

# JOGOS, UMA ALTERNATIVA PARA COMPLEMENTAR O ENSINO DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Prof. **Abelardo A. de Queiroz**, Phd. - Dep. de Eng. Mecânica UFSC - [abelardo@emc.ufsc.br](mailto:abelardo@emc.ufsc.br)  
Eng. **Adrián G. Lucero** - Mestrado em Eng. Mecânica UFSC - [aglucero@grucon.ufsc.br](mailto:aglucero@grucon.ufsc.br)

**Resumo.** *O aprendizado de estudantes e técnicos na área de produção/fabricação é um misto de: conhecer o problema observando a realidade e a dinâmica das estruturas fabris, identificar modelos teóricos de organizações e o seu gerenciamento, explorar ferramentas de apoio ao gerenciamento e à operação destes sistemas. Os recursos convencionais de aulas e textos tem um eficiente complemento: a emulação de situações reais por técnicas de simulação ou com projeto de ambientes através de jogos. Este artigo reporta a experiência que se originou do projeto e implementação do Jogo da Produção no âmbito do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC nos dois anos em que alunos entusiasticamente participam e se envolvem na tarefa de planejar e programar e avaliar a produção de uma fábrica virtual.*

**Palavras-chave:** *Administração da produção, Jogos, Planejamento e controle da produção, Programação da produção, Simulação.*

## 1. INTRODUÇÃO

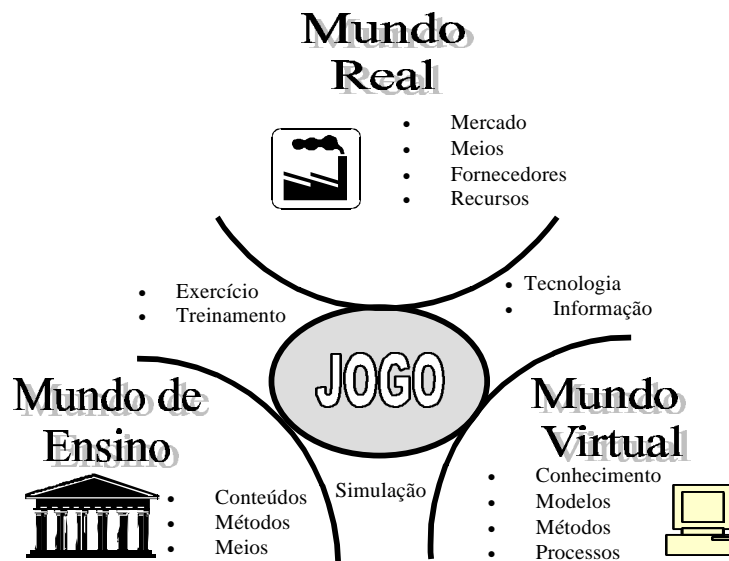
O ensino de conteúdos organizacionais na engenharia, notadamente aqueles relacionados ao Planejamento, Programação e Controle da Produção é um campo fértil para o desenvolvimento de ferramentas de simulação e jogos. A dinâmica em que acontecem os eventos e suas repercussões nas decisões de engenharia tornam o aprendizado por meios expositivos muito limitante.

O uso de jogos como ferramentas de aprendizado é uma prática tão antiga quanto o ensino. Ele tem sido usado com uma considerável variedade de formatos tentando alcançar objetivos muito diversos. Contudo, no ensino regular, dos níveis fundamentais e superiores, dificuldades de ordem operacional e econômica tem impedido a disseminação mais intensa deste recurso excepcional para o desenvolvimento do aprendizado. Contudo, é comum ver que muitos projetistas de jogos estão mais preocupados em demonstrar toda pirotecnia tecnológica oferecida pelo computador com seus recursos gráficos sem o devido cuidado com conteúdo pedagógico de seus produtos. Esta é sem dúvida a grande dificuldade: fazer com que a máquina (computador, software) seja colocada em função da atividade fim e explorar os recursos computacionais de maneira interessante para tornar dinâmico e atrativo o conteúdo científico/tecnológico, e desta maneira motivá-lo para descer mais fundo no conhecimento sem dispersar a atenção do jogador tratando o jogo como um simples e vazio entretenimento. Se o esforço desta área for nesta direção, o jogo irá sobreviver ao modismo. Caso contrário vai ser mais uma experiência que não tem sucesso dando mais força ao “cuspe e giz” que está muito mais presente do que deveria por culpa não só de quem financia a Educação mas também daqueles que preferem sempre a lei do menor esforço.

No ensino da engenharia, principalmente no lado organizacional (Administração da Produção) ela tem tido um grande apelo devido a necessidade de se emular ambientes internos tais como: projeto, produção e transporte ou os externos: mercado, fornecedores e vendas. Ações muito complexas para serem reproduzidas em laboratórios. As técnicas de jogo, agora com o uso intensivo de ferramentas computacionais, de rede e do ambiente de Internet, tem experimentado grande progresso. De modo que pode-se constatar ao redor do mundo grande surto de iniciativas principalmente para as áreas de Produção[1][2] e Empreendedorismo dos chamados Jogos de Empresa.

## 2. O JOGO DA PRODUÇÃO

O Planejamento da produção tem sido classicamente ligado ao controle de materiais na produção desde o final do século XIX[3]. O Plano Mestre de Produção popularizado na década de 40 foi a semente do MRP brotada no fértil ambiente digital promovido pela informática. Esta fantástica ferramenta não para de evoluir aperfeiçoando seu método pela Teoria das Restrições e crescendo horizontalmente para mais funções na produção se tornando ERP[4]. Neste ambiente conceitual está crescendo o Jogo da Produção. O Jogo foi originalmente concebido para atender às necessidades de disciplinas organizacionais nas áreas de fabricação e produção dos cursos de Engenharia Mecânica e Controle e Automação (Mecatrônica). Pensado como uma ferramenta complementar ao esforço pedagógico e visa emular o ambiente dinâmico da manufatura levando a tona uma vasta gama de problemas e soluções típicas das atividades de planejamento e programação



### 2.1 Cenário

O Jogo emula situações reais de produção com vários produtos de fluxo longo (processos encadeados) e configurações de produto complexas. O jogador é um Engenheiro *Trainee* passando por um Departamento de Planejamento da Produção para assumir todo o planejamento e programação de uma unidade fabril que está em plena atividade. Nos níveis mais básicos do jogo, por razões pedagógicas, evitou-se colocar o aluno diante de estados transientes na fabricação, já que o nível de decisão deste estado é bem mais complexo na manufatura de lotes. Quando inserido na produção em regime permanente, há uma vantagem flagrante para o aprendiz que é a oportunidade de examinar as programações anteriores, os níveis de estoque, as interrupções e atrasos de produção, os índices de refugo e as flutuações de pedidos. Nos níveis mais avançados o aluno é posto diante de situações mais realísticas de clientes que cancelam pedidos, de máquinas que quebram e de novos produtos que são introduzidos na produção.

A eficiência do jogador se fundamenta no conhecimento teórico dos conteúdos e da análise detalhada da produção prévia. Contudo a aleatoriedade está presente nos eventos de produção e sobretudo no mercado. Balanceia cuidadosamente a previsibilidade e a aleatoriedade.

Nas avaliações periódicas do desempenho do jogador o jogo produz relatórios que inclui: erros de programação, níveis de estoque, custos operacionais, valor agregado obtido (lucro), desempenho de cada estação de trabalho e células de fabricação, interrupções e atrasos. Igualmente o jogador recebe informações atualizadas da Carteira de Pedidos e eventual alteração da Previsão da Demanda, para a próxima jogada.

O Sistema de Manufatura é constituído dos meios de produção que junto com o pessoal operacionalizam a produção conforme planejado. Algumas intempéries ocorrem gerando refugos e atrasos. A variedade de processos e da configuração das estações de trabalho enriquecem em muito a tarefa de planejamento para tornar a programação razoavelmente fluida.

## **2.2 Explosão e Planos de Processo**

A explosão dos produtos em seus componentes constituintes, distribuído pelos vários níveis de manufatura e compra, chega ao Planejamento da Produção pelo Departamento de Métodos e Processos oriundos de sua integração com o Departamento de Desenvolvimento de Produto num ambiente de Engenharia Concorrente (ou Engenharia Simultânea). As informações recebidas pelo Planejamento da Produção constituem as relações entre materiais, peças componentes e produtos na Configuração do Produto incluindo níveis, quantidades, e relações de dependência (pai, filho...).

O Planejamento do Processo é desenvolvido no Departamento de Métodos e Processo em consonância com o Desenvolvimento de Produto, Planejamento e Programação da Produção. O jogador não é envolvido no processo de informações e discussão dos Planos de Processo, de fato ele é sempre um "hovato" no sistema. Os dados dos Planos de Processo incluem: os tempos de operação e setup, e todos os custos envolvidos no processo.

## **2.3 Fornecedores**

As necessidades de materiais são supridas por fornecedores credenciados pelo Departamento de Compras, na tabela materiais estão os fornecedores cadastrados o preço dos materiais o prazo mínimo do pedido e a quantidade mínima a ser fornecida. As demandas de materiais e componentes geradas pela programação da produção são operadas pelas compras. Quando os fornecedores não entregam seus produtos no prazo criam problemas para a produção, contudo os atrasos são mínimos e aqueles que costumam atrasar podem ser reconhecidos pelos seus registros anteriores. A grande maioria dos produtos têm poucos fornecedores ou são únicos como é a filosofia preferencial do Just-in-Time.

## **2.4 Carteira de Pedidos**

Os pedidos firmes dos clientes são processados pelo Departamento Comercial, entram na Carteira de Pedidos e são integrados na Programação da Produção. Nos níveis mais avançados do jogo são introduzidos os pedidos do mercado que chegam a qualquer tempo com indicação para a pronta entrega. Ambos perfis de pedidos são tratados com a máxima atenção pela empresa, contudo o método de programação da produção difere bastante de

um para outro. No primeiro caso a programação da produção precisa ser rígida para atender os prazos, no segundo se faz previsão de demanda por volume para que não falem produtos sem descuidar com os estoques para que não comprometam a planilha de custos. A incerteza associada a naturezas do "marketing" é um grande tema a ser explorado pelo lado aleatório do jogo. Portanto o jogador deve-se munir de todas as informações disponíveis e contar com um pouco de sorte. Jogadores mais ousados correm naturalmente mais riscos, mas podem se destacar dos concorrentes se a sorte lhe soprar. É assim no

Ao transferir para outros as tarefas de desenvolver a Configuração dos Produtos e os Planos de Processo, Compras e Vendas o jogo concentra a atenção do jogador na dinâmica do Planejamento e Programação da Produção.

## **2.5 Os Recursos**

Os Recursos de Produção são representados pelas máquinas e equipamentos de processo movimentação e estocagem. Na fabricação existe uma extensa variedade de tipos de processos, que combinados com as várias escalas de produção (quantidade), precisão dimensional e materiais implicam numa grande variedade de máquinas e equipamentos. O arranjo (leiaute) destas máquinas depende do projeto de processo que além de considerar os fatores acima citados depende de fatores econômicos. A estrutura do jogo permite se configurar ambientes considerando grande variabilidade de leiautes. Pode-se prever estruturas constituídas de: máquinas universais convencionais em leiaute funcional tratadas individualmente, linhas de produção constituídas de máquinas automáticas, células de fabricação com máquinas CNC ou estruturas mistas, muito comum em nossas indústrias. De todas estas estruturas a que permite o uso mais intenso de recursos modernos de planejamento e programação de produção é a estrutura celular, já que ela reúne a flexibilidade com a padronização numa mistura muito conveniente para o jogo.

## **2.6 Pessoal**

No jogo o homem tem a função de garantir maior flexibilidade. Na qualidade de colaborador multifuncional (nos níveis mais avançados do jogo) ele pode se integrar a uma célula para aumentar a produção ou sair para reduzir os custos unitários. Este recurso de programação é ainda mais efetivo quando se trata de estações de trabalho em processos de mão de obra intensiva como a maioria das montagens. O custo operacional da mão de obra é parte substancial nos custos de fabricação, portanto o jogador tem que dispensar grande atenção a um bom aproveitamento dos colaboradores.

## **3. JOGANDO O JOGO**

A estrutura do Jogo em sua versão atual  $\beta 2.0$  (ainda considerada como protótipo) foi implementada usando-se o Microsoft Access e o Visual Basic. Os jogadores recebem e submetem os dados de suas jogadas via E-mail ou disquetes. Mesmo quando o sistema estiver completamente instalado na Internet o processamento será tipo batch (em lotes) pois emula mais de perto o trabalho real do planejador / programador de produção.

Uma característica especial do modelo é a disseminação de cálculo de custos em todas as fases de produção até o ponto em que compromete a dinâmica do jogo. Esta decisão custou um enorme esforço computacional e tornou o cálculo bastante complexo, mas tem a vantagem de estabelecer uma variável ampla e abrangente facilitando a contagem de pontos que define o ranqueamento do jogador. toda extensão do rastreamento dos custos industriais e de permitir uma avaliação mais objetiva das jogadas, reduzindo o efeito de "gamble" (aleatoriedade) a níveis absolutamente funcionais.

### **3.1 O Aprendizado**

O aprendizado de estudantes e técnicos na área de produção/fabricação é um misto de: conhecer o problema mostrando a realidade e a dinâmica das estruturas fabris, identificar modelos teóricos de organizações e o seu gerenciamento, explorar ferramentas de apoio ao gerenciamento e à operação destes sistemas. Já que não é possível, se montar laboratórios para reproduzir as atividades de produção como se faz em outras disciplinas uma vez que os custos seriam inviáveis. O complemento para os recursos convencionais de aulas e textos mais eficiente é emular situações reais por técnicas de simulação convencionais ou com projeto de ambientes emulados através de jogos. Estas duas formas de simuladores são igualmente interessantes embora que cada uma tem suas especificidades e até abordam problemas iguais de maneira diversas.

### **3.2 O Jogador**

Para jogar o aluno tem que ter conhecimentos básicos de Gerência de Produção e o mínimo de familiaridade com produção industrial, noções de MRP (Manufacturing Resource Planning) e JIT (Just in Time) ajudam já que se lança mão de um extenso vocabulário próprio destas tecnologias. De fato a solução mais econômica que faz o jogo ter sucesso decorre dele usar uma boa estratégia JIT de planejamento da produção. O jogador precisa ter conhecimento básicos de computadores e saber navegar no Windows. Um aluno que não tiver estes conhecimentos básicos poderá rodar o jogo mas teria pouca chance de ter sucesso.

### **3.3 O Roteiro**

O aluno recebe a documentação e as instruções do jogo para que ele possa operá-lo no computador com desembaraço. Depois ele recebe uma carta da empresa (fictícia) revelando o tipo de seu trabalho e que se juntará a uma equipe que terá como tarefa assumir o planejamento da produção da unidade x da fábrica e que receberá em breve os dados dos produtos manufaturados pela unidade e o endereço computacional e uma senha de acesso onde ele poderá estudar as programações da produção dos meses anteriores, junto com os relatórios da produção que incluem resultados dos vários processamentos, acompanhado dos custos, das entregas dos fornecedores e das expedições dos clientes.

O jogador terá um tempo para estudar os dados e um prazo bem definido para entregar o resultado de cada período de programação. Todos concorrentes recebem problemas semelhantes com dados que flutuam aleatoriamente em torno de uma média comum. Os formulários para suportar o planejamento e a programação fazendo todos os cálculos e disponibilizando todas as informações necessárias para as tarefas (Vide Fig. 2). Como é um trabalho para ser desenvolvida por muitos concorrentes se desenvolveu uma estratégia em que se algum jogador tomar decisões erradas ou mesmo absurdas não inviabiliza a rodada, elas aparecem no relatório e são transformadas em penalidades de custo operacional e o jogador terá condição de continuar jogando, programando novos períodos.

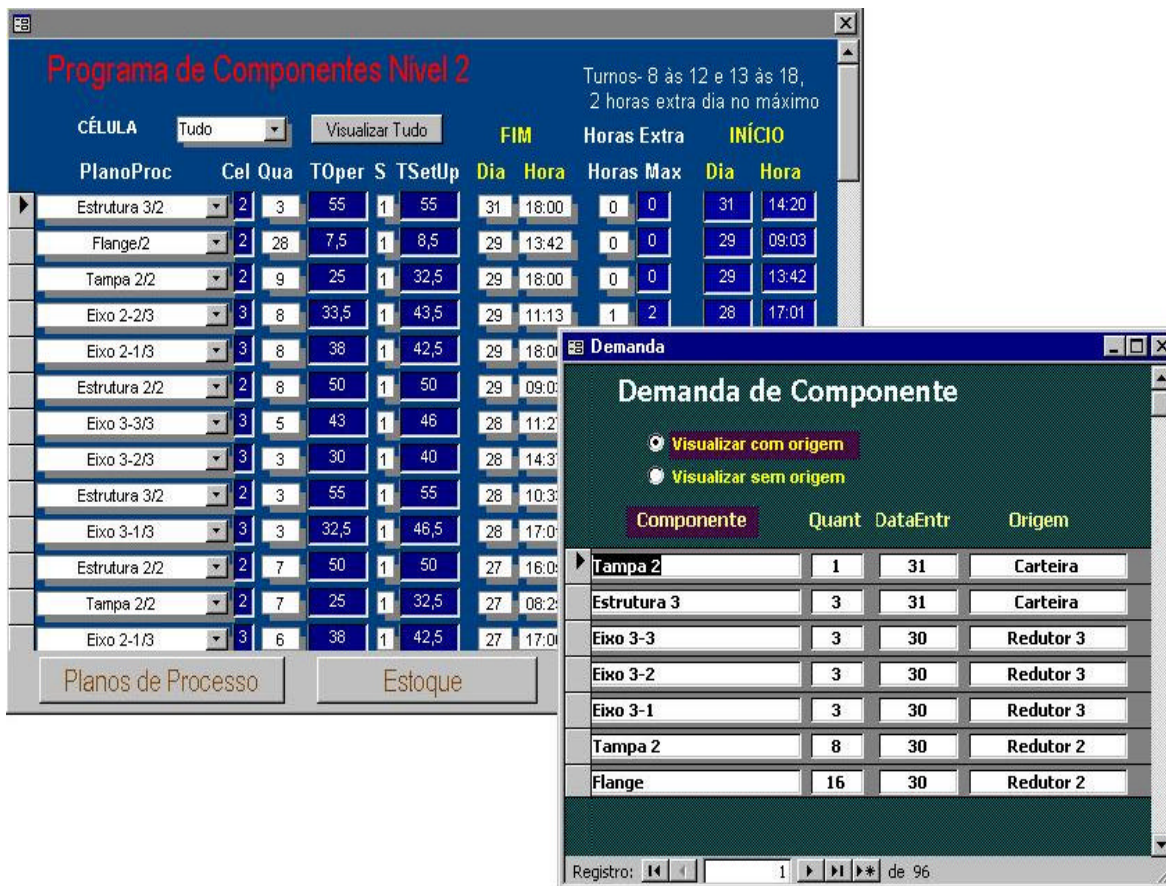


Figura 2 – Formulários típicos de interface do Jogo da Produção

### 3.4 Emulando o Chão de Fábrica

O processo de emulação do chão de fábrica a partir do programa de produção desenvolvido pelo jogador é operacionado da seguinte forma:

- A programação da produção é analisada quanto a erros formais de dados, consistência lógica de sequenciamento, carga de máquinas, etc.
- Posteriormente se emula a produção propriamente dita quando se calculam os eventos de compras, produção e expedição introduzindo-se os vetores de aleatoriedade nas
- Finalmente se calculam os custos, os níveis finais de estoque e os lucros operacionais

Os relatórios são preparados com todos estes dados, e discriminados por materiais, peças componentes e produtos nos vários níveis de produção, compra e expedição para mostrar ao jogador os erros cometidos e orientá-lo para otimizar a produção.

## 4. CONCLUSÃO

O uso de ferramentas de simulação na forma de jogo é extremamente útil para complementar conteúdos teóricos das disciplinas que tratam de aspectos organizacionais da Engenharia.

A possibilidade de definir ambientes de chão de fábrica e compor sua logística interna se mostrou muito simples para professores e monitores, ao contrário das ferramentas de

Na tarefa de Planejar, Programar e Avaliar a produção a emulação por Jogo mostrou, pela experiência, que é superior a simulação convencional.

A experiência que se originou do projeto e implementação do Jogo da Produção no âmbito do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC foi muito bem aceita pelos alunos que entusiasticamente participam e se envolvem na tarefa de planejar e programar a produção

Este incentivo tem motivado o grupo de expandir o sistema para outras tarefas afins dentro da gerência da Engenharia, principalmente considerando-se aspectos integrativos.

- [1] Riis, J., Johansen, J. e Mikkelsen, H., 1993, *Games in production management*, *IFIP Transactions B*; Computer Applications in Technology, n B-13 pp. 209-216.
- [2] Heineke, J. e Meile L., *Games and exercises for operations management; Hands-on learning activities for basics concepts and tools*; Prentice-Hall.
- [3] Hitomi, Y. ; *Manufacturing Systems Engineering*; ; Ed. Taylor & Francis – 1979
- [4] Shtub, A.; *Enterprise Resource Planning (ERP) - The Dynamic of Operation Management*; Ed. Kluwer Academic Publishers, 1999

## 5. ABSTRACT

*Abstract* ¾ *The use games as teaching tool has been increased with the computer and internet resource, this paper shows a experience for a game, called Production Game, devoted to supplement activities in the managerial side of manufacturing at engineering courses. The design of the game is described and discussed and is reported the implementation at the Course of Mechanical Engineering UFSC – SC Brazil. The great acceptance joint students push the designers to further expansion for the game.*

*Keywords* ¾ *Games, Production planning and control, Simulation, Operations management.*