-in-Time* de produção oferece sobre os sistemas “empurrados” tradicionais. Por meio da simulação, os alunos são capazes de entender que o JIT tem como princípio básico atender dinâmica e instantaneamente a variada demanda de mercado produzindo em lotes de pequena dimensão. Além disso, podem visualizar facilmente as oportunidades de aumento de flexibilidade, diminuição dos custos de manufatura, redução dos lotes de operação de produção e eliminação de desperdícios. Assim, o JIT-GAME, naturalmente, faz com que a Equipe 2 – que simula o sistema de produção puxado – seja a vencedora.

A simulação do sistema puxado também insere, aos participantes, a técnica de comunicação dos Kanbans. Sendo o Kanban um mecanismo pelo qual um posto de trabalho informa suas necessidades de mais peças para a seção precedente por meio de sinais visuais, o fluxo e o controle da produção num ambiente JIT controlado por Kanban é mais simples que em uma empresa tradicional.

Também fica claro que, com o sistema JIT, técnicas de arranjo físico podem ser utilizadas para promover um fluxo suave de materiais, de informações e de pessoas na operação. O sistema JIT, pelas suas características, funciona melhor se adotado o arranjo celular, onde as máquinas são agrupadas, bem próximas, de forma flexível, adequadamente dimensionada e em quantidade conveniente. Dessa forma, o JIT se coloca como algo mais do que um programa de redução de estoques. É uma estratégia de produção que objetiva reduzir os custos totais e melhorar a qualidade dos produtos nas operações de fabricação.

Os resultados alcançados com as experiências de simulação realizadas em sala de aula com alunos do curso de Engenharia de Produção e Administração de Empresas têm sido altamente satisfatórios. Os alunos demonstram um melhor grau de fixação dos conceitos envolvidos. Mesmo que no início da simulação eles estejam apáticos, logo se envolvem com o jogo e a aula cresce qualitativamente. Quando questionados, cem por cento deles relatam que a experiência é muito interessante.

Quanto à produção de simulações no ambiente de sala de aula, vale dizer que o projeto de simulações não é tarefa fácil para o professor. Talvez a maior dificuldade esteja no processo de criação de algo que seja, ao mesmo tempo, motivador aos alunos, atinja os objetivos de aprendizado do tema e seja praticável dentro do ambiente da sala de aula. Sem esquecer também o aspecto custo. Em boa parte das vezes, o próprio professor é quem arca com os custos dos materiais necessários.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- BONDWEEL, C; EISON, J. **Active learning: creating excitement in the classroom.** Washington DC: Ashe-Eric, 1991.
- JOSEFSON, J. CASEY, K. Simulation issue networks in small classes using the world wide web. **Political Science and Politics**, v.33, n.4, p.843-846, 2000.
- SMITH, E.T.; BOYER, M. A. Designing in-class simulation. **Political Science and Politics**, v.29, n.4, p.690-694, 1996.
- STEVENSON, W.J. **Administração das operações de produção.** Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- STICE, J. E. Using Kolb's learning curve to improve students learning. **Engineering Education**, v.77, p.291-320, 1987.
- WOODWORTH, J. R.; GUMP, W. R. **Camelot, a role playing simulation for political decision making.** Belmont CA: Wadsworth Publishing, 1994.

THE "JIT-GAME": A SIMULATION OF THE JUST-IN-TIME IN THE CLASSROOM

***Abstract:** The Just-in-Time (JIT), a production philosophy created by the Japanese a little more than 30 years ago, is currently substance of essential presence in any course that approaches the thematic Administration of the Production. Also known as "pulled" production system, the JIT differentiates itself substantially from the traditional systems of production, also known as "pushed" production systems. In the environment of the classroom, however, it is not simple to explain to the pupils the differences between these two systems of production. Perhaps the biggest obstacle inhabits in the difficulty to obtain, only using the traditional resources of education that the pupils visualize the two productive systems in a complete form, making at the same time, a comparative evaluation of the performance of each function, in each system. In this context, this article describes the "JIT- GAME", a simulation in a game form, created to assist in the understanding of the differences between the pulled and pushed production systems. The JIT-GAME is a game-simulation of simple application, it uses cheap materials and easily found, it does not require special laboratory and it motivates the participation of the pupils due to its playful and interactive nature.*

***Keywords:** pulled production system, pushed production system, simulation, engineering education.*