

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO E SISTEMAS**

**O PROTÓTIPO GPCP-1: JOGO DO PLANEJAMENTO E  
CONTROLE DA PRODUÇÃO**

**LUIZ ERLEY SCHAFRANSKI**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade  
Federal de Santa Catarina para obtenção  
do grau de Mestre em Engenharia



0.303.586-6

UFSC-BU

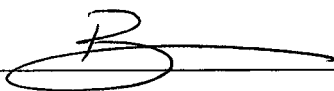
Florianópolis, 1998



**LUIZ ERLEY SCHAFRANSKI**

**O PROTÓTIPO GPCP-1: JOGO DO PLANEJAMENTO E  
CONTROLE DA PRODUÇÃO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre, Especialidade em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas

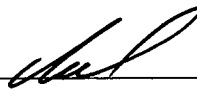


Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD - Coordenador do Programa

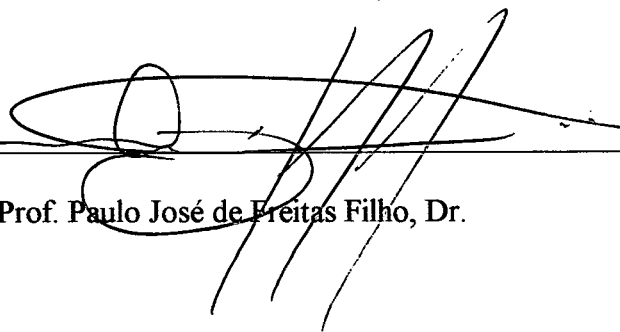
**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr. - Orientador



Prof. Dálvio Ferrari Tubino, Dr.



Prof. Paulo José de Freitas Filho, Dr.

**"Nas organizações humanas não haverá mudança, a não ser  
que haja primeiro quem advogue esta mudança"**

**J. M. JURAN**

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho não poderia ser realizado sem a colaboração e apoio das seguintes pessoas e instituições, as quais merecem meu agradecimento:

- Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), pela liberação para execução deste trabalho e apoio financeiro;
- Ao departamento de Eletrotécnica do CEFET-PR, por viabilizar a liberação para o curso de mestrado;
- À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por oferecer o curso de Mestrado em Engenharia de Produção;
- Ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, nas pessoas dos professores e funcionários;
- Ao professor Bruno Kopitte, pela orientação, apoio e compreensão durante este trabalho;
- Ao professor Dálvio Ferrari Tubino, pela co-orientação informal, presteza e interesse no desenvolvimento deste trabalho;
- Ao professor Prof. Paulo José de Freitas Filho, pela co-orientação informal, incentivo e presteza no transcorrer deste trabalho;
- Ao amigo Plínio Cornélio Filho, pela sua amizade incondicional e por compartilhar deste trabalho;
- À minha querida Ana, pelo apoio e compreensão.
- À minha mãe Izabel e meu irmão Vanderley, pelo apreço e carinho.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE QUADROS E TABELAS</b> .....	xi
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iv
<b>RESUMO</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii

## CAPÍTULO 1

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>1.1. ORIGEM DO TRABALHO</b> .....	01
<b>1.2. IMPORTÂNCIA DO TRABALHO</b> .....	02
<b>1.3. OBJETIVOS</b> .....	04
1.3.1. Objetivo geral .....	04
1.3.2. Objetivos específicos.....	04
<b>1.4. LIMITAÇÕES</b> .....	05
<b>1.5. DESCRIÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO</b> .....	06

## CAPÍTULO 2

<b>OS JOGOS DE EMPRESAS E A APRENDIZAGEM</b> .....	08
<b>2.1. INTRODUÇÃO</b> .....	08

<b>2.2. APRENDER ATRAVÉS DE JOGOS</b> .....	08
<b>2.3. JOGOS DE EMPRESAS</b> .....	10
2.3.1. Definição .....	11
2.3.2. Características .....	12
2.3.3. Vantagens e limitações dos jogos de empresa.....	13
2.3.4. Classificação .....	16
2.3.5. A elaboração de um jogo de empresas.....	18
<b>2.4. JOGOS DE EMPRESAS NO ENSINO</b> .....	22
2.4.1. Jogos existentes .....	24
2.4.2. Perspectivas.....	26

## CAPÍTULO 3

<b>ATIVIDADES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NO JOGO <i>GPCP-1</i></b> .....	28
<b>3.1. INTRODUÇÃO</b> .....	28
<b>3.2. A FUNÇÃO PRODUÇÃO</b> .....	28
<b>3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO</b> .....	30
<b>3.4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO</b> .....	32
<b>3.5. PREVISÃO DE DEMANDA</b> .....	34
3.5.1. Etapas de um modelo de previsão .....	35
3.5.2. Técnicas de previsão .....	37
<b>3.6. PLANEJAMENTO MESTRE DA PRODUÇÃO</b> .....	38
<b>3.7. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO</b> .....	40
3.7.1. Administração dos estoques.....	41
3.7.1.1. Classificação <i>abc</i> dos estoques.....	43
3.7.2. Sequenciamento e emissão de ordens.....	45

## CAPÍTULO 4

<b>IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL DO <i>GPCP-1</i>: JOGO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO</b> .....	48
<b>4.1. INTRODUÇÃO</b> .....	48
<b>4.2. MODELO GENÉRICO</b> .....	48
4.2.1. Divisão do modelo: decisões e resultados.....	49
4.2.2. Abstração e generalização do modelo .....	50
<b>4.3. CENÁRIO DO JOGO</b> .....	51
<b>4.4. ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA</b> .....	52
<b>4.5. DINÂMICA DO JOGO</b> .....	53
<b>4.6. A INTERFACE DO <i>GPCP-1</i> COM O USUÁRIO</b> .....	55
<b>4.7. MÓDULOS DO JOGO <i>GPCP-1</i></b> .....	58
4.7.1. <i>GPCP-1</i> .....	58
4.7.2. DEMANDA .....	59
4.7.3. PMP .....	68
4.7.4. MP .....	71
4.7.5. MRP .....	77
4.7.6. ORDENS .....	81
4.7.7. FORNECEDOR.....	84
4.7.8. VENDAS .....	85
4.7.9. RELATÓRIOS .....	86
4.7.10. INFORMAÇÕES.....	89
<b>4.8. SISTEMA DE AJUDA NO JOGO <i>GPCP-1</i></b> .....	93
<b>4.9. VALIDAÇÃO DO MODELO <i>GPCP-1</i></b> .....	95

**CAPÍTULO 5****CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 96****5.1. CONCLUSÕES..... 96****5.2. RECOMENDAÇÕES..... 101****REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 102****ANEXOS..... 107****ANEXO 1: Manual do Jogador****ANEXO 2: Questionário GPCP-1**



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas de criação de um jogo de empresas .....	21
Figura 2 - Principais causas da recente revalorização da manufatura (GIANESI & CORRÊA, 1993).....	29
Figura 3 - Atividades do PCP .....	33
Figura 4 - Etapas do modelo de previsão da demanda .....	35
Figura 5 - Hierarquia das atividades do PCP .....	39
Figura 6 - Hierarquia das funções da programação da produção.....	40
Figura 7 - Classificação ABC de estoques.....	44
Figura 8 - Modelo genérico GPCP-1.....	49
Figura 9 - Divisão do GPCP-1 .....	50
Figura 10 - Especificação funcional do sistema .....	53
Figura 11 - Dinâmica do jogo GPCP-1.....	54
Figura 12 - Módulos do jogo .....	55
Figura 13 - Tela de índice .....	56
Figura 14 - Botões de alternância entre telas .....	56
Figura 15 - Barra de menus do GPCP-1 .....	57
Figura 16 - Campos de preenchimento no GPCP-1 .....	58
Figura 17 - Módulo de apresentação do jogo GPCP-1 .....	59
Figura 18 - Previsão de demanda pela média exponencial móvel no GPCP-1 .....	64
Figura 19 - Previsão de demanda pela da tendencia linear no GPCP-1 .....	68
Figura 20 - Plano mestre de produção no GPCP-1 .....	69
Figura 21 - Ponto de pedido .....	72
Figura 22 - Estoque de segurança.....	74
Figura 23 - Tela do módulo MP.....	76
Figura 24 - Estrutura do produto cama LX.....	77

Figura 25 - Tela do módulo MRP .....	79
Figura 26 - Arquivo MRP para a lateral da cama.....	80
Figura 27 - Ordens de compra no GPCP-1.....	82
Figura 28 - Ordens de fabricação, submontagem e montagem no GPCP-1.....	83
Figura 29 - Tela do módulo fornecedor.....	84
Figura 30 - Tela do módulo vendas.....	85
Figura 31 - Relatório de produção do GPCP-1 .....	86
Figura 32 - Ordens em processo no GPCP-1.....	87
Figura 33 - Relatório financeiro do GPCP-1 .....	88
Figura 34 - Custos no GPCP-1 .....	90
Figura 35 - Estrutura do produto ST.....	91
Figura 36 - Roteiro de fabricação da cama LX.....	92
Figura 37 - Arranjo físico da fábrica.....	93
Figura 38 - Sistema de ajuda on-line no jogo.....	94
Figura 39 - Exemplo de ajuda on-line no GPCP-1 .....	94

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Classificação dos jogos de empresas .....	17
Quadro 2 - Objetivos dos jogos de empresas.....	23
Quadro 3 - Classificação dos sistemas de produção .....	31
Tabela 1 - Percentuais da classificação ABC de estoques .....	44
Tabela 2 - Demanda de um dado produto .....	60
Tabela 3 - Previsão de demanda - média exponencial móvel.....	61
Tabela 4 - Cálculo do MAD.....	63
Tabela 5 - Previsão de demanda - tendência linear.....	66
Tabela 6 - Nível de serviço .....	74

## RESUMO

O propósito deste trabalho é implementar um protótipo de um jogo de empresas baseado em atividades relacionadas com o planejamento e controle da produção (PCP). Estas atividades envolvem previsão de demanda, planejamento mestre da produção e programação da produção. Técnicas de controle de estoques, como ponto de pedido e lógica MRP (cálculo das necessidades de materiais), são utilizadas no jogo. A empresa representada no jogo é uma fábrica de móveis, que fabrica dois produtos a partir de quatro matérias-primas.

A implementação do modelo proposto é dividida em duas partes: uma envolve a interface do protótipo com o usuário, sendo desenvolvida em um software de planilhas de dados (Excel 7.0) pelo autor deste trabalho. A segunda parte do jogo refere-se à simulação das decisões, sendo utilizado o software de simulação ARENA 3.0 e cujo desenvolvimento ficou a cargo de Plínio Cornélio Filho, também integrante do programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC.

A metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho partiu de uma revisão bibliográfica sobre a questão da aprendizagem através de jogos, em particular, os jogos de empresas. Na continuidade, a fundamentação teórica sobre atividades de planejamento e controle da produção, chegando até o modelo genérico e, a partir deste, a implementação do protótipo.

## ABSTRACT

The purpose these work is implement a prototype of the games supported in relationships of activities with the planning control production (PCP). These activities previously around the demand, master planning of the production and production program. Technical control of storage, with the necessity point or logic MRP (Material Requirements Planning) are utilized in game. Enterprise showed in game is one mobile manufacturing, who fabricate two products with four material.

The model purpose in one implement is divided for two ways: one around interface of the prototype with the manager, was been developed by software in data processing planning (Excel 7.0) by the author of the work. The second part of the game is about simulation of the decisions, have been utilized by simulation software ARENA 3.0 in such development with Plínio Cornélio Filho, also participant of the program course of Production Engineering of the Systems Post Graduation Degree to Federal University of Santa Catarina.

Adapted the methodology to development this work at beginning to bibliography reviewer about the learning's question through games, particularly, enterprises games. At the continuity the theoretic fundamentation through planning activities and control of the production, arrived to the general model and this the prototype implement.

## INTRODUÇÃO

Este capítulo introdutório apresenta a origem do trabalho proposto, a sua importância, os objetivos a serem atingidos, as limitações do modelo proposto e, por último, a descrição com a organização dos capítulos.

### 1.1.ORIGEM DO TRABALHO

Ao longo dos anos, face à uma série de mudanças (globalização, concorrência acirrada, flexibilidade, qualidade, internet, etc.), os ambientes organizacionais têm se tornado complexos, interrelacionados e mais dinâmicos. Para sobrevivência das organizações é importante que estas se tornem aprendizes eficientes e que sejam capazes de se adaptar à rápida alteração de condições em seu ambiente. Já em 1984, KOLB (KOLB, 1984) alertava para isto: *"Tanto para indivíduos como para organizações, aprender à adaptar-se a novas situações está tornando-se tão importante quanto ter uma boa performance nas antigas situações"*.

Para enfrentar novas situações os indivíduos necessitam fundamentalmente de um aporte de conhecimento, afinal o conhecimento pode ser visto como o processo pelo qual elaboramos a informação a partir do meio ambiente, atuamos sobre ele e com isto vamos adquirindo experiência, passando a reiniciar o ciclo (CASTRO, 1996).

As atividades de treinamento em uma empresa, apesar do paradigma pejorativo de adestramento, são fundamentais na aprendizagem e educação de tarefas e habilidades de seus integrantes. A estigmatização em relação a um programa de treinamento se deve principalmente a metodologia de ensino empregada. Muitas vezes os participantes ficam desmotivados por assumir uma posição passiva frente ao instrutor, por encontrarem conteúdos fragmentados, que na maioria dos casos não correspondem às expectativas iniciais, pela impossibilidade de pensar analiticamente, enfim, pela estrutura tradicional, onde o curso é centrado no instrutor.

Uma opção de treinamento que se contrapõem a metodologia tradicional de ensino são os *jogos de empresas (simulação empresarial)*, um exercício seqüencial de tomada decisão, estruturados dentro de um modelo de conhecimento empresarial, em que os participantes assumem o papel de administradores de empresas. A utilização de jogos de empresas no processo de aprendizado minimiza a ilusão de que o mundo é composto de forças separadas, possibilita elevados padrões de raciocínio e capacidade de aprender em grupo, transfere do instrutor para os participantes o centro das atenções e, fundamentalmente, faz uso do processo de aprendizagem mais universal que existe: aprender fazendo!

Neste cenário de mudanças por que passam as organizações, da necessidade de novas formas de adquirir conhecimento e da possibilidade do uso de jogos de empresas como ferramentas úteis neste processo, originou-se a idéia de implementar um de um jogo de empresas.

## **1.2 IMPORTÂNCIA DO TRABALHO**

Analisando-se em particular as organizações industriais, percebe-se que os seus sistemas de produção estão passando, nos últimos anos, por mudanças radicais. Estas mudanças são viabilizadas através das transformações tecnológicas e, em especial, o desenvolvimento da informática e a telecomunicação. Mas o objetivo maior por trás

destas mudanças é a busca da própria sobrevivência das organizações. A recente revalorização da manufatura (GIANESI & CORRÊA, 1993), como forma de alcançar os objetivos estratégicos da empresa, mostra que os sistemas produtivos estão cada vez mais dinâmicos e, por conseqüência, complexos. À medida que os sistemas de produção evoluem, devem evoluir também as técnicas de planejamento e controle destes sistemas. Mas quem faz o planejamento e controle destes sistemas é o elemento humano envolvido neste processo. Para acompanhar as mudanças, os indivíduos precisam de uma aprendizagem contínua, que vai além dos currículos tradicionais. É preciso aprender em um tempo menor com resultados melhores. Os jogos de empresas se propõem a isto.

Um aspecto extremamente importante relacionado com jogos de empresas, é o aspecto temporal. Pode-se simular o comportamento de uma empresa durante meses ou até mesmo anos, em um espaço de algumas horas. Em outros métodos de ensino, são demandados tempos maiores (aulas expositivas tradicionais, estudos de casos, etc.) ou custos elevados (laboratórios), sem conseguir a mesma dinâmica obtida pelos jogos. O feedback (retorno das informações) que os participantes recebem ao participar de um evento simulado, também é maior do que em métodos tradicionais de ensino.

Inserido no contexto da importância que representa o entendimento de questões relacionadas com sistemas de produção, e da técnica de jogos de empresas como ferramenta facilitadora na aprendizagem destas questões, o autor, em conjunto com outro mestrando (Plínio Cornélio Filho) do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, aceitou o desafio de implementar um jogo de empresas que explora questões de planejamento e controle da produção (PCP). O modelo utilizado no jogo é uma versão original, não sendo adaptação de outros jogos existentes, tratando-se portanto de um protótipo.

A proposta tem três tipos de público alvo: o primeiro, é o acadêmico dos cursos de Engenharia de Produção, Engenharia Industrial e Administração de Empresas, que está em fase de formação e pode, através do jogo, entender melhor as atividades



relacionadas com o PCP. O segundo, é o profissional que já trabalha com PCP e, participando de um evento simulado, pode entender melhor as decisões que está tomando no seu dia-a-dia, inclusive podendo analisar formas alternativas para executar suas funções. O terceiro público alvo é o profissional que não trabalha diretamente com o PCP, mas em alguma função interrelacionada (finanças, recursos humanos, marketing). Para este profissional o jogo será uma oportunidade, rápida e eficiente, para conhecer melhor as atividades do PCP, e entender como elas interagem com o seu departamento.

### **1.3. OBJETIVOS**

O trabalho possui um objetivo geral e, a partir deste, vários objetivos específicos.

#### **1.3.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é implementar um protótipo de um jogo de empresas, denominado GPCP-1 (jogo do planejamento e controle da produção), em um software de planilhas de dados, que possibilite a aprendizagem de atividades de planejamento e controle de produção (PCP).

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Explorar a utilização de jogos como alternativa de aprendizagem e mudança de comportamento;
- Realizar uma revisão bibliográfica em relação a jogos de empresas, no tocante à conceitos, características, classificação, vantagens e limitações;

- Apresentar a utilização de jogos de empresa no ensino, através de alguns casos concretos de jogos existentes e suas perspectivas;
- Analisar as atividades de planejamento e controle de produção (PCP) que serão exploradas no jogo proposto;
- Desenvolver o modelo genérico do protótipo proposto;
- Apresentar a interface do protótipo com o usuário;
- Apresentar o protótipo do jogo GPCP-1 como ferramenta de ensino de questões de planejamento e controle da produção (PCP);
- Relacionar os problemas encontrados, na validação do modelo GPCP-1.

#### **1.4. LIMITAÇÕES**

A implementação do protótipo do jogo GPCP-1 chegou até a fase de testes, não sendo possível, pela falta de tempo, a validação do modelo e conseqüentes ajustes, através da sua aplicação prática em turmas piloto. Isto, no entanto, não impede a confirmação de que o modelo proposto é viável como ferramenta de ensino, pois o seu modelo funcional e a interface com o usuário, já foram testados e avaliados pelos executores. O caminho está aberto, inclusive para outros pesquisadores, para a consolidação do GPCP-1 e, quiçá, a criação de outros jogos a partir deste protótipo inicial.

O presente trabalho tratou da elaboração de um jogo de empresas totalmente estruturado em meios computacionais e dedicado ao ensino de questões de planejamento e controle de produção. Isto não impede, entretanto, que os princípios aqui

apresentados sejam considerados válidos para qualquer tipo de jogos de empresas estruturado em computador, desde que seja possível as devidas reestruturações em função das novas necessidades.

Como o jogo GPCP-1 é totalmente estruturado em computador, torna-se indispensável o uso de microcomputadores. O modelo implementado exige para um desempenho adequado, microcomputadores com configuração igual ou superior a seguinte: processador 486-DX100, 8 MB de memória RAM e Vídeo Colorido VGA. O sistema compatível é o Windows 95 e exige planilha EXCEL 7.0.

Os aspectos de ergonomia de software não foram tratados de forma explícita, mas não foi deixado de observar algumas características importantes relativas a uma IHC (interface homem máquina), como por exemplo, o uso de metáforas para estruturar o trabalho e a carga de trabalho em cada tela. O GPCP-1 pode constituir-se em um estudo de caso para a pesquisa de ergonomia de informática.

## **1.5. DESCRIÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

O trabalho será dividido em cinco capítulos, apresentados na seqüência.

Este capítulo introdutório apresenta a origem do trabalho proposto, a importância do desenvolvimento deste trabalho, os objetivos a serem atingidos, as limitações do modelo proposto e a descrição e organização dos capítulos.

No capítulo 2 será apresentada a questão de aprender por meio de jogos, com uma explanação sobre jogos de empresas, envolvendo conceitos, características, classificação, vantagens, limitações e os passos na elaboração de um jogo de empresas. Finalizando o capítulo, será apresentada a utilização de jogos de empresas no ensino, bem como alguns casos concretos de jogos existentes e perspectivas.

O capítulo 3 faz uma abordagem sobre as diferentes funções exercidas pelo planejamento e controle da produção (PCP) que estão representadas no jogo *GPCP-1*. Inicialmente é feita uma contextualização da função produção. Na sequência, classificação dos sistemas de produção, a função do PCP, previsão de demanda, planejamento mestre da produção, administração de estoques, sequenciamento e, por último, emissão e liberação de ordens.

No capítulo 4 aparece o desenvolvimento do jogo *GPCP-1*, mostrando o seu modelo genérico, a divisão do trabalho, o cenário e a dinâmica do jogo, a implementação da interface do protótipo com o usuário, os módulos que formam o *GPCP-1* com os respectivos modelos matemáticos utilizados, os sistemas de ajuda no jogo e, finalizando, os problemas encontrados e ainda não resolvidos na validação do modelo *GPCP-1*.

O capítulo 5 apresenta as considerações finais, com relação às conclusões do trabalho, enfatizando o aprendizado através do modelo proposto e sugestões de continuidade do mesmo.

Em anexo aparece o manual do jogador e o questionário a ser preenchido pelos participantes antes de iniciar o jogo.

## **CAPÍTULO 2**

# **OS JOGOS DE EMPRESAS E A APRENDIZAGEM**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

Este capítulo apresenta uma abordagem de como jogos de empresas podem ser usados como facilitadores no processo de aprendizagem de questões gerenciais de uma empresa. Inicialmente será apresentada a questão de aprender por meio de jogos. Em seguida uma explanação sobre jogos de empresas, envolvendo conceitos, características, classificação, vantagens, limitações e aspectos relevantes na elaboração de um jogo de empresas. Finalizando o capítulo, será apresentada a utilização de jogos de empresas no ensino, bem como alguns casos concretos de jogos existentes e perspectivas.

### **2.2. APRENDER ATRAVÉS DE JOGOS**

Na busca perene de um autoconhecimento, o homem tem usado desde sempre a ação, a imitação e a representação como um dos meios de expressão, procurando atuar sobre a natureza para viver melhor. Esta necessidade de movimento-ação manifestou-se, desde o surgimento da cultura humana, através de uma atividade livre, agradável e divertida: o jogo.

HUIZINGA (HUIZINGA, 1971) define o jogo como um divertimento, uma recreação, um passatempo sujeito a certas regras, existindo dentro de limites de

tempo e espaço. Para GRAMIGNA (GRAMIGNA, 1993), jogo é uma atividade espontânea, realizada por mais de uma pessoa, regida por regras que determinam quem o vencerá. Nestas regras estão o tempo de duração, o que é permitido e proibido, valores das jogadas e indicadores sobre como terminar a partida. Segundo MONTEIRO (MONTEIRO, 1979), o jogo encerra na sua essência um sentido maior do que a simples manifestação de uma necessidade: encerra uma “significação”.

Durante os jogos as pessoas revelam facetas de seu caráter que normalmente não exibem por recear sanções (GRAMIGNA, 1993). Devido ao ambiente permissivo, as vivências são espontâneas e surgem comportamentos assertivos e não assertivos, trabalhados por meio de análise posterior ao jogo. As conclusões servem de base para reformulações ou reforço de atitudes e comportamentos. O jogo nos devolve uma fascinante energia que nos possibilita ir e vir, tocar e transformar, promovendo a descoberta, o encontro do homem consigo mesmo, com os outros e com o Universo, é como um exercício que prepara o indivíduo para a vida.

Como podemos transformar jogos puramente lúdicos em jogos educacionais que propiciem uma aprendizagem eficaz ? Para chegarmos a resposta necessitamos entender primeiro o que seja aprendizagem eficaz.

As experiências do mundo real nos ensinam através dos estímulos que enviam ao nosso organismo. Nossos sentidos percebem estes estímulos e os armazenam, registrando-os em nossa memória. Cada estímulo representa uma unidade de informação e portanto quanto mais estímulos recebermos, tanto mais completa será a nossa percepção, ou seja, nossa aprendizagem.

No ensino tradicional, dois estímulos são freqüentemente trabalhados - visual e auditivo. A menos que pudéssemos reconstituir a cena completa do evento de que se fala e se escreve, haveria muita dificuldade para tornar o processo mais envolvente. Uma alternativa que oferece a possibilidade de se criar cenas, semelhantes às reais, porém de maneira simplificada, copiando do evento original os seus princípios

fundamentais, desenvolvendo-os como se verdadeiros fossem aos olhos, ouvidos e demais sentidos dos participantes, é a simulação. MARTINELLI (MARTINELLI, 1987) declara que “a simulação é um meio de se experimentar idéias e conceitos sob condições que estariam além das possibilidades de se testar na prática, devido ao custo, demora ou risco envolvidos”. O participante aprendiz de um evento simulado, antes um simples espectador de uma palestra e agora como parte viva dos acontecimentos, tem ativadas em seu organismo as mesmas sensações que antes já tinha, visão e audição, somadas aos sentimentos e emoções que se sobrepõem durante a vivência. Há de se atentar para o fato de que esta vivência não representa a realidade em si, mas trata-se de uma cópia parcial, simplificada porém dinâmica e até mesmo dramatizada, uma simulação que contém alguns aspectos centrais da realidade sobre a qual se deseja aprender.

Unindo as características de um jogo - prazer, liberdade, espontaneidade, competição - à técnica de ensino através da simulação, chega-se a resposta da pergunta: para transformar jogos puramente lúdicos em ferramentas eficazes de ensino devemos unir jogos à simulação de eventos, criando assim jogos simulados. GRAMIGNA (GRAMIGNA, 1993) define jogos simulados como “uma atividade previamente planejada, na qual os jogadores são convidados a enfrentar desafios que reproduzem a realidade do seu dia a dia”. No jogo simulado podemos identificar todas as características do jogo real: regras definidas, presença de espírito competitivo, possibilidades de identificar vencedores e perdedores, ludicidade, fascinação e tensão. O que diferencia o jogo simulado do real é que, neste último, as sanções são reais e podem custar a perda de cargos, confiança, prestígio e trabalho. Na situação simulada, ao contrário, as pessoas que erram são encorajadas a tentar novamente. É no erro e na vivência que as chances de aprendizagem são maiores.

### **2.3. JOGOS DE EMPRESAS (JE)**

Jogos de empresas são jogos simulados, com a particularidade de retratar situações específicas da área empresarial, como marketing, produção, finanças ou

associação entre funções. Tiveram sua origem nos jogos de guerra, feitos para desenvolver estratégias utilizadas nas operações militares e para treinamento de oficiais através de simulações de situações militares. O primeiro jogo moderno de guerra (SAUAIA, 1989) foi desenvolvido por militares da antiga Prússia, atual Alemanha, há aproximadamente 200 anos. Kriegspiele, era o nome deste jogo, viajou da Alemanha até a Inglaterra (O Exercício Tático Sem Tropas), e finalmente chegou nos EUA onde, numa visita à Academia Naval Americana, um membro da A.M.A. (American Management Association) observou um Jogo de Guerra e percebeu suas aplicações em treinamento administrativo.

Devido ao fato do termo *jogo* apresentar, para muitas pessoas, uma conotação negativa, fazendo-o parecer uma atividade socialmente indesejável ou meramente lúdica, alguns autores de jogos de empresas também os denominam como simulação de negócios, simulação de gestão, exercícios de gestão simulada, simulação empresarial, entre outras. Estas denominações podem ser portanto, consideradas como sinônimas de jogos de empresas.

O advento do computador proporcionou aos JE grande desenvolvimento. Segundo MARTINELLI (MARTINELLI, 1987) “Muitos professores sentiram que, através desta técnica, poderiam permitir aos estudantes simular, num ambiente competitivo e carregado de emoção, as atividades gerenciais de uma empresa, com alto nível de precisão”.

### **2.3.1 DEFINIÇÃO**

A definição de JE varia segundo diferentes enfoques dos autores, uma vez que se guiam por diferentes objetivos e que podem ser observados como segue.

“Jogos de Empresas são eficazes ferramentas de ensino. Baseiam-se, em geral, em modelos matemáticos desenvolvidos para simular determinados ambientes



empresariais considerando as principais variáveis que agem nestes ambientes”(KOPITTKKE, 1989).

CARLSON & MISSHAUK (CARLSON & MISSHAUK, 1972) referem-se a JE como sendo “uma técnica ou veículo de ensino que faz uso de situações especialmente projetadas para representar as reais condições ambientais do mundo dos negócios”.

ZOLL ( ZOLL, 1969 ) define os JE como “...um exercício em que, num dado contexto empresarial, tomam-se decisões econômicas válidas para um período de tempo fixado, são comunicados os resultados destas decisões e então tomam-se (novas) decisões para o período subsequente”.

### **2.3.2 CARACTERÍSTICAS**

Para que os JE tenham um desempenho eficaz, faz-se necessário observar algumas características básicas (GRAMIGNA, 1993):

⇒ O cenário do jogo deve reproduzir, na medida do possível, situações semelhantes às dos participantes, permitindo o estabelecimento de ligações entre a vivência e seu dia a dia;

⇒ É fundamental que os participantes entendam as regras do jogo, que elas sejam claras, com linguagem acessível a todos, de tal forma que permissões e proibições sejam entendidas;

⇒ Em todo jogo os participantes assumem papéis, que podem ser definidos pelo animador do jogo ou o próprio grupo determina quem faz o quê e de que forma;

⇒ Um jogo pode perder-se em seus objetivos se não conseguir estimular a participação. O nível de envolvimento do grupo é determinado pela forma como o contexto é apresentado;

⇒ Por mais complexo que um jogo possa ser, ele será sempre mais simples do que o mundo real.

O jogo proposto neste trabalho pretende atender as características acima, uma vez que o modelo do GPCP-1 simula o planejamento e controle da produção de uma fábrica de móveis, onde se têm produtos (camas luxo e simples), máquinas e matérias-primas conforme seria em uma fábrica real, guardadas as devidas simplificações. As regras do jogo estão claras no manual do jogador (anexo 1) e a escolha dos papéis de cada participante fica a cargo do próprio grupo.

### **2.3.3. VANTAGENS E LIMITAÇÕES DOS JOGOS DE EMPRESAS**

Os JE constituem uma das metodologias mais úteis para desenvolver capacidades gerenciais. Sua aplicação permite o desenvolvimento de políticas e estratégias viáveis frente a fatores controláveis ou não. Alguns dos benefícios esperados, provenientes da participação em um evento que se utiliza de JE como atividade prática que propicie aos participantes uma vivência mais real da gestão empresarial, são relacionados a seguir:

⇒ Estimulam a criatividade pela oportunidade de se trabalhar com um problema igualmente inédito a todos, e portanto protegido de defesas tradicionais que todo profissional constrói no dia a dia de seu trabalho para a sua própria sobrevivência;

- ⇒ Possibilidade de desenvolver um comportamento adaptativo a novas situações, em função das diversas mudanças que se apresentam durante o jogo e que dinamizam a gestão simulada;
- ⇒ Exercício de comunicação no trabalho, pois o trabalho em grupo faz com que as pessoas tenham que interagir com objetividade para tomarem decisões;
- ⇒ Intercâmbio de experiências entre os participantes, posto que os grupos geralmente se organizam reunindo formações acadêmicas diferentes e diferentes experiências profissionais.
- ⇒ Visão empresarial ampliada grandemente para além dos limites funcionais de cada área, proporcionando uma compreensão da empresa como um sistema harmônico e integrado;
- ⇒ Aprendizagem por tentativas sucessivas sem incorrer nos custos reais dos erros e das descobertas de uma empresa real;
- ⇒ Tomada de decisão em condições de risco e incerteza, sob restrição de tempo e recursos, em geral como acontece na prática empresarial;
- ⇒ Desenvolvimento de novas habilidades por meio de repetidas análises e tomada de decisão;
- ⇒ Aprendizado construtivo, atingido pela repetição de um cenário dinâmico, e que é facilitado pela simplificação da realidade empresarial;

⇒ Capacidade de representar um período longo de funcionamento de uma empresa real em pouco tempo, facilitando a compressão dos efeitos das decisões, fornecendo assim um *feedback*.

Mesmo apresentando muitas vantagens na sua utilização, os JE apresentam limitações que devem ser sempre levadas em consideração:

⇒ Não existem evidências de que um bom jogador de empresas seja um bom administrador e vice-versa. O papel de JE é de oferecer um mecanismo de ilustração do comportamento empresarial.

⇒ Risco das pessoas reagirem a certas situações acreditando que “aquela teria sido a única maneira correta”, resistindo portanto a renovações de enfoque e abordagem dos problemas. Este risco pode ser reduzido pelo próprio grupo de trabalho, onde as idéias e decisões terão de ser discutidas por pessoas de experiências, percepções e valores diferentes;

⇒ Se o equilíbrio entre a complexidade do jogo e a motivação dos participantes não for atingido, o jogo não contemplará seus objetivos. Se o jogo for muito simples os participantes não estarão motivados a comportar-se da mesma maneira do que na realidade; se demasiado complexo os participantes ficam desmotivados pela dificuldade no entendimento do jogo. A aprendizagem é um processo dinâmico que está em função de dois fatores psicológicos: o desafio e o preparo (LITTO, 1995). Desafios relativamente altos em relação ao preparo para enfrentá-los, produzem ansiedade e frustração. Desafios relativamente baixos em relação ao preparo para enfrentá-los, produzem tédio. Ambas as possibilidades podem gerar influências negativas no processo de aprendizagem.

- ⇒ Perigo de certas precipitações, que podem surgir se os participantes não tiverem um devido esclarecimento sobre o modelo simulado, levando-os a falsos conceitos, como por exemplo: quanto maior o preço, maior o lucro.
- ⇒ JE não podem ser tratados como ferramentas únicas de ensino. Assim como aulas expositivas, estudo de casos, seminários e outras técnicas, se complementam dentro do processo de ensino-aprendizagem, jogos de empresas devem ser integrados com outras técnicas de ensino, buscando atender o princípio de que nem todos os participantes possuem o mesmo aproveitamento perante as diversas maneiras de se transmitir conhecimento.

#### **2.3.4. CLASSIFICAÇÃO**

A escassa bibliografia sobre JE, em língua portuguesa e mesmo em língua inglesa (só há uma revista especializada), impede que haja um referencial único para uma classificação dos mesmos. Os autores classificam jogos com os mais diferentes enfoques. GRAMIGNA (GRAMIGNA, 1993 ) os separa em jogos de comportamento, que compõem os programas de desenvolvimento pessoal, jogos de processo, com ênfase nas habilidades técnicas para desenvolvimento gerencial e jogos de mercado, direcionados para atividades que reproduzem situações de mercado. SAUAIA (SAUAIA, 1989) fala em jogos determinísticos, que dispõem de um mecanismo direto de decisão-resultado e jogos probabilísticos, onde o mecanismo decisão-resultado torna-se variável e dependente de um grau de aleatoriedade . O autor escolheu a classificação de KOPITTKÉ (KOPITTKÉ, 1989), por entender ser a mais abrangente, para procurar dar uma visão geral sobre a classificação de JE, como pode ser visto no quadro 1.

<b>Tipos de Jogos</b>	<b>Conceituação</b>
Jogos sob medida	Modelização da realidade de uma empresa em particular
Jogos setoriais	Simulam empresas de um determinado setor
Jogos via computador	Simulação do jogo é feita em computador
Jogos manuais	Desenvolvidos com ajuda de quadros, tabelas, máquinas de calcular, etc.
Jogos gerais	Modelo com as principais funções de uma empresa (Marketing, Produção, etc.)
Jogos funcionais	O modelo prioriza uma das funções dentro da empresa (Finanças, Produção, etc).
Jogos interativos	Nestes jogos o desempenho de uma equipe é afetado pelo desempenho das outras equipes.

Quadro 1 - Classificação de jogos de empresas

Como pode-se observar, esta classificação, como tantas outras de diferentes autores, é meramente didática, uma vez que em cada jogo pode ocorrer uma composição de vários tipos de jogos. Assim, por exemplo, é possível ter um jogo probabilístico funcional, via computador e interativo. O autor ressalta que os jogos funcionais, tendo a característica de abordar uma função específica dentro de uma empresa, devem, mesmo que de uma forma menos intensa, explorar as demais funções, sob pena de repassar uma visão fragmentada do processo, como se cada uma das funções fosse independente das demais. Neste sentido o GPCP-1 foi desenvolvido como sendo um jogo funcional, abordando o planejamento e controle da produção de um empresa, mas dentro de um cenário que apresenta além da produção, as funções de mercado e finanças, como pode ser visto no capítulo 4.

### 2.3.5. A ELABORAÇÃO DE UM JOGO DE EMPRESAS

O desenvolvimento de um JE não é uma tarefa simples, pois apresenta várias etapas na sua elaboração e exige dos seus executores, além conhecimentos específicos, alguns cuidados afim de que se possa atingir o propósito de um jogo, que é a aprendizagem (KOPITTKE, 1992).

Para iniciar o trabalho deve-se definir objetivos, isto envolve delimitar um campo de ação e estabelecer qual é a principal ou quais são as principais habilidades gerenciais a serem treinadas pelo jogo. Caso este objetivo ainda não esteja definido claramente ou ainda seja muito geral, duas coisas poderão ser feitas:

- Discussão com profissionais bem sucedidos da área onde se quer desenvolver o jogo;
- Análise dos diferentes tipos de jogos existentes.

As atividades acima visam determinar quais serão as decisões mais importantes a serem tomadas pelos participantes do jogo. Convém ainda, nas fases iniciais, estabelecer de forma clara os seguintes aspectos:

- que tipo de jogo será criado,
- qual o público alvo,
- qual o nível de complexidade do modelo e,
- qual será o papel do animador do jogo.

Em todo o trabalho sempre há uma fase básica a qual frequentemente exige mais criatividade e/ou mais empenho. No caso da criação de um JE, a atividade central é a construção do modelo matemático.

Basicamente, o desenvolvimento de um JE consiste em construir um modelo matemático de simulação do ambiente empresarial. Neste modelo serão estabelecidas as relações entre as funções da empresa em termos matemáticos. Importante nesta fase é ter sempre em mente o fato de que por mais complexo que seja o modelo matemático, ele sempre será uma grosseira simplificação da realidade. Surge aqui dois fatores importantes a serem considerados:

1. Deve-se buscar um balanceamento na complexidade do jogo, afim de evitar, por um lado, a criação de um jogo muito simples, com procedimentos óbvios para vencer o jogo e conseqüente desmotivação, e por outro lado, um jogo muito complexo, de difícil entendimento, com um número excessível de variáveis, o que também leva à desmotivação;
2. Atentar para o fato de que não se trata apenas de um modelo de simulação, mas sim de uma ferramenta que visa enfatizar a aprendizagem;

O modelo poderá ser completamente determinístico ou poderá ser estocástico. As vantagens de introduzir algumas funções estocásticas no jogo são muitas. Entre elas:

- a realidade empresarial é estocástica, isto é, o elemento sorte influi no desempenho das empresas;
- num jogo estocástico, os resultados não são sempre iguais ou seja o jogo não é monótono;
- em geral, as empresas mais bem organizadas estão melhor preparadas para os imprevistos.



É claro que o fator sorte deverá, no computo geral, ter pouca influência no desempenho do jogador.

Finda a modelagem matemática a atenção será voltada para a dinâmica do jogo a qual deverá definir os seguintes aspectos:

- cenário;
- fluxo de informações;
- descrição dos papéis;
- objetivos dos jogadores.

A próxima fase na construção de um JE é a programação. Ela deverá ser feita de tal modo que facilite os testes e as consequentes modificações a serem feitas, pois não se faz um bom jogo na primeira tentativa. O programa deve também apresentar uma interface amigável. Por interface amigável entende-se a necessidade de conceber um ambiente computacional capaz de estimular a interatividade, promover a motivação para a aprendizagem e permitir uma habilitação no uso de ferramentas computacionais utilizadas no mercado de trabalho. O tempo gasto na programação é em geral bem inferior ao da próxima etapa que é a dos ajustes e pequenas modificações que serão feitas a partir da aplicação do jogo em sala de aula. Uma programação bem estruturada e que facilite os testes poderá pois ser uma grande economia de tempo. A última etapa consiste em elaborar os sistemas de ajuda no jogo (manuais e/ou ajuda on-line) e a documentação do sistema.

Resumindo-se, tem-se as seguintes etapas na criação de um JE:

- 1 - Definição do objetivo geral do jogo
- 2 - Estudo dos jogos existentes
- 3 - Entrevista com técnicos da área a ser simulada

- 4 - Definição das decisões a serem tomadas pelos participantes
- 5 - Construção do modelo matemático
- 6 - Estruturação da dinâmica
- 7 - Programação
- 8 - Testes, ajustes, modificações
- 9 - Elaboração dos manuais e documentação do sistema.

A Figura 1 tenta estabelecer uma relação entre as etapas de criação de um JE de acordo com a descrição feita.

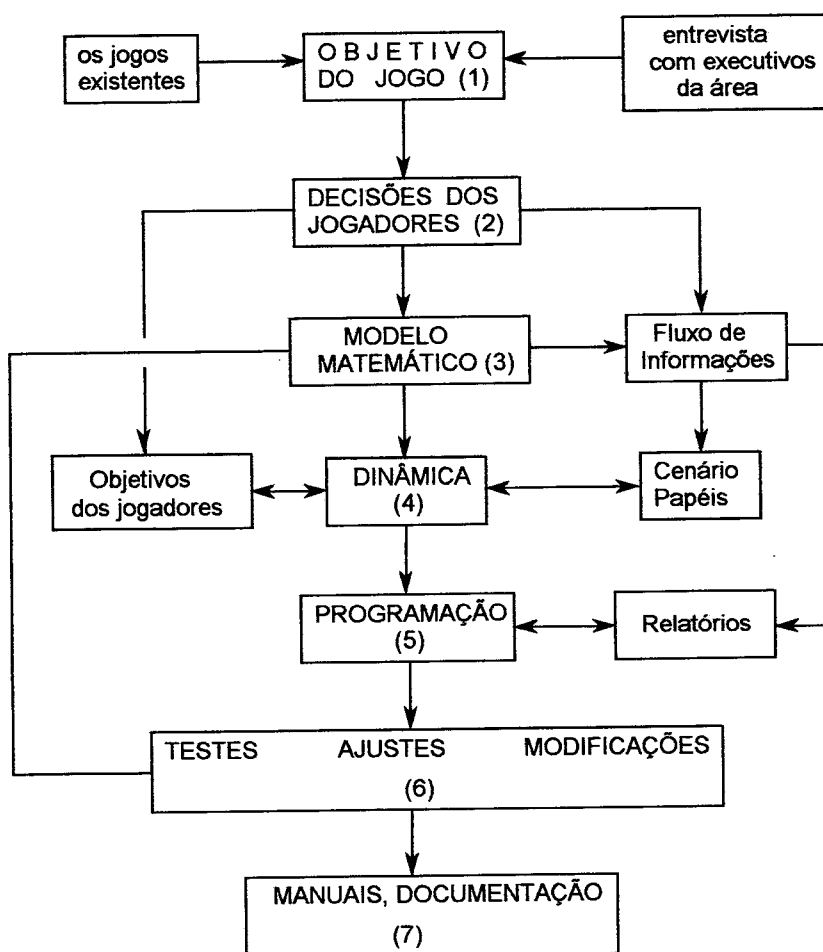


Figura 1 - Fluxograma das etapas de criação de um jogo de empresas.

## 2.4. JOGOS DE EMPRESAS NO ENSINO

LEON (LEON, 1977) classifica o homem como um ser “neotênico”, ou seja, cujas formas são menos acabadas que as espécies mais antigas das quais ele procede. Esta idéia justifica o que se denomina “andragogia” ou educação permanente (UNESCO) de adultos na luta contra sua própria obsolescência.

JE são ferramentas indicadas para a educação de adultos. COLLIER (COLLIER et al., 1987) em seu artigo sobre a prática de ensino em cursos para executivos observa as seguintes características no ensino de adultos:

- ⇒ Adultos aprendem o que sentem necessidade de aprender;
- ⇒ Adultos aprendem melhor fazendo;
- ⇒ Adultos querem saber quão bem estão fazendo e porque;
- ⇒ Adultos aprendem melhor resolvendo problemas;
- ⇒ Adultos preferem um ambiente de estudo com troca de informações.

Todas estas características estão presentes nos JE, uma vez que neste caso:

1. A necessidade de aprender é realçada pela vontade de jogar e ganhar;
2. Jogador age tomando decisões;
3. *Feedback* ocorre a cada jogada;
4. Os problemas da realidade empresarial são representados no jogo;
5. O jogo propicia um ambiente de vivências grupais.

Os métodos tradicionais de ensino geralmente centram-se no esforço do professor, expositor ou apresentador da disciplina ou seminário que se ministra. Ao contrário, nos JE o centro das atenções são os participantes. A diferença entre técnicas convencionais de ensino e os JE reside no fato de que aquelas se concentram em explicações e definições de algumas variáveis circunscritas a determinada área

(CARLSON & MISSHAUK, 1972), já os jogos propõem aos participantes um método de auto descoberta das variáveis e das relações que existem entre elas. As diferenças entre as técnicas de ensino convencionais e JE podem ser melhor visualizadas através dos objetivos dos Jogos (SAUAIA, 1989), que são mostradas no Quadro 2.

<b>Objetivos</b>	
<b>Gerais</b>	<b>Específicos</b>
Desenvolvimento de Habilidades	- Desenvolvimento de habilidades gerenciais por meio da prática gerencial repetida.
Aumento de Conhecimento	- Incorporação de novas informações, gerais ou específicas, trazidas no contexto do jogo, explícita ou implicitamente; - Integração de dados já disponíveis na memória e que passam a fazer sentido como partes de um sistema mais integrado de informações; - Resgate de conhecimentos anteriormente adquiridos, consciente ou inconscientemente, disponíveis em algum arquivo da memória, cujo acesso possa ser facilitado por meio da vivência.
Fixação de Atitudes	- Reflexão sobre as maneiras de se identificar melhores soluções para os problemas triviais, ou seja, soluções novas para velhos problemas

Quadro 2 - Objetivos dos Jogos de Empresas

### 2.4.1 JOGOS EXISTENTES

Algumas Universidades brasileiras estão desenvolvendo e usando JE em cursos de graduação e pós-graduação, bem como em programas de treinamento, obtendo bons resultados.

Na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), especificamente no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), dois jogos têm se destacado. O primeiro é o GI-EPS (Gestão Industrial / Engenharia de Produção e Sistemas) que simula um ambiente de mercado onde existem várias empresas interconcorrentes (BORNIA, 1996), formadas com um número básico de quatro integrantes. O outro jogo, também dentro da Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, é o LÍDER (LOPES, 1996), um jogo de gestão de recursos humanos, onde se simula o comportamento humano dentro da realidade empresarial.

Mesmo não possuindo um estágio de aplicabilidade como os dois jogos citados anteriormente, existem outros JE dentro do PPGEP da UFSC que merecem destaque. Um deles, direcionado para a função produção, chamado WinProc, simula a fabricação de dois produtos, onde os jogadores decidem a quantidade a ser produzida em função dos pedidos e da capacidade de produção da fábrica. Outro exemplo é o GS-ENE (Gestão Simulada na escola de novos empreendedores), um jogo que simula um conjunto de pequenas empresas oligopolistas, que disputam um conjunto de mercados (MENDES, 1997). Há também um jogo para aplicação no ensino de custos, onde a competição entre empresas se dá pela gestão de custos (ROCHA, 1997).

Além dos jogos citados, um número significativo de pesquisas foram feitas no Programa de Pós Graduação da UFSC sobre a utilização de JE ou sobre a sua adaptação à objetivos específicos. Assim, por exemplo, NUNES (NUNES, 1991) apresentou um modelo de JE para a atividade bancária; BORNIA (BORNIA, 1996) discorreu sobre a simulação de preços no jogo GI-EPS; HERMENEGILDO (HERMENEGILDO, 1996) tratou da utilidade da padronização e da versatilidade de

jogos; SOUZA (SOUZA, 1997) discutiu a aprendizagem no contexto de JE e a combinação destes com vivências grupais; MENDES (MENDES, 1997) propôs um modelo de JE baseado na integração dos jogos GS-ENE e LÍDER.

Na Universidade Federal de São Carlos - SP, alguns JE encontram-se em fase de desenvolvimento, entre eles o GANTT GAME (FIGUEIREDO, 1996), que tem por objetivo simular a programação da produção de uma empresa. Também em São Carlos, mas na Escola de Engenharia de São Carlos - USP, destaca-se o jogo MIE (Metodologia de Integração de Empresas), que considera os diversos aspectos identificáveis no processo de integração de uma empresa (RENTES, 1996). A estratégia da MIE é apoiar a implementação de ações coordenadas, partindo de um nível estratégico até a implementação de procedimentos e sistemas.

Outro exemplo de JE vem da Escola Politécnica da USP (GIANESI & CORRÊA, 1992), chamado POLITRON, que é destinado ao treinamento gerencial em MRPII, uma ferramenta para administração e controle da produção.

Os JE também têm sido usados para o treinamento de executivos. Como exemplo o SMD (Simulation of Management Decisions) aplicado pelo CEDEN (WILNER, 1992), onde grupos participam de diversas etapas classificatórias e os vencedores disputam uma final internacional, competindo com equipes de diversas partes do mundo.

Esta explanação sobre JE e pesquisas envolvidas, de forma alguma representa o que existe sobre JE, sendo apenas uma ilustração do desenvolvimento de jogos como ferramentas de ensino.

Em função da indisponibilidade de um JE que aborde de uma forma mais abrangente a função produção, especificamente o controle e planejamento da produção (PCP) - vide capítulo 3, surgiu o interesse no desenvolvimento de um jogo voltado às questões de PCP de uma empresa. O protótipo apresentado neste trabalho, GPCP-1, é

um JE que tenta preencher, pelo menos em parte, esta lacuna, como pode ser visto nos capítulos 3 e 4.

#### **2.4.2. PERSPECTIVAS**

Nos últimos quinze anos os JE tiveram um incremento de interesse, tanto a nível de desenvolvimento como de utilização, em grande parte devido a disponibilidade dos recursos da microinformática. Hoje os jogos podem ser desenvolvidos com recursos multimídia, que fornecem um acesso fácil a sons, imagens, vídeos, hipertexto e interatividade. O uso da realidade virtual para criar ambientes multisensoriais, também é uma perspectiva atraente para jogos de empresas.

Como forma de consolidar os JE como ferramentas eficazes de ensino surge a Internet. Atualmente a Internet é um recurso global que conecta milhões de usuários e representa portas de acesso a uma série de serviços e aplicações. Considera-se que o uso da Internet em si já incorpora um alto grau de motivação para os usuários.

Aliando JE e a Internet chegaremos a um modelo de ensino que está tendo uma expansão significativa a nível mundial: Ensino à Distância. No Ensino à Distância o professor está na escola e o aluno em “algum outro lugar” ou vice-versa. Segundo ROSATELLI (ROSATELLI et al., 1996) este método evoluiu de um modelo de primeira geração onde os meios impressos e a correspondência eram vias efetivas de comunicação, para um modelo de segunda geração, também chamado ensino à distância multimídia, que foi desenvolvido nos anos 60 e integra o uso de impressos, transmissão via televisão e fitas cassetes. Já no modelo de terceira geração, a ênfase recai sobre a interatividade, que a tecnologia atual permite e que era praticamente inexistente nos modelos anteriores. É neste cenário que os JE podem expandir-se e tornarem-se sofisticados meios de ensino e treinamento.

Aplicações práticas com JE, usando a metodologia de ensino à distância, foram efetuadas no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da UFSC (WILHELM et al., 1993) em maio de 1993 e agosto de 1994, utilizando comunicação remota e linha telefônica discada. Segundo depoimento dos participantes, a possibilidade do uso de recursos de comunicação à distância, contribuiu para elevar de forma significativa a motivação para o treinamento e demonstrou que existe um grande interesse em adquirir habilitação no uso de meios de comunicação remota e em rede.

Estas experiências bem sucedidas contribuíram para a implementação pioneira dentro do PPGEP da UFSC, em abril de 1996 (WILHELM, 1997), de uma "home page" na INTERNET, dedicada ao treinamento gerencial à distância, baseado no jogo de Empresas GI-EPS. Os interessados podem através desta interface, transferir o sistema de apoio, enviar decisões, processar resultados e interagir com os demais participantes através de correio eletrônico.



# ATIVIDADES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NO JOGO *GPCP-1*

### 3.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo discorrer sobre as diferentes funções exercidas pelo planejamento e controle da produção (PCP) que estão representadas no jogo *GPCP-1*. Inicialmente será feita uma abordagem sobre a função produção. Na seqüência, classificação dos sistemas de produção, atividades do PCP, previsão de demanda, planejamento mestre da produção, administração de estoques, sequenciamento e, por último, emissão e liberação de ordens. Os modelos matemáticos envolvidos nestas atividades e utilizados no jogo *GPCP-1*, serão mostrados no capítulo 4.

### 3.2. A FUNÇÃO PRODUÇÃO

Toda empresa manufatureira tem duas atividades básicas: produzir alguma coisa e comercializar o que é produzido. Na produção existem diversos fatores envolvidos, como mão-de-obra, materiais, equipamentos. A comercialização (marketing) por sua vez necessita de pesquisa de mercado, promoções, vendas e distribuição.

No entanto, tudo que está envolvido na produção e no marketing tem um custo. Sendo assim, a empresa necessita financiar as fases de produção e marketing, e isso resulta em uma terceira atividade básica que toda empresa manufatureira deve fazer. Deste modo, conclui-se que existem três setores funcionais básicos: produção, marketing e finanças.

O sucesso de uma empresa depende da forma como estas três funções se relacionam. Assim por exemplo, a produção não pode planejar um aumento na sua capacidade produtiva sem o aval de finanças, ou então o marketing fazer um plano de vendas que a produção não consiga executar.

Durante anos, a produção foi tratada como sendo um mal necessário, onde os outros setores enxergavam a fábrica como a origem principal dos problemas, afinal era a parte da empresa sem carpete, barulhenta, muitas vezes suja, onde trabalhavam pessoas resistentes à mudanças, com aparência cansada e sempre apressadas em resolver o último problema, ou “apagar o último incêndio”. Esta segregação da função produção vem mudando nos últimos anos, através de um movimento de revalorização do papel da manufatura no atingimento dos objetivos estratégicos da organização (GIANESI & CORRÊA, 1993). Na figura 2 pode-se observar, as razões por trás deste recente interesse.

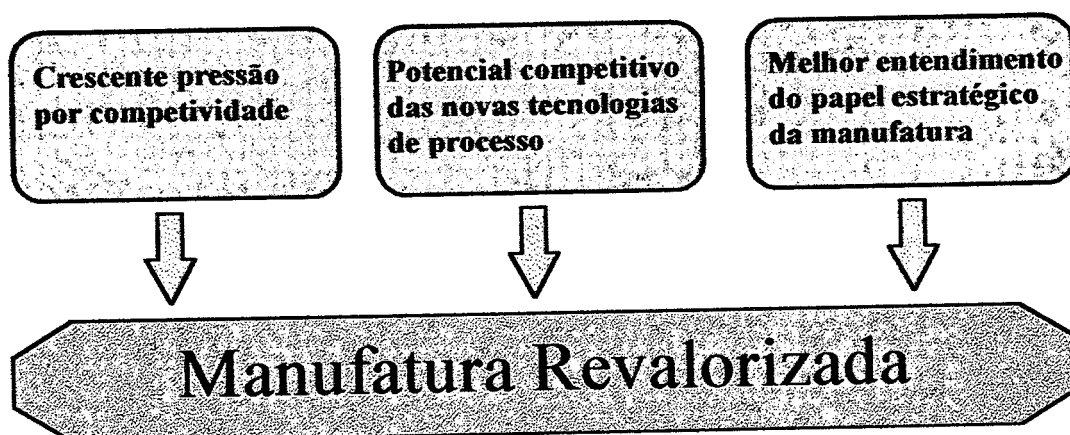


Figura 2 - Principais causas da recente revalorização da manufatura (GIANESI & CORRÊA, 1993)

A primeira causa da mudança no tratamento da manufatura é que o mercado mundial tem demandado das empresas uma crescente pressão por competitividade, com a queda de importantes barreiras alfandegárias protecionistas e o surgimento de novos concorrentes bastante capacitados. O segundo fator na revalorização da manufatura é o potencial competitivo que representa o recente desenvolvimento de novas tecnologias de processo e de gestão de manufatura, como os sistemas flexíveis de manufatura e os sistemas de manufatura integrados por computador. A terceira razão está relacionada com o recente entendimento do papel estratégico que a produção pode e deve ter na busca dos objetivos globais da empresa.

A produção consiste em todas as atividades relacionadas com a produção de bens (atividades de fabricação e montagens e serviços) e serviços (operações de armazenagem, entretenimento, aluguel, etc.).

Essas atividades serão abordadas na seqüência deste capítulo, com ênfase na produção de bens, pois o objetivo deste trabalho é gerar um protótipo de um JE que explore a função produção através de um modelo de uma empresa de manufatura (móveis).

### **3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Um sistema pode ser definido como um conjunto de partes inter-relacionadas que existem para atingir um objetivo. As inter-relações entre as partes são comunicações ou interdependências. Uma empresa pode ser considerada um sistema composto de vários departamentos (subsistemas) e fazendo parte de um sistema maior, que é a própria sociedade. Focalizando a produção - e não mais a empresa - como um sistema, observa-se diferentes tipos de sistemas de produção, que podem ser classificados de várias formas, com o intuito de facilitar o entendimento das características inerentes a cada sistema e sua relação com a complexidade das atividades

de planejamento e controle desses sistemas. TUBINO (TUBINO, 1997) cita três dessas formas mais conhecidas, que são apresentadas no quadro 3.

CRITÉRIO	CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Por grau de padronização dos produtos	Sistemas que produzem produtos padronizados	- Alto grau de Uniformidade - Produção em grande escala - Produtos facilmente encontrados no mercado
	Sistemas que produzem produtos sob medida	- Cliente define o produto  - Lotes normalmente unitários
Por tipo de operações	Processos contínuos	- Os produtos não podem ser identificados individualmente
	Processos discretos	- Produtos podem ser identificados individualmente
Pela natureza do produto	Manufatura de bens	- Produtos tangíveis (rádio)
	Prestador de serviços	- Produtos intangíveis (consulta médica)

Quadro 3 - Classificação dos sistemas de produção

Os processos discretos de produção podem ser subdivididos em *processos repetitivos em massa* - produção em grande escala de produtos altamente padronizados; *processos repetitivos em lote* - volume médio de produção, onde cada lote segue uma série de operações que necessitam ser programadas a medida que as operações anteriores forem realizadas e *processos por projeto* que têm como objetivo atender uma necessidade específica do cliente, com todas as suas atividades voltadas para esta meta.

O jogo GPCP-1 tem um modelo de produção padronizada, onde o processo é discreto e repetitivo em lotes, sendo uma manufatura de bens (móveis). Com uma produção em lotes, cada lote segue uma série de operações que necessitam ser programadas à medida que as operações anteriores sejam concluídas. Isto justifica esta escolha, pois a cada rodada do jogo são necessárias novas programações de produção.

### **3.4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

O planejamento e controle da produção (PCP) é uma função administrativa que tem por objetivo fazer os planos que orientarão a produção e servirão de guia para o seu controle, que é, também, feito pelo PCP. Em termos simples, o PCP determina *o que* vai ser produzido, *como* vai ser produzido, *onde* vai ser produzido, *quem* vai produzir e *quando* vai ser produzido.

Em uma visão moderna, onde a manufatura possui papel estratégico importante, o PCP é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos, de forma a atender de melhor maneira possível os planos estabelecidos em níveis estratégico, tático e operacional da empresa (TUBINO, 1997).

No nível estratégico, onde são definidas as políticas de longo prazo da empresa, o PCP participa da formulação do planejamento estratégico da produção, gerando um plano de produção. No nível tático, onde são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o planejamento mestre da produção, obtendo o plano mestre de produção (PMP). Finalmente no nível operacional, onde são preparados os programas de curto prazo de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos, o PCP prepara a programação da produção. A definição de longo, médio e curto prazo não é rígida, dependendo de cada sistema produtivo. Uma classificação poderia ser de dias para curto prazo, meses para médio prazo e anos para longo prazo.

Para atingir seus objetivos, o PCP administra informações vindas de diversas áreas do sistema produtivo. Da engenharia de processo são necessários os roteiros e tempos de fabricação, da engenharia de produto informações contidas nas listas de materiais e desenhos técnicos, no marketing buscam-se os planos de vendas e pedidos firmes, compras/suprimentos informa as entradas e saídas dos materiais em estoques, a manutenção fornece os planos de manutenção, dos recursos humanos são necessários os planos de treinamento, finanças fornece o plano de investimentos e o fluxo de caixa. Este relacionamento entre o PCP e outras funções é representado no GPCP-1 através de um módulo chamado “informações” (Capítulo 4).

Uma visão geral do inter-relacionamento das atividades do PCP, segundo TUBINO (TUBINO, 1997), é apresentada na figura 3.

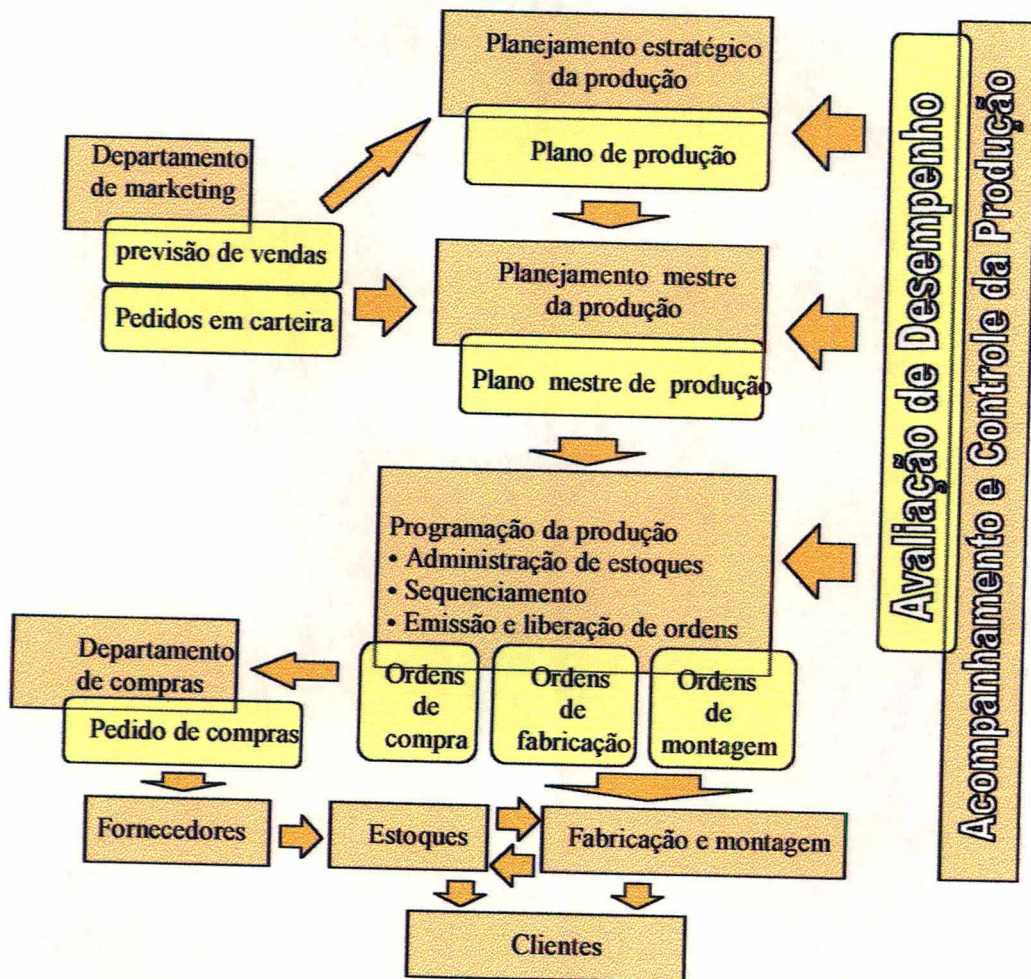


Figura 3 - Atividades do PCP

O objetivo do jogo GPCP-1 é simular o planejamento e controle da produção de uma empresa de manufatura, explorando as atividades de médio prazo (programa mestre de produção) e de curto prazo (programação da produção). Neste sentido estas atividades serão pormenorizadas na seqüência deste capítulo. As atividades de longo prazo, envolvendo, por exemplo, mudanças de lay out e número de máquinas, não serão trabalhadas no modelo inicial do jogo afim de evitar-se uma complexidade demasiada neste protótipo.

### **3.5. PREVISÃO DE DEMANDA**

Previsões de demanda do consumidor são fundamentais para a operação de uma empresa. Qualquer companhia está no negócio principalmente para atender, de alguma forma, as exigências de seus clientes. Sua sobrevivência depende da habilidade de adaptação das suas operações às exigências do consumidor, de demonstrar ou estimular a necessidade e de servi-la adequadamente e de forma eficiente, quando ocorrer. A previsão de demanda é o elo entre avaliação de fatores externos na economia que possam influenciar o negócio e a administração dos assuntos internos da empresa.

Para o PCP a previsão de demanda é importante em dois momentos distintos: para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso deste sistema. No primeiro caso, são previsões de longo prazo que são usadas para elaborar estrategicamente o plano de produção. No planejamento do uso do sistema produtivo, as previsões, agora de médio e curto prazo, são empregadas para o planejamento mestre e programação da produção, com objetivo de utilizar os recursos disponíveis, englobando a definição de planos de produção e armazenagem, planos de compras e reposições dos estoques, planos de cargas de mão de obra e sequenciamento da produção.

A elaboração previsão de demanda fica geralmente a cargo do departamento de marketing ou vendas, mas existem pelo menos dois motivos para que os integrantes do PCP entendam como esta atividade é realizada (TUBINO, 1997).

Primeiro, porque a previsão de demanda é a principal informação utilizada pelo PCP na elaboração de suas atividades, e afeta diretamente o desempenho esperado das funções de planejamento e controle do sistema produtivo. É fundamental o entendimento de como os dados foram obtidos e de que técnicas de previsão foram usadas, e quais as suas limitações, de maneira a facilitar a comunicação entre o PCP e o marketing. Segundo, em muitas empresas de pequeno e médio porte não existe uma especialização muito grande das atividades, cabendo ao pessoal do PCP (normalmente o mesmo de vendas) a elaboração das previsões.

### 3.5.1 ETAPAS DE UM MODELO DE PREVISÃO

Um modelo de previsão de demanda pode ser dividido em cinco etapas básicas (TUBINO, 1997), conforme figura 4.



Figura 4 - Etapas do modelo de previsão da demanda



Na primeira etapa deve-se definir o motivo pelo qual se está fazendo a previsão. O detalhamento e a sofisticação do modelo dependem da importância relativa do produto (ou família de produtos) a ser previsto e do horizonte ao qual a previsão se destina. Itens poucos significativos podem ser previstos com maior margem de erro, empregando-se técnicas de previsão mais simples.

Uma vez definido o objetivo do modelo de previsão, deve-se coletar e analisar os dados históricos do produto, com intuito de identificar e desenvolver a técnica de previsão que melhor se adapte. Mesmo nos casos de previsões baseadas em julgamento e opinião de especialistas, as mesmas são feitas com base na experiência passada destes especialistas. Quanto mais dados históricos forem coletados e analisados, mais confiável será a técnica de previsão. É importante observar que variações extraordinárias de demanda, como promoções especiais ou greves, devem ser analisadas e substituídas por valores médios, compatíveis com o comportamento normal da demanda. O tamanho do período de consolidação de dados (semanal, mensal, trimestral, etc.) tem influência direta na escolha da técnica de previsão mais adequada, bem como na análise das variações extraordinárias.

O terceiro passo é a decisão pela técnica mais apropriada. Nesta escolha deve-se ponderar sobre uma série de fatores, principalmente custo e confiabilidade. Quanto maior for a confiabilidade desejada no modelo, maior será o custo de elaboração. É importante avaliar o quanto se está disposto a gastar no modelo de previsão e quanto custa o erro decorrente de uma previsão inadequada. Geralmente, para questões estratégicas opta-se por correr menos riscos e gastar mais, enquanto que para questões operacionais a situação é inversa. Existem outros fatores que merecem destaque na escolha da técnica de previsão: disponibilidade de recursos computacionais, disponibilidade de dados históricos, experiência passada com aplicação de determinada técnica, disponibilidade de tempo para coletar, analisar e preparar os dados e a previsão, entre outros.

O passo seguinte é a obtenção da previsão propriamente dita, uma vez que já definiu-se a técnica de previsão e a aplicação dos dados passados. Quanto maior for o horizonte pretendido, menor a confiabilidade da demanda prevista.

No decorrer do tempo as previsões vão sendo alcançadas pela demanda real. Surge então a última etapa de um modelo de previsão que é o monitoramento do modelo. Deve-se monitorar a extensão do erro entre a demanda real e a prevista, para averiguar se a técnica e os parâmetros usados são válidos. Um ajuste nos parâmetros do modelo é suficiente, em situações normais, para que reflita as tendências mais recentes. Em situações mais críticas, uma reavaliação de todo modelo (desde o objetivo do modelo) pode ser necessária, incluindo um novo exame dos dados e a escolha de uma nova técnica de previsão.

### 3.5.2. TÉCNICAS DE PREVISÃO

Como foi visto anteriormente a escolha da técnica de previsão de demanda é apenas uma das etapas do modelo de previsão, mas sem dúvida é a mais importante. As técnicas de previsão podem ser divididas em dois grandes grupos (TUBINO, 1997): *técnicas qualitativas* e *quantitativas*. As primeiras privilegiam principalmente dados subjetivos, que são difíceis de representar numericamente. Já as técnicas quantitativas trabalham com a análise numérica dos dados passados, isentando-se de opiniões pessoais ou palpites. As técnicas quantitativas podem baseadas em séries temporais, que partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção de seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis, ou baseadas em correlações, que buscam prever a demanda de determinado produto com base na previsão de outra variável que esteja relacionada com o produto, como por exemplo, a demanda de azulejos pode ser relacionada com o número de novas residências em construção.

No jogo GPCP-1 optou-se por duas técnicas de previsão de demanda: média móvel exponencial e tendência linear. Ambas são técnicas quantitativas baseadas em séries temporais. A primeira para previsões de curto prazo (1 período) e a tendência linear para previsões de médio prazo (12 períodos). A escolha destas técnicas deve-se principalmente à facilidade de compreensão, pois apresentam modelos simples, e ao mesmo tempo cumprem o papel de ilustrar a previsão de demanda no jogo, possibilitando aos participantes uma visão geral sobre a importância das previsões. Estas duas técnicas estão descritas no capítulo 4, assim como a representação destas no jogo GPCP-1. Outras técnicas de previsão de demanda podem ser encontradas em TUBINO (TUBINO, 1997)

### **3.6. PLANEJAMENTO MESTRE DA PRODUÇÃO**

O planejamento mestre da produção é o elo básico de comunicação entre os níveis mais agregados do planejamento (plano estratégico da empresa) com a produção (atividades operacionais). Como resultado do planejamento mestre da produção têm-se um plano, chamado plano mestre de produção (PMP). O PMP é definido em unidades físicas de produtos e não em valores monetários. A partir do PMP serão calculadas as necessidades dos componentes, capacidade produtiva, entre outros recursos. Para tanto, é necessário a especificação dos produtos em particular, necessários em determinadas quantidades e datas, ao longo do tempo. O PMP é obtido por um processo de tentativa e erro, em que a partir de um PMP inicial busca-se averiguar a disponibilidade de recursos para a sua execução. Sendo ele viável, autoriza-se o plano, contudo, se forem encontrados problemas, será necessário refazer-se o PMP, podendo ser necessário até a alterar e reconsiderar as questões estratégicas de produção, como pode ser visto na figura 5.

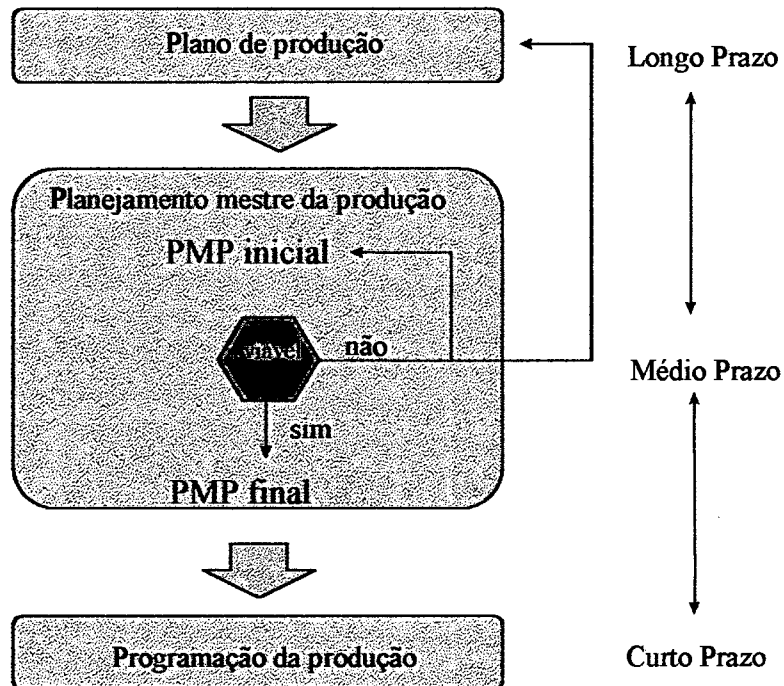


Figura 5 - Hierarquia das atividades do PCP

O PMP é a base para o estabelecimento de importantes compromissos entre os interesses de diversas funções dentro da organização (GIANESI & CORRÊA, 1993). Com a função de marketing, por exemplo, um pedido para aumentar a produção de um dado produto final poderá ser possível somente em detrimento nos prazos de produção de um outro produto, dadas as devidas restrições de produção. Um aumento de produção, via aumento de mão de obra, afetará diretamente a área de recursos humanos, no tocante a contratação e treinamento. Esse mesmo aumento de produção afetará a área de finanças que coordena os gastos com estoques, horas extras, etc.

No jogo GPCP-1 o plano mestre de produção (PMP) será elaborado pelos jogadores, em um arquivo de registro de dados (capítulo 4).

### 3.7. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

Uma vez terminado o plano mestre de produção (PMP), deve-se agora fazê-lo funcionar. O passo seguinte é a programação da produção. *Programar* produção é determinar quando deverão ser realizadas as tarefas e operações de produção e quanto deverá ser produzido (CHIAVENATO, 1990). Para TUBINO (TUBINO, 1997) as atividades de programação da produção, realizadas pelo PCP, são atividades de curto prazo que buscam implementar um programa de produção que atenda ao PMP gerado para os produtos acabados, e podem ser divididas em três grupos hierarquicamente relacionados, conforme ilustrado na figura 6.



Figura 6 - Hierarquia das funções da programação da produção

A administração dos estoques, é encarregada de planejar e controlar os estoques definindo tamanho dos lotes, modelos de reposição e estoques de segurança do

sistema. O sequenciamento tem por objetivo definir a seqüência de produção a cada programa de produção. Finalmente são emitidas as ordens autorizando a compra, fabricação e montagem dos itens. No jogo GPCP-1 as atividades de programação da produção seguem esta hierarquia de funções, que serão melhor detalhadas na seqüência.

### 3.7.1. ADMINISTRAÇÃO DOS ESTOQUES

Excessos e faltas de estoques são, desde há muito tempo, reconhecidos como o principal fator dos que contribuem para as flutuações nas atividades dos negócios. O grande segredo é conhecer o equilíbrio dos itens de estoque em um sistema. Item de estoque pode ser qualquer matéria prima, insumo, componente, ferramenta ou produto acabado. Quanto mais complexo ou diversificado for o produto final maior será a diversidade de itens estocados e mais complicado será o controle de estoques.

Os estoques são criados para absorver problemas do sistema de produção (TUBINO, 1997). Isto pode ser observado pela série de funções pelas quais os estoques são criados :

- *Garantir a independência entre as etapas produtivas:* estoques amortecedores fazem com que problemas em uma destas etapas não sejam transferidos para as demais, como, por exemplo, uma interrupção na produção não afetaria as vendas se houvessem estoques de produtos acabados;
- *reduzir os tempos de fabricação:* afim de que os prazos de entrega dos produtos possam ser reduzidos, mantêm-se estoques intermediários, evitando assim a espera pela produção ou compra de um item;
- *Permitir uma produção constante:* quando um sistema produtivo possui uma demanda muito sazonal, pode-se optar por uma produção

para estoque quando a demanda estiver em baixa, e vender material estocado, quando do aquecimento das vendas, mantendo o ritmo de produção;

- *Como fator de segurança:* absorver variações aleatórias de demanda, quebras de máquinas, absenteísmo, entrega de fornecedores fora do prazo, etc.

Estas funções são relacionados diretamente com a produção, ou seja, com o PCP. Outras, como a especulação financeira através de estoques, seja de matéria-prima ou de produtos acabados, foge do escopo do PCP, e a decisão cabe a quem administra os recursos financeiros da empresa, no caso finanças.

A manutenção de estoques pode ajudar a empresa a melhorar o seu desempenho, conforme visto acima, mas por outro lado gera um custo de manutenção de estoques. Estes custos são decorrentes da mão de obra para armazenagem e movimentação dos itens, aluguel, iluminação, segurança, custos de deterioração e obsolescência dos estoques, e, principalmente, o custo do capital investido. Além do custo de manutenção de estoques, outro fator importante associado à estoques, sendo inclusive de difícil quantificação, é o envolvimento e motivação da mão de obra no trabalho, quando se está produzindo para estoque. Esta questão relaciona-se diretamente com a busca da qualidade total dentro da empresa. Quando um item é produzido e estocado não existe relação direta entre quem produz e quem consome, encobrindo assim problemas de qualidade, sincronismo e de identificação de potenciais melhorias nos processos e produtos.

Portanto a questão é: qual é o estoque ideal, que maximiza a produção e minimiza os custos? É a resposta que todas as empresas estão buscando, ou pelo menos deveriam estar buscando. Este equilíbrio depende de cada sistema produtivo e de como a administração de estoques é feita. Para uma boa administração de estoques dois pontos

são básicos e fundamentais: a identificação dos itens mais importantes a serem controlados e o modelo de controle de estoques a ser usado.

O jogo GPCP-1 propicia aos jogadores uma simulação de administração de estoques, onde será explorada a questão do controle de estoques de matérias-primas (quantidades a serem mantidas em estoque para o bom funcionamento da empresa) e o custo de manutenção de estoques.

### **3.7.1.1. CLASSIFICAÇÃO ABC DOS ESTOQUES**

A classificação ABC de estoques é baseada no princípio de Pareto, que é uma técnica universal para separar problemas em duas classes: os poucos vitais e os muitos triviais (CAMPOS, 1992). Assim, a classificação ABC de estoques consiste em separar os itens de estoques por classes, de acordo com a sua importância relativa, que geralmente é obtida pela demanda valorizada (quantidade de demanda vezes o custo unitário do item). Ordenando-se os itens de estoque segundo a sua demanda valorizada, observa-se que uma pequena quantidade de itens, chamada de classe A, representa uma grande parcela de recursos investidos, enquanto que a grande maioria dos itens, chamada classe C, possuem pouca representatividade nestes recursos. Entre as classes A e C ficam os itens com importância e quantidades médias, chamados de classe B. Esta divisão pode ser observada na figura 7. Na tabela 1 são mostrados os percentuais normalmente encontrados para as classes.



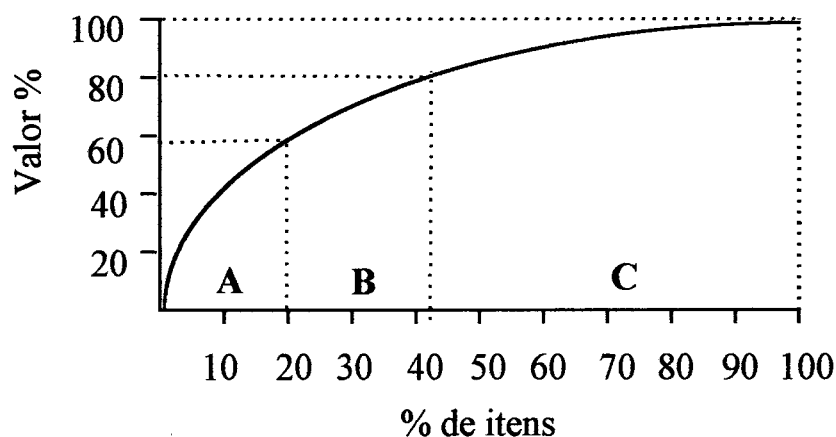


Figura 7 - Classificação ABC de estoques

Classe	% de itens	% do valor
A	10 a 20	50 a 70
B	20 a 30	20 a 30
C	50 a 70	10 a 20

Tabela 1 - Percentuais da classificação ABC de estoques

Através da constatação de que uma pequena parcela de itens de estoque abrange a maioria dos recursos investidos, deve-se priorizar o controle sobre estes itens, por meio de uma determinação precisa dos custos envolvidos no sistema de armazenagem e reposição, uma atualização constante de dados, estoques de segurança confiáveis, etc. Por outro lado os itens da classe C, tendo pouca significação, não justificam um custo de controle apurado, procurando-se controlar tais itens de maneira mais simples possível, com baixa frequência de atualização de dados, estoques de segurança aproximados, etc. Na classe B, deve-se usar um meio termo entre os controles dos itens A e C. O critério da escolha das faixas não é rígido, sendo na verdade uma questão pessoal de cada analista. O que deve ser sempre levado em consideração é a escolha do tipo de controle sobre o item, ou seja, o item precisa “pagar” o seu controle.

No jogo GPCP-1 serão utilizados dois métodos para controle de estoques de matérias-primas e produtos em processo: ponto de pedido e lógica MRP. O primeiro (para itens de menor importância) controlará três das quatro matérias-primas do jogo e a lógica MRP será usada para o controle da matéria-prima principal e dos itens em processo (capítulo 4). Outros tipos de controle de estoques podem ser encontrados em TUBINO (TUBINO, 1997), CHIAVENATO (CHIAVENATO, 1990) e GONÇALVES (GONÇALVES, 1979).

### **3.7.2. SEQUENCIAMENTO E EMISSÃO DE ORDENS**

As atividades de programação da produção, que foram iniciadas com a administração de estoques, são complementadas pelo sequenciamento e emissão de ordens de fabricação, compra e montagem. O tipo de sistema produtivo define as principais questões envolvidas no sequenciamento de um programa de produção. Nos processos contínuos o sequenciamento deve dar ênfase na velocidade do fluxo, para os processos repetitivos em massa o objetivo é equilibrar o ritmo entre os postos de trabalho e, na produção em lotes deve-se procurar dar prioridade às ordens empregando um sistema de regras para definir em que seqüência as ordens serão retidas nas filas de esperas e em que recursos elas serão alocadas.

Em um processo de produção repetitivo em lotes (jogo GPCP-1) a escolha da ordem a ser processada dentre uma fila de espera de ordens a processar, será função de prioridades entre os diversos lotes de fabricação concorrentes para um mesmo grupo de recursos. Esta decisão é crítica para o desempenho do sistema de produção, pois um sequenciamento ineficiente, ou seja, que gere grandes tempos de fila no processamento das ordens, aumentará a margem de erro do programa executado em relação ao planejado (*lead times* reais maiores do que os padrões previstos).

A escolha do recurso a ser utilizado dentre um grupo de recursos disponíveis, na prática fica restrita em situações onde existem variações significativas no desempenho dos equipamentos. Este não é o caso no GPCP-1 (capítulo 4).

O instrumento para visualização da programação da produção, conhecido como *Gráfico de Gantt*, em homenagem Henry Gantt, pioneiro na sua utilização dentro da programação da produção (TUBINO, 1997), auxilia na análise de diferentes alternativas de sequenciamento. Existem também *softwares* de programação da produção baseados no *Gráfico de Gantt*, como por exemplo o PREACTOR de propriedade da Systems Modeling Corporation, entre outros. O jogo GPCP-1 não apresenta opção, nesta versão inicial, do *Gráfico de Gantt* como ferramenta de apoio à tomada de decisão sobre as prioridades das ordens, mas os jogadores poderão fazer uso de um software, ou mesmo trabalhar manualmente com o *Gráfico de Gantt*, para decidirem sobre as prioridades no processamento das ordens. Uma descrição aprofundada sobre o *Gráfico de Gantt* pode ser obtida em TUBINO (TUBINO, 1997), CHIAVENATO (CHIAVENATO, 1990) e ZACCARELLI (ZACCARELLI, 1982).

Tendo-se estabelecidas todas as informações necessárias à execução do programa de produção, isto é, para cada ordem a definição do tamanho do lote, a data de início e conclusão das atividades e a seqüência e o local onde as mesmas serão executadas, a última etapa da programação da produção é a emissão e liberação do programa de produção. Uma vez emitido e liberado, este programa passará para a esfera do acompanhamento de produção, a última etapa dentro das funções do PCP.

Uma ordem de fabricação, montagem ou compra deve possuir informações necessárias para que os envolvidos na fabricação, montagem ou compras possam executar suas atividades. As principais informações referem-se a especificação do item, tamanho do lote, data de início e conclusão de atividades. Para processos contínuos e repetitivos em massa, seguem também desenhos e instruções técnicas que informarão os operadores como proceder suas atividades. Nos processos repetitivos em lotes e nos sob encomenda, este tipo de informação é vital para o entendimento das

ordens emitidas. No jogo GPCP-1 os participantes definirão o tamanho do lote e a prioridade de processamento de cada ordem, sendo pré definidos e fixos o roteiro de fabricação e os tempos de processamento de cada item (capítulo 4).

No capítulo seguinte será apresentado o jogo GPCP-1, desde a concepção do seu modelo genérico até a sua implementação, ressaltando sua importância na aprendizagem de questões envolvidas no PCP.

# IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL DO *GPCP-1*: JOGO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

## 4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o desenvolvimento do jogo *GPCP-1*, mostrando o seu modelo genérico, o cenário e a dinâmica do jogo, a implementação da interface do protótipo com o usuário, os módulos que formam o *GPCP-1* com os respectivos modelos matemáticos utilizados, os sistemas de ajuda no jogo, e finalizando, os problemas encontrados e ainda não resolvidos na validação do modelo *GPCP-1*.

## 4.2. MODELO GENÉRICO

O modelo genérico do *GPCP-1* foi idealizado a partir da lógica de funcionamento básico de um sistema produtivo de manufatura: prever as vendas a partir das vendas anteriores, planejar e efetivar a produção, vender os produtos acabados e realimentar o ciclo. Em função deste fluxo de atividades chegou-se a um modelo, conforme pode ser visto na figura 8. É importante lembrar que o objetivo do jogo é focalizar as atividades de planejamento e controle da produção, sem no entanto, isolar tais atividades do contexto geral da empresa, uma vez que como já foi visto (Capítulo 3) o PCP possui uma inter-relação direta com os mais diversos setores da empresa, e o sucesso desta depende da boa comunicação entre estes setores.

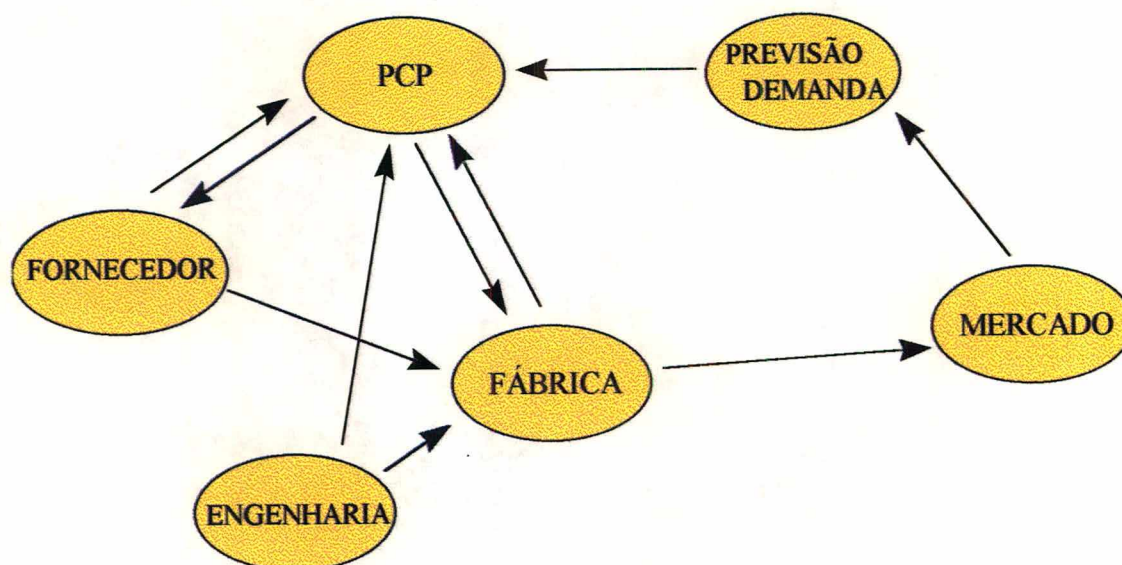


Figura 8 - Modelo genérico GPCP-1

As atividades genéricas no modelo proposto, iniciam-se com a coleta de dados dos valores passados de demanda, afim de obter-se uma previsão de demanda. Esta previsão é repassada ao PCP, que planeja, em função desta, as atividades de médio prazo (plano mestre de produção - PMP) e curto prazo (programação da produção - administração de estoques, sequenciamento e emissão e liberação de ordens) para o sistema produtivo. Para este planejamento são necessárias informações vindas da engenharia (roteiros, tempos de processo, estrutura dos produtos, etc.), da fábrica (número de equipamentos, operários, lay out, etc) e do fornecedor (preços, prazos, etc). Feito o planejamento são emitidas ordens de compra para o fornecedor e ordens de fabricação e montagem para a fábrica. Uma vez terminada a produção do período, os produtos são repassados ao mercado, de onde inicia-se novo ciclo.

#### 4.2.1 DIVISÃO DO MODELO: DECISÕES E RESULTADOS

As atividades genéricas do modelo *GPCP-1* podem ser divididas em dois grupos distintos: atividades de tomada de decisão (PMP, estoques, ordens, etc) e atividades de processamento das decisões (fabricação e vendas). Esta divisão pode ser

também feita em termos de *decisões* e *resultados*, conforme pode ser visualizada na figura 9.

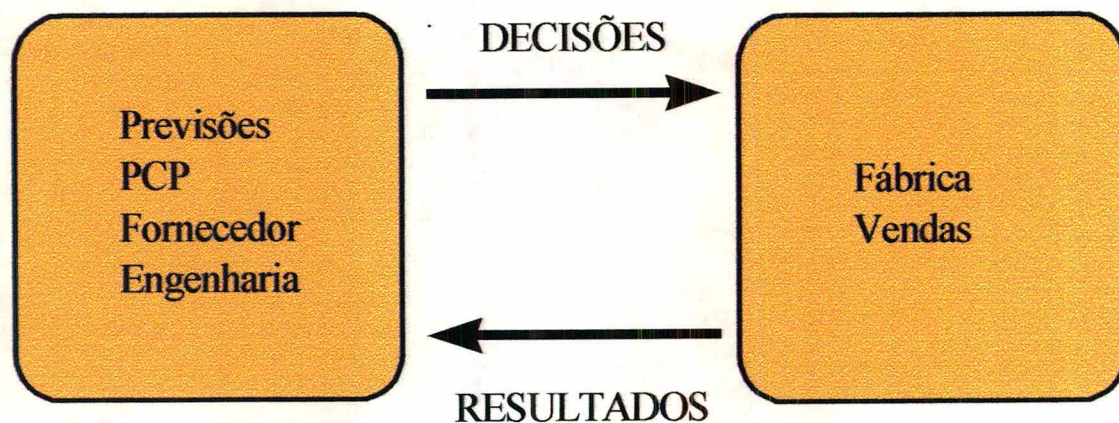


Figura 9 - Divisão do GPCP-1

Esta divisão de atividades genéricas do modelo conduziu a uma divisão na implementação do jogo *GPCP-1*. A parte do jogo que se refere a tomada de decisões, foi desenvolvida em um software de planilha de dados (Excel 7.0), sendo implementada pelo autor deste trabalho. Já a parte que recebe as decisões, executa o processamento e devolve os resultados (simulação) foi desenvolvida por outro aluno de mestrado (Plínio Cornélio Filho) do programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UFSC. Este trabalho, cuja descrição completa encontra-se na dissertação do referido mestrando, foi desenvolvido em um software apropriado para simulação (ARENA 3.0).

#### 4.2.2. ABSTRAÇÃO E GENERALIZAÇÃO DO MODELO

Uma vez desenvolvido o modelo genérico, partiu-se para a discussão sobre cada função do modelo. Para a fábrica, PCP e engenharia, o objetivo era de chegar-se, ao tipo de produtos a serem fabricados, matérias-primas a serem usadas, componentes dos produtos acabados, tipos de máquinas, tipo de sistema produtivo (produção em massa, produção em lotes, produção sob encomenda, etc.), estrutura do

produto acabado, etc. Na função fornecedor o intuito era de escolher o número de fornecedores que poderiam atender a fábrica, o tipo de fornecimento (sempre disponível, com faltas, com atrasos, etc.), prazo de entrega, entre outros. Para o modelo de previsões de demanda as questões eram: técnicas de previsão a serem empregadas, número de períodos a serem usados como histórico, forma de monitoração do modelo. No mercado, buscou-se definir como seriam feitas as vendas (pós produção, sob encomenda, etc.) e seu comportamento durante o jogo (estável, instável, sazonal). A partir da definição destas e outras questões mais, foi possível montar o cenário onde o jogo se desenvolve.

### 4.3. CENÁRIO DO JOGO

Visando atender uma característica importante de JE que é a máxima aproximação do jogo com a realidade, evitou-se a criação de um modelo com produtos genéricos, do tipo produto "A" e "B" ou então matérias primas "1" e "2". Neste sentido, a empresa do *GPCP-1* é uma fábrica de móveis, que fabrica dois tipos de produtos: cama luxo (LX) e cama simples (ST). A diferença entre uma cama LX e uma ST está na cabeceira (uma das partes que compõem as camas). As matérias-primas envolvidas são madeira, prego, tinta e parafuso, que são fornecidas por um único fornecedor. O consumo de matérias-primas é padrão para cada tipo de produto.

O fornecedor limita-se a entregar as matérias-primas solicitadas pelas ordens de compra, no prazo estipulado. A produção é para estoque, ou seja, as vendas são feitas após a produção e não há pedidos de encomendas. O mercado absorve uma certa quantidade de produtos no final de cada período (rodada) com um certo preço. Desta forma o preço e a quantidade vendida são aproximadamente iguais para todas as equipes (varia com a disponibilidade de produtos de cada empresa, pois a venda máxima é igual a todos os produtos acabados em estoque no final do período). Equiparando-se as vendas, o fator que determinará o melhor desempenho dentro do jogo será o planejamento e controle da produção, como será especificado a seguir.



A manutenção de estoques, tanto de matérias-primas como de produtos acabados, gera custos. Por outro lado a falta de matérias-primas ou de produtos acabados também traz prejuízos. Uma previsão de demanda ineficiente acarretará em uma produção que não atenderá o mercado (para mais ou para menos). Um sequenciamento de produção mal elaborado, trará maiores custos de produção, além do risco de não atender o plano mestre da produção (PMP). Para medir a eficiência das equipes no conjunto destas atividades, será usado o custo de produção da empresa.

#### **4.4. ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA**

Uma característica importante, que inclusive diferencia o *GPCP-1* de outros JE, é a representação do sistema produtivo do jogo através de um modelo de simulação transparente aos participantes, onde são simuladas as principais variáveis de um processo produtivo: tempo de preparação de máquinas (set up), tempo de processamento dos itens, filas entre as etapas do processo, estoque de produtos em processo (partes do produto final que já estão prontas e ainda não foram usadas). A descrição completa destas variáveis é feita no trabalho do mestrando Plínio Cornélio Filho.

As decisões a serem tomadas a cada período são: prever a demanda para os próximos períodos, elaborar e/ou adequar o Plano Mestre de Produção (PMP) em função da demanda, calcular as necessidades de materiais (MRP) da matéria-prima madeira e dos produtos em processo, adequar o ponto de pedido das matérias-primas prego, tinta e parafuso, emitir e sequenciar ordens de fabricação, submontagem e montagem, e emitir ordens de compra para matérias-primas. A especificação funcional do sistema pode ser observada na figura 10.

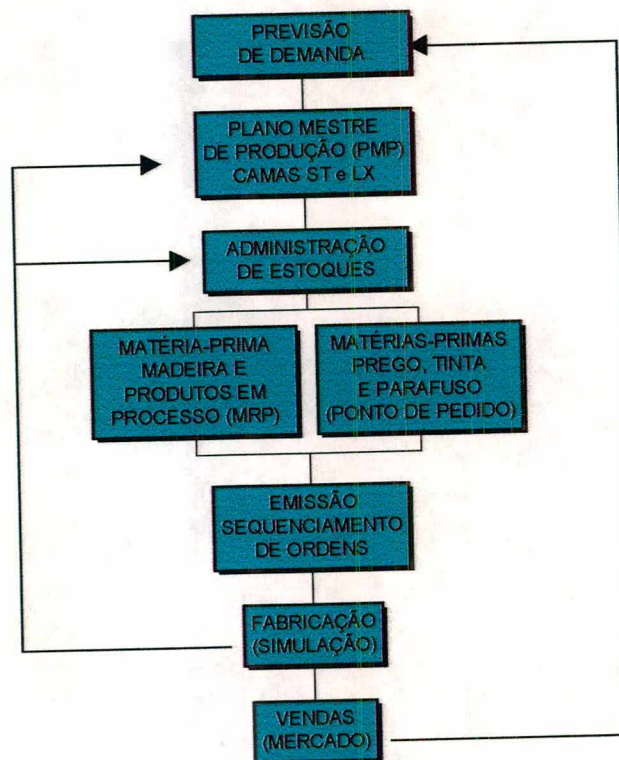


Figura 10 - Especificação funcional do sistema

#### 4.5. DINÂMICA DO JOGO

O jogo *GPCP-1* será totalmente informatizado. Os participantes tomarão suas decisões diretamente no software de planilhas de dados e entregarão estas decisões ao gerenciador do jogo (animador) em disco flexível (disquete), que utilizará a parte do jogo que executa a simulação (fábrica e vendas) para o processamento destas decisões. Possíveis perturbações que o sistema produtivo possa vir a sofrer (variações bruscas demanda, quebra de equipamentos, etc) são decisões que o animador do jogo pode tomar, visando criar situações semelhantes às encontradas na realidade industrial. Estas decisões serão informadas ao participantes através de um "jornal". Os resultados da simulação são devolvidos, via disco flexível, aos participantes para que analisem os resultados e, através de uma discussão em grupo, tomem novas decisões. Esta dinâmica é visualizada na figura 11.



Figura 11 - Dinâmica do jogo *GPCP-1*

Cada período do jogo corresponde a uma semana de produção. As decisões são tomadas no início de cada período (primeiro dia da semana) e terão efeito no próximo período, afinal trata-se de uma programação da produção. Para o período atual as decisões já foram tomadas (período anterior) e o efeito destas será sentido no próximo período. Para criar uma situação mais realística na empresa do jogo, o início do jogo se dá com a empresa em funcionamento, ou seja, inicia-se no período 13, com valores preestabelecidos de estoque de matérias-primas, produtos em processo e produtos acabados. As decisões tomadas no primeiro período do jogo (13) constituem as entradas para a simulação no período 14, ou seja, na primeira rodada do jogo os resultados obtidos serão os mesmos para todas as equipes, pois todas partiram do mesmo ponto. A definição do número de períodos que o jogo possuirá não é definida "a priori", com objetivo de evitar decisões de "final de jogo" (eliminação de estoques, suspensão de compras de matérias-primas).

## 4.6 A INTERFACE DO *GPCP-1* COM O USUÁRIO

O projeto de interface entre o usuário e o jogo *GPCP-1*, foi desenvolvido em planilhas de dados, utilizando o software Excel 7.0. de propriedade da Microsoft Corporation. O modelo do jogo possui a característica operacional de trabalhar com a armazenagem e manipulação de dados em forma de tabelas. Este foi o fator preponderante na escolha do Excel para a interface, além da familiaridade que a grande maioria das pessoas têm com o referido software.

O jogo *GPCP-1* é composto de 10 (dez) módulos, sendo que cada módulo pode conter mais de uma tela. Um módulo é uma parte do jogo onde estão agrupadas atividades afins. Por exemplo, no módulo ordens serão tomadas decisões sobre a emissão e sequenciamento das ordens de compra, fabricação, montagem e submontagem. A abordagem completa de cada um dos módulos do jogo será feita no decorrer deste capítulo.

A metáfora <sup>1</sup> utilizada na organização dos módulos do jogo foi baseada em um arranjo de pastas dentro de um arquivo, ou seja, de qualquer um dos módulos em que o jogador se encontre ele poderá mudar para um outro qualquer sempre sabendo onde está. Isto evita problemas de "navegação", que faz muitas vez o usuário perde-se

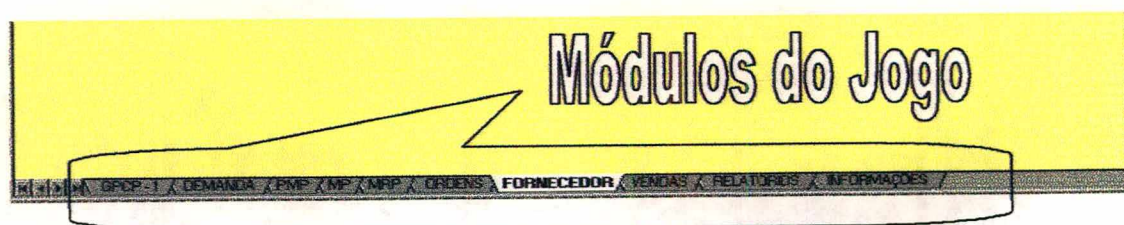


Figura 12 - Módulos do jogo

<sup>1</sup> metáfora é uma maneira de tornar a estrutura de um serviço de informação reconhecível intuitivamente. Trata-se de uma analogia com conceitos que já são familiares aos usuários e dos quais eles podem extrair comportamentos e regras de utilização.

dentro do programa. Esta representação dos módulos em forma de pastas de arquivo é mostrada na figura 12. É importante salientar que a ordem da seqüência dos módulos segue a especificação funcional do sistema.

Nos módulos com mais de uma tela, são usados botões de comando para possibilitar a alternância entre telas. Nos módulos com duas telas existem botões de "próxima" e "anterior". Já nos módulos com mais de duas telas, optou-se por fazer a primeira tela como índice para as demais, usando para tanto botões de comando. Um exemplo de tela de índice é mostrado na figura 13, e na figura 14 aparecem os botões de comando para alternância entre telas.

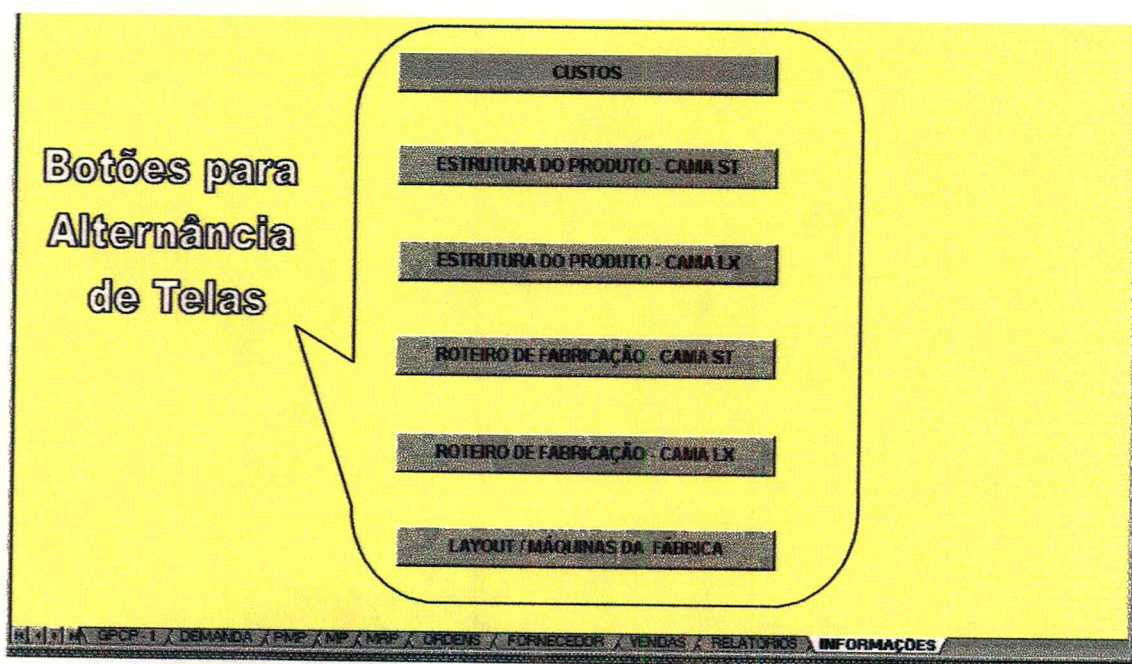


Figura 13 - Tela de índice

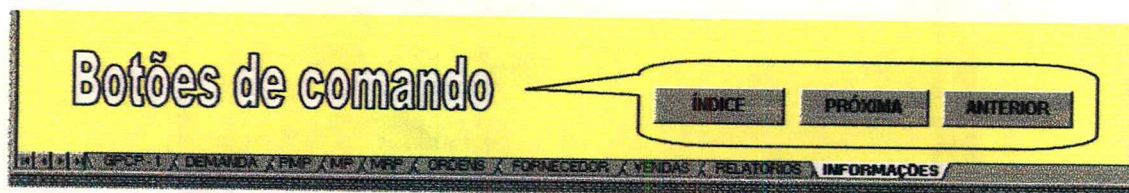


Figura 14 - Botões de alternância entre telas

O jogo *GPCP-1* possui uma barra de menus com quatro menus: *Arquivo*, *Tela*, *Formatar* e *Ferramentas*. Como itens de menu do menu *Arquivo*: *Salvar* (salva as decisões tomadas), *Imprimir* (imprime as telas do jogo) e *Fechar* (sai do jogo). O menu *Tela* possui dois itens: *Personalizar* (visualiza a tela inteira) e *Restaurar* (restabelece a configuração normal do Excel). Os menus *Formatar* e *Ferramentas* referem-se ao controle do jogo, que será feito pelo animador. O menu *Formatar* possui como item de menu o menu *Planilha* (oculta e exhibe o módulo de controle do jogo). *Proteger* é o item de menu do menu *Ferramentas*, sendo usado (animador) para proteção, através de senha, das partes do jogo que não podem ser alteradas pelos jogadores. A figura 15 mostra a barra de menus do jogo *GPCP-1*.

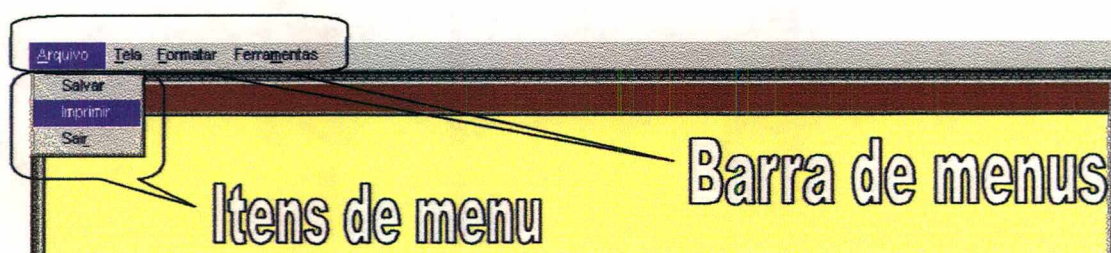


Figura 15 - Barra de menus do *GPCP-1*

Para identificação dos campos a serem preenchidos pelos jogadores no *GPCP-1*, foi usado a metáfora de cores. Assim, os campos em verde são espaços que devem ser preenchidos pelos jogadores (decisões). Já os campos em amarelo são valores calculados pelo sistema em função de valores fornecidos pelo usuário e não podem ser alterados pelos jogadores. Os campos em vermelho e azul são informações gerais, que também não podem ser alterados pelos usuários. A figura 16 ilustra esta divisão.

**ORDENS DE FABRICAÇÃO**

ORDEM	Quantidade	Prioridade
Cabeceira	0	
Peseira	0	
Montante Lat.	0	
Travessa Lat.	0	
Travessa Est.	0	
Sarrafo	0	

**ORDENS DE SUBMONTAGEM**

	Quantidade	Prioridade
Lateral	255	
Estrado	0	

**ORDENS DE MONTAGEM**

	Quantidade	Prioridade
Cama ST	60	
Cama LX	80	

**ANTERIOR**

GPCP-1 / DEMANDA / PMF / MP / MRP / ORDENS / FORNECEDOR / TIENDAS / RELATÓRIOS / INFORMAÇÕES

Figura 16 - Campos de preenchimento no *GPCP-1*

## 4.7 MÓDULOS DO JOGO GPCP-1

Como já foi citado anteriormente o jogo *GPCP-1* possui 10 módulos de interface com o usuário, que serão detalhados na sequência, bem como os modelos matemáticos utilizados em cada um deles.

### 4.7.1 MÓDULO GPCP-1

É o primeiro módulo do jogo com que o usuário tem contato, sendo um módulo apenas de apresentação do *GPCP-1*. Sua tela pode ser observada na figura 17.



Figura 17 - Módulo de apresentação do jogo "GPCP-1"

#### 4.7.2 MÓDULO DEMANDA

Neste módulo serão feitas as previsões de demanda. Duas técnicas para previsão de demanda são disponibilizadas no jogo: média exponencial móvel e tendência linear (capítulo 3).

Na média exponencial móvel o peso de cada observação decresce no tempo em progressão geométrica. Na sua forma mais simples de apresentação, cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido na previsão anterior, corrigido por coeficiente de ponderação (TUBINO, 1997). A equação a seguir apresenta esta situação.



$$P_t = P_{t-1} + CP \cdot (D_{t-1} - P_{t-1}) \quad (4.1.)$$

Onde :

$P_t$  : previsão para o período  $t$ ;

$P_{t-1}$  : previsão para o período  $t - 1$ ;

CP : coeficiente de ponderação;

$D_{t-1}$  : demanda do período  $t - 1$ .

O coeficiente de ponderação (CP) é fixado pelo analista dentro de uma faixa que varia de 0 a 1. Quanto maior for o valor de CP, mais rapidamente o modelo de previsão reagirá a uma variação de demanda e as previsões ficarão mais sujeitas às variações aleatórias de demanda. Se o valor de CP for muito pequeno, as previsões poderão ficar defasadas da demanda real. Na prática os valores de CP normalmente usados variam de 0,05 a 0,5. Para ajustar o nível de CP, os pacotes computacionais que trabalham com estes modelos, incluem simulações afim de reduzir-se o erro de previsão.

Como exemplo, supõe-se que as demandas de um dado produto nos últimos 12 períodos tiveram um comportamento conforme a tabela 2.

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demanda	190	195	198	190	192	197	193	200	192	195	199	197

Tabela 2 - Demanda de um dado produto

Empregando-se a média exponencial móvel para prever a demanda para o período 13, utilizando  $CP = 0,10$  e  $CP = 0,50$ , obtêm-se os resultados conforme a tabela 3.

Período	Demanda	CP = 0,10		CP = 0,50	
		Previsão	Erro	Previsão	Erro
1	190	-	-	-	-
2	195	190,00	5,00	190,00	5,00
3	198	190,50	7,50	192,50	5,50
4	188	191,25	-3,25	195,25	-7,25
5	192	190,93	1,07	191,63	0,37
6	197	191,03	5,97	191,81	5,19
7	193	191,23	1,77	194,41	-1,41
8	200	191,41	8,59	193,70	6,30
9	192	192,26	-0,26	196,85	-4,85
10	195	192,24	2,76	194,43	0,57
11	199	192,52	6,48	194,71	4,29
12	194	193,16	0,84	196,86	-2,86
13		<b>193,92</b>		<b>195,43</b>	

Tabela 3 - Previsão de demanda - média exponencial móvel

Como pode-se observar a previsão usando-se  $CP = 0,10$  fornece uma variação de valores mais suave, não refletindo de maneira imediata as alterações bruscas de demanda. Esta característica pode ser importante em termos de estabilizar um programa de produção, mas pode também retardar o movimento em direção a um novo patamar de demanda.

Com um modelo de previsão de demanda implantado, faz-se necessário o acompanhamento do desempenho destas previsões, afim de confirmar sua validade perante a dinâmica atual dos dados. A monitoração é feita através de cálculo e

acompanhamento do erro da previsão, que é expresso pela diferença entre o valor real da demanda e o valor previsto pelo modelo, para um dado período.

Uma maneira de acompanhar o desempenho do modelo consiste em verificar o comportamento do erro acumulado ao longo dos períodos, que deve tender a zero, pois espera-se que o modelo de previsão gere, aleatoriamente, valores maiores e menores dos reais, devendo assim anular o somatório dos erros. Segundo TUBINO (TUBINO, 1997), o erro acumulado pode ser comparado com um múltiplo do desvio médio absoluto, conhecido como MAD (Mean Absolute Deviation). Geralmente compara-se o valor do erro acumulado com o valor de 4 MAD. Se o erro acumulado ultrapassar este valor, o problema deve ser identificado e o modelo deve ser revisto. A fórmula a seguir mostra o cálculo do valor do MAD.

$$MAD = \frac{\sum |D_o - D_i|}{n} \quad (4.2.)$$

Onde:

$D_o$  : demanda ocorrida no período;

$D_i$  : demanda prevista no período;

$n$  : número de períodos.

Usando os dados da previsão de demanda pela técnica da média exponencial móvel (já calculados - tabela 3), será calculado o valor dos erros acumulados, comparando-os ao valor padrão de 4 MAD (tabela 4)

Período	Demanda	$\alpha = 0,10$		$\alpha = 0,50$	
		Previsão	Erro	Previsão	Erro
1	190	-	-	-	-
2	195	190,00	5,00	190,00	5,00
3	198	190,50	7,50	192,50	5,50
4	188	191,25	-3,25	195,25	-7,25
5	192	190,93	1,07	191,63	0,37
6	197	191,03	5,97	191,81	5,19
7	193	191,23	1,77	194,41	-1,41
8	200	191,41	8,59	193,70	6,30
9	192	192,26	-0,26	196,85	-4,85
10	195	192,24	2,76	194,43	0,57
11	199	192,52	6,48	194,71	4,29
12	194	193,16	0,84	196,86	-2,86
		$\Sigma$ Erro = 36,47		$\Sigma$ Erro = 10,85	
		MAD = 43,49 / 12 = 3,62		MAD = 43,59 / 12 = 3,63	

Tabela 4 - Cálculo do MAD

- Para  $CP = 0,10 \Rightarrow 4 \times 3,62 = 14,48 < 36,47$
- Para  $CP = 0,50 \Rightarrow 4 \times 3,63 = 14,52 > 10,85$

Em princípio, o modelo com  $CP = 0,50$  está dentro da faixa aceitável de erro, enquanto que o modelo com  $CP = 0,10$  está fora da faixa de 4 MAD. É salutar considerar o pequeno número de dados analisados (12) e o fato de a primeira previsão ser igual ao primeiro valor da demanda real, ocasionando um erro inicial grande.

A tela do módulo DEMANDA no GPCP-1, para o cálculo da previsão de demanda através da média exponencial móvel é mostrada na figura 18. O primeiro dado para uma previsão quantitativa de demanda é o histórico dos valores passados. Pode-se observar na figura 18, que o histórico usado no jogo é dos últimos 12 (doze) períodos. Para efetuar a previsão o jogador deve fornecer o valor do coeficiente de ponderação (CP). O sistema calcula a previsão, o erro acumulado e o valor de quatro vezes o desvio médio absoluto (4 MAD). A comparação entre o valor do erro acumulado e 4MAD é usada para monitoração do modelo, sendo que o valor de CP deve ser alterado toda vez que o erro acumulado for maior do que o 4MAD. Na figura 18 pode ser observada também a informação do *período atual* (13), ou seja, o *período atual* representa o período onde as decisões são tomadas, e cujos resultados serão obtidos no próximo período. O sistema de ajuda no jogo será abordado no decorrer deste capítulo, em um item específico.

Arquivo Tela Formatar Ferramentas

GPCP-1

PREVISÃO DE DEMANDA

Período Atual 13 AJUDA

HISTÓRICO

Período	Demanda	
	Cama ST	Cama LX
1	90	82
2	95	87
3	98	94
4	90	81
5	92	79
6	95	86
7	90	92
8	100	80
9	92	88
10	95	94
11	97	90
12	94	92

MÉDIA EXPONENCIAL MÓVEL

PRODUTO	CP	ERRO AC.	4MAD	PREVISÃO
CAMA ST	0,50	9,74	14,58	95
CAMA LX	0,50	18,00	22,83	91

PRÓXIMA

GPCP-1 DEMANDA / FMP / MP / MFP / ORDENS / FORNECEDOR / VENDAS / RELATÓRIOS / INFORMAÇÕES

Figura 18 - Previsão de demanda pela média exponencial móvel no GPCP-1

A segunda tela do módulo DEMANDA mostra a previsão de demanda pela técnica da tendência linear.

Uma tendência representa o movimento gradual de longo prazo de demanda. No cálculo da estimativa da tendência é usada uma equação que descreva este movimento. O histórico dos dados passados permite a identificação desta equação. As tendências podem possuir uma equação linear ou não linear (parabólica, exponencial, logarítmica, etc). Devido à facilidade de manuseio e maior aplicabilidade será usada no GPCP-1 a tendência linear.

Uma equação linear possui o formato conforme a equação abaixo.

$$Y = a + b \cdot X \quad (4.3.)$$

Onde :

Y = previsão de demanda para o período X;

a = ordenada à origem, ou intercepção no eixo dos Y;

b = coeficiente angular;

X = período para a previsão.

Usando os dados históricos da demanda, os coeficientes *a* e *b* podem ser obtidos, respectivamente, conforme as equações a seguir (TUBINO, 1997).

$$a = \frac{\sum Y - b \times (\sum X)}{n} \quad (4.4.)$$

$$b = \frac{n \times (\sum X \times Y) - (\sum X) \times (\sum Y)}{n \times (\sum X) - (\sum X)^2} \quad (4.5.)$$

Onde :

n = número de períodos observados

Para exemplificar a previsão de demanda empregando a tendência linear, admite-se que um determinado produto apresentou nas últimas dez semanas os valores descritos na tabela 5, em que também aparecem calculados os valores necessários para obter os parâmetros  $a$  e  $b$  da equação linear.

Semana (X)	demanda (Y)	$\Sigma X$	$\Sigma X^2$	X. Y
1	730	1	1	730
2	750	3	5	1500
3	780	6	14	2340
4	770	10	30	3080
5	700	15	55	3500
6	750	21	91	4500
7	820	28	140	5740
8	830	36	204	6640
9	850	45	285	7650
10	840	55	385	8400
$\Sigma$	<b>7820</b>	<b>55</b>	<b>385</b>	<b>44080</b>

Tabela 5 - Previsão de demanda - tendência linear

Utilizando as equações 4.4. e 4.5. obtêm-se:

$$a = \frac{7820 - 12,97 \times 55}{10} = 710,67$$

$$b = \frac{10 \times 44080 - 55 \times 7820}{10 \times 385 - 55^2} = 12,97$$

Sendo assim, a equação da previsão da demanda é:  $Y = 710,67 + 12,97X$ . Substituindo os valores de  $X$  na equação de previsão por 11 e 12, têm-se a previsão da demanda para as semanas 11 e 12, respectivamente.

$$Y_{11} = 710,67 + 12,97 \cdot 11 = 853,34$$

$$Y_{12} = 710,67 + 12,97 \cdot 12 = 866,31$$

A figura 19 mostra a tela da previsão de demanda no módulo DEMANDA, pela técnica da tendência linear. Nesta tela o jogador possui o histórico dos últimos 12 doze períodos, sendo este utilizado para calcular a equação que representa a tendência linear. O sistema calcula a equação genérica em função dos coeficientes  $a$  e  $b$ . O jogador fornece o período para o qual deseja obter a previsão e o sistema calcula a previsão de demanda.

Vale lembrar que o histórico de valores passados de demanda sempre é atualizado a cada rodada do jogo, mostrando sempre as vendas de cama ST e LX dos últimos doze períodos.



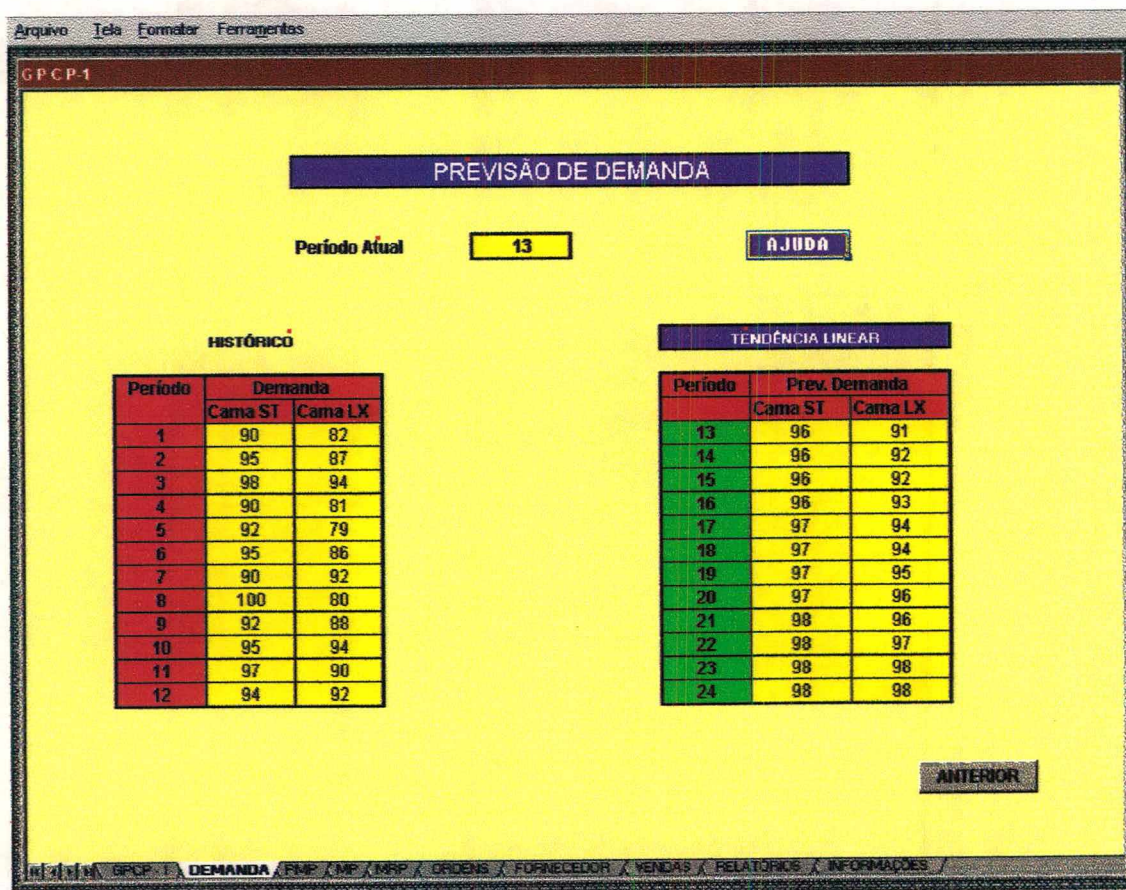


Figura 19 -Previsão de demanda pela da tendencia linear no GPCP-1

Também é importante ressaltar a não obrigatoriedade no uso dos valores calculados pelas duas técnicas de previsão apresentadas no jogo. Os jogadores são livres para decidirem sobre os valores de demanda a serem usados no plano mestre de produção (PMP), como pode ser visto no módulo "PMP", apresentado na sequência.

#### 4.7.3 MÓDULO PMP

Neste módulo será feito o plano mestre de produção (PMP) para cada um dos dois produtos (cama LX e ST). O módulo PMP é composto por duas telas, sendo uma para cada produto. A figura 20 mostra a tela para o planejamento mestre da produção do produto cama ST.

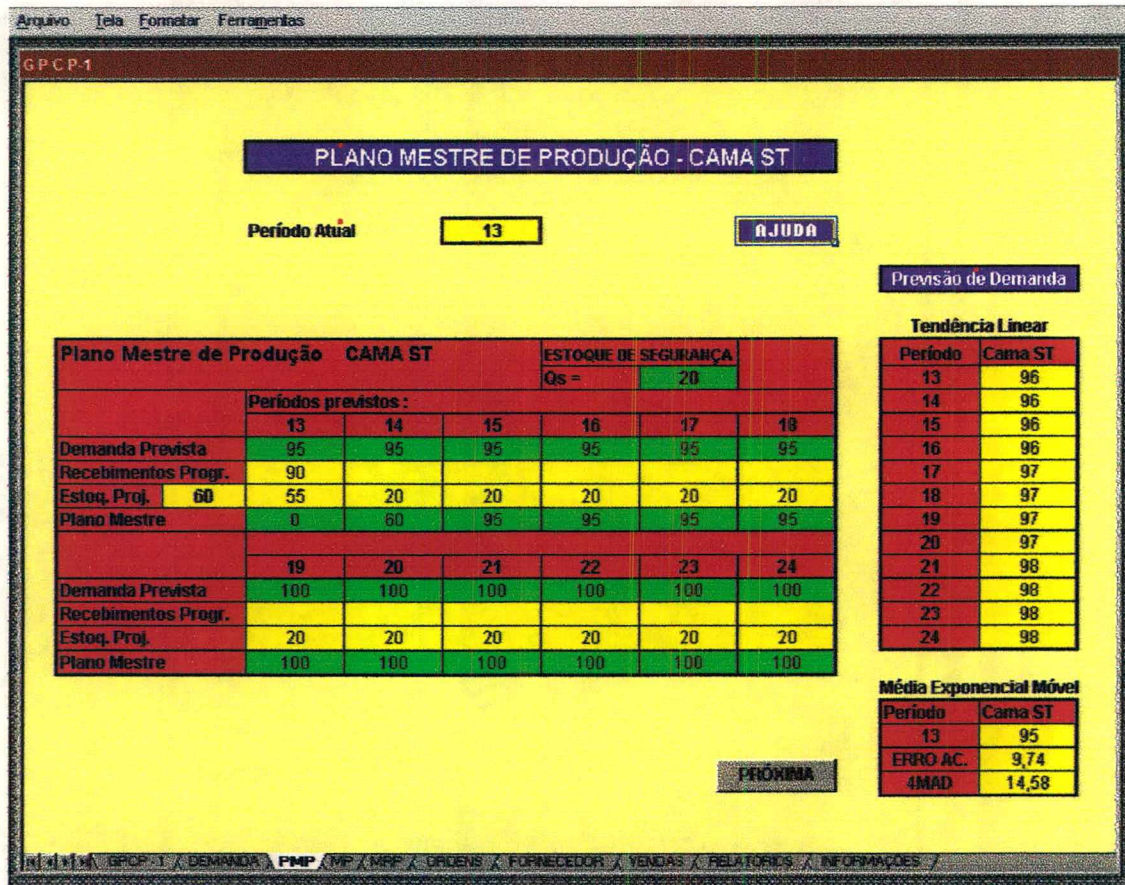


Figura 20 - Plano mestre de produção no GPCP-1

No lado direito da tela são mostrados os valores de previsão de demanda (calculados no módulo DEMANDA), que servem como referência para elaboração do plano mestre de produção.

Visando facilitar o tratamento de informações e, na grande maioria dos casos, informatizar o sistema de cálculo das operações referentes à elaboração do PMP, utiliza-se um arquivo com as informações detalhadas por item planejado. Este arquivo, em forma de tabela, é representado no jogo conforme pode ser visto no lado esquerdo da tela da figura 20. Na primeira linha da tabela os jogadores devem informar a previsão de demanda para os 12 próximos períodos (o horizonte de planejamento escolhido para o jogo foi de 12 períodos). Na terceira linha estão representados os recebimentos programados, isto é, as quantidades do produto que já foram programadas anteriormente e que estão previstas para darem entrada dentro do planejamento do PMP. Neste

exemplo, um lote de 90 unidades deverá ficar pronto, e dar entrada nos estoques, no período 13.

A quarta linha mostra os estoques disponíveis e projetados . O primeiro dado de 60 unidades refere-se ao estoque disponível no início do período 13. Deste ponto em diante, serão calculados os estoques no final de cada período. Na primeiro período iniciou-se com 60 unidades, haverá um recebimento de 90 unidades e serão entregues 95 delas (previsão de demanda), o que deixa um saldo de 55 unidades disponíveis. O período 14 inicia-se com 55 unidades em estoque e com uma necessidade de 95, o estoque fica negativo. Neste ponto surge a necessidade de produção de um lote, de pelo menos 60 unidades, sendo 40 destas para cobrir a diferença entre os 55 disponíveis e os 95 necessários. As outras 20 unidades são para estoque de segurança (Qs), que aparece na tabela do plano mestre de produção (figura 20) como uma opção de escolha para o jogador. O cálculo para as demais períodos segue a mesma metodologia.

Finalmente a quinta linha apresenta as quantidades planejadas para a produção, ou seja, o PMP do produto. No exemplo a produção acompanha a demanda, mantendo o estoque mínimo de 20 unidades. Uma outra alternativa seria manter uma produção constante e variar os estoques. Esta é uma decisão dos jogadores, e vai depender da política de estoques a ser adotada, uma vez que estes visam amortecer os erros de previsão e nivelar o ritmo de produção.

A segunda tela do módulo PMP possui o mesmo formato da apresentada na figura 20, com a diferença apenas de que o plano mestre de produção será para a cama LX.

#### 4.7.4. MÓDULO MP

O módulo MP possibilita ao jogador realizar o controle de estoques de três das quatro matérias-primas envolvidas no jogo: prego, tinta e parafuso. Estas matérias-primas terão controle de estoque pela técnica do ponto de pedido. A quarta matéria-prima, madeira, será controlada via lógica MRP, aparecendo seu controle no módulo que leva este nome.

O modelo de ponto de pedido para controle de estoques, consiste em determinar uma quantidade de itens em estoque, chamada de ponto de pedido ou de reposição, que, quando atingida, dá início ao processo de reposição do item em uma quantidade preestabelecida (ponto de pedido). A quantidade de estoque mantida, pode ser separada em duas partes: uma que atende à demanda do item até ser atingido o ponto de pedido e outra que deve ser suficiente para atender à demanda do item durante o seu tempo de ressuprimento, mais um nível de estoque de segurança ou reserva, que serve para absorver as variações aleatórias de demanda e/ou variações no próprio tempo de ressuprimento. Esta separação ocorre somente nos registros, mas algumas empresas separam fisicamente o estoque em duas partes, o que faz com que este método seja também chamado de “duas gavetas”. A figura 21 representa o modelo por ponto de pedido.

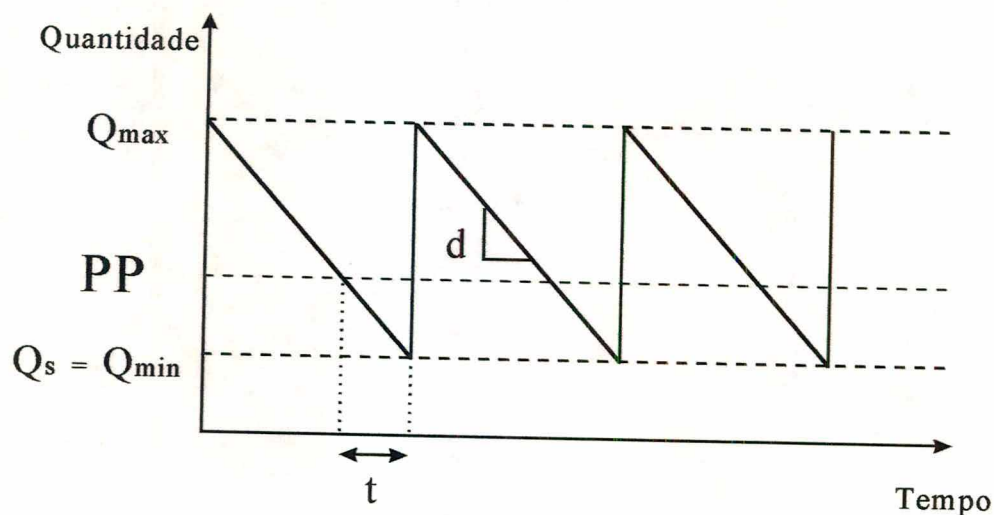


Figura 21 - Ponto de pedido

Onde :

- $Q_{max}$  : quantidade máxima de estoque
- $PP$  : Ponto de Pedido
- $Q_s$  : Estoque de segurança (estoque mínimo)
- $t$  : Tempo de ressuprimento
- $d$  : Demanda por unidade de tempo

A fórmula abaixo define a quantidade do ponto de pedido.

$$PP = d \cdot t + Q_s \quad (4.6.)$$

O tempo de ressuprimento deve ser considerado como o espaço de tempo entre a constatação da necessidade de repor-se o item até a efetiva entrada do item no estoque. Como método de acompanhamento do desempenho do modelo, pode-se estabelecer valores limites ( $Q_{max}$  e  $Q_{min}$ ), que, quando freqüentemente ultrapassados, indicam que houve mudanças nas variáveis do sistema, ou seja, na demanda ou no tempo de ressuprimento, necessitando assim de uma revisão na quantidade do ponto de pedido.

Os estoques de segurança são projetados para absorver as variações na demanda durante o tempo de ressuprimento, ou variações no próprio tempo de ressuprimento, uma vez que é apenas neste período que os estoques podem acabar e

causar problemas no sistema produtivo. Convencionalmente<sup>2</sup>, a determinação de estoques de segurança leva em consideração dois fatores: os custos de manutenção dos estoques de segurança e os custos decorrentes do esgotamento do item. O custo de manutenção dos estoques pode ser calculado atribuindo-lhes uma taxa de encargos financeiros (I). Por outro lado, o custo de falta não é facilmente determinado, sendo que

a determinação do risco que deseja-se correr, ou, do nível de serviço do item, é função de quantas faltas podem ser admitidas durante o período de planejamento como suportável para este item.

Tomando como exemplo um item que possui uma frequência de reposição diária (30 reposições) e admite-se que pode ter 3 faltas no mês, o seu nível de serviço será de 90 %, conforme constatado pela equação a seguir.

$$\text{Nível de serviço} = 1 - \frac{3}{30} = 0,9 = 90\% \quad (4.7.)$$

Supondo que a demanda, durante o tempo de ressuprimento, segue uma distribuição normal (TUBINO, 1997), pode-se relacionar os níveis de serviço com o número de desvios padrões a serem cobertos pelos estoques de segurança, conforme equação abaixo e figura 22.

---

<sup>2</sup> Em uma filosofia de produção nos moldes *Just-in-time* (HUTCHINS, 1993), a meta é estoque zero entre os processos, buscando assim identificar os problemas no sistema, para obtenção da eficiência produtiva.

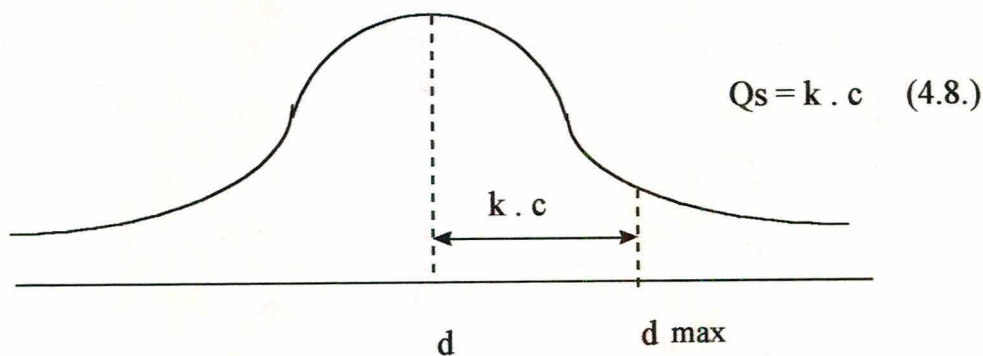


Figura 22 - Estoque de segurança

Onde:

- $Q_s$  : estoque de segurança;
- $k$  : número de desvios padrões;
- $c$  : desvio padrão;
- $d$  : demanda média;
- $d \max$  : demanda máxima.

Em função do nível de serviço desejado para o item, têm-se um número de desvios padrões a considerar, conforme pode ser visto na tabela 6.

Nível de serviço	$k$
80 %	0,84
85%	1,03
90%	1,28
95%	1,64
99%	2,32
99,99%	3,09

Tabela 6 - Nível de serviço

Em sistemas computacionais é mais simples trabalhar com o valor do desvio médio absoluto - MAD (já visto anteriormente), cujo valor é obtido conforme

equação 4.2. já vista anteriormente. Utilizando o valor calculado de MAD ( $CP = 0,10$ ) da tabela 4 e admitindo um nível de serviço de 95 % para um dado item, o seu estoque de segurança seria de 6 unidades, conforme equação a seguir.

$$Q_s = k \cdot MAD = 1,64 \cdot 3,62 = 5,93 \cong 6 \text{ unidades} \quad (4.9)$$

No jogo GPCP-1 os participantes terão opção de definir livremente a quantidade do estoque de segurança, mas contarão com um sistema de apoio à decisão que calcula um valor de estoque de segurança, conforme um nível de serviço escolhido pelo jogador.

A figura 23 mostra a tela do módulo **MP**, sendo esta a única tela deste módulo, onde será feito o controle de estoques (tinta, prego e parafuso) via ponto de pedido. No alto da tela são informadas as necessidades de matéria-prima para cada tipo de produto, e também o consumo de tinta por componente (nem todas as partes das camas são pintadas, apenas as indicadas na tabela de consumo padrão). O consumo de tinta por componente do produto acabado não é usado no ponto de pedido (seria se fosse usada a lógica MRP para controle de estoque de tinta !), mas é útil para a gestão de custos. O ponto de pedido é calculado em função da demanda prevista, do tempo de ressuprimento do item e do estoque de segurança (equação 4.6). O tempo de ressuprimento é fixo e informado ao jogador. A demanda por unidade de tempo (neste caso um período) deve ser decidida pelo jogador. Como apoio a esta decisão, é informada a previsão calculada no módulo **DEMANDA**, através da técnica média exponencial móvel. Decidido o valor da demanda por unidade de tempo, é necessário informar ao sistema o valor do estoque de segurança que deseja-se ter para cada item. Também como um sistema de apoio a decisão, é oferecido ao jogador a possibilidade de calcular os estoques de segurança em função do nível de serviço que deseja-se obter (equação 4.9.). O jogador fornece o nível de serviço desejável e o sistema calcula os estoques de segurança para cada item. Estes valores são apenas sugestivos, cabendo ao jogador a decisão final sobre os valores a serem usados para o cálculo do ponto de



pedido. Uma vez fornecidos os valores de demanda e estoques de segurança, o sistema calcula o valor do ponto de pedido de cada item (parte inferior direita da tela).

Arquivo Tela Formatar Ferramentas

G.P.C.P.1

**ADMINISTRAÇÃO DE ESTOQUES - MATÉRIAS PRIMAS**

Período Atual **13** **AJUDA**

**NECESSIDADES**

	Cama ST	Cama LX
Prego (Kg)	0,05	0,05
Tinta (Ll)	0,90	1,05
Parafuso (Pç)	8,00	8,00

**CONSUMO PADRÃO MP- TINTA**

COMPONENTE	CONSUMO (Ll)
Cabeceira	0,40
Peseira	0,25
Montante Lateral	0,20

**ESTOQUE DE SEGURANÇA**

Nível de Serviço

- 80%
- 85%
- 90%
- 95%
- 99%
- 99,99%

**DEMANDA POR UNIDADE DE TEMPO**

	Cama ST	Cama LX
Previsão de Demanda	95	91
Demanda por Período	100	100

**PONTO DE PEDIDO**

	Prego (Kg)	Tinta (Ll)	Parafuso (Pç)
Estoque de Seg.	2	30	250
Ressuprimento	1 Período	1 Período	1 Período
Ponto de Pedido	<b>12</b>	<b>225</b>	<b>1850</b>

	Est. Segur.
Prego (Kg)	1,45
Tinta (Ll)	28,66
Parafuso (Pç)	231,23

G.P.C.P.1 / DEMANDA / P.M.P. / **MP** / M.P.P. / ORDENS / FORNECEDOR / VENDAS / RELATORIOS / INFORMAÇÕES

Figura 23 - Tela do módulo MP

O valor do ponto de pedido será informado no módulo **ORDENS**, onde em uma comparação com os valores de estoque disponíveis, o jogador emitirá ou não uma ordem de compra .

#### 4.7.5. MÓDULO MRP

A lógica do cálculo das necessidades dos materiais (MRP) será usada no jogo *GPCP-1* para o controle de estoques da matéria-prima madeira e dos produtos em processo (partes do produto final que já estão prontas mas ainda não foram usadas. Por exemplo o estrado da cama é um produto em processo).

O modelo de controle de estoques pela lógica MRP considera a dependência da demanda que existe entre os itens componentes de produtos acabados. Assim, partindo-se das quantidades de produtos acabados a serem produzidos período a período, determinadas no PMP, pode-se calcular as necessidades dos demais itens dependentes, de acordo com a estrutura do produto, começando pelos componentes de nível superior até chegar-se às matérias-primas. A figura 24 fornece a estrutura do produto cama LX utilizada no *GPCP-1*.

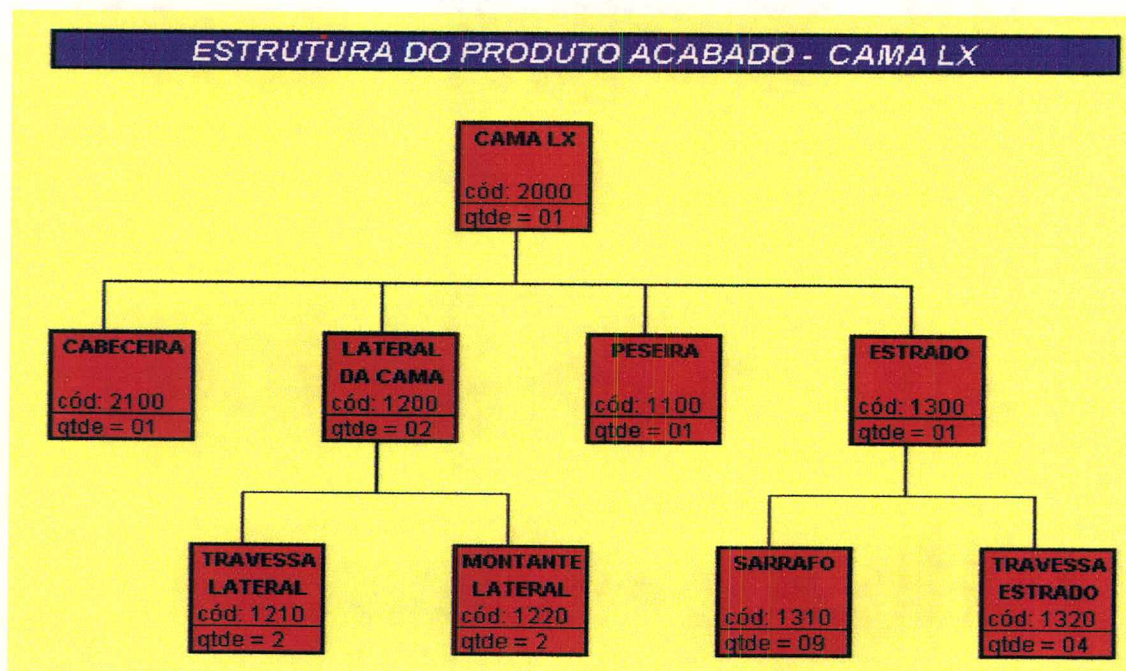


Figura 24 - Estrutura do produto cama LX

Como pode-se observar na figura 24, para obter-se uma cama LX são necessárias uma cabeceira, duas laterais, uma peseira e um estrado. Para formar duas

laterais são necessárias duas travessas laterais e dois montantes laterais. Já o estrado é composto por nove sarrafos e quatro travessas estrado. Partindo-se da quantidade de produtos acabados pode-se calcular as necessidades das partes componentes deste produto. Observando ainda a figura 24 nota-se que a matérias-primas, se controladas pela lógica MRP, apareceriam na estrutura do produto, logo abaixo dos níveis mais baixos ( cabeceira, peseira, travessa lateral, montante lateral, sarrafo estrado e travessa estrado). No caso do jogo GPCP-1 apenas a matéria-prima madeira será controlada por esta lógica.

Assim como o plano mestre de produção (PMP) pode ser representado por um registro, o controle de estoques pela lógica MRP também utiliza uma tabela ou arquivo, visando facilitar o tratamento das informações.

O módulo MRP é formado por estes arquivos ou tabelas, sendo um para cada item componente dos produtos acabados, um para cada produto acabado e mais um arquivo para a matéria-prima madeira, totalizando 11 arquivos. Cada tela do módulo MRP é formada por dois arquivos, formando com isto 7 telas (uma é de índice). A tela que contem os arquivos dos produtos acabados é visualizada na figura 25. Na parte superior do arquivo aparecem o nome do item, o seu código, o tamanho do lote de reposição (**Q**), que geralmente possui três alternativas: *lote fixo*, onde sempre que ocorre uma necessidade de reposição, a quantidade do lote é fixa; *lote a lote*, também chamado 4L4, onde a reposição é feita na quantidade exata da necessidade (como neste exemplo) e *períodos fixos*, conhecida por QPP (quantidade pedida no período), onde o tamanho do lote é projetado para atender um determinado número de períodos. Estas três alternativas são exploradas no jogo. Ainda na parte superior do arquivo aparece o estoque de segurança (**Qs**), que é o zero relativo dentro da lógica MRP, ou seja, quando for atingido seu valor será planejada uma reposição do item. Como este é o arquivo do produto acabado, o estoque de segurança já foi definido no plano mestre de produção, e aparece aqui como informação. Fechando a parte superior do arquivo aparece o lead time, isto é, o tempo necessário para reposição do item.

Arquivo Tela Formatar Ferramentas

GPCP-1

**CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE MATERIAIS**

Período Atual **13** AJUDA

Item: CAMA ST cód.: 1000	Quantidade do Lote			Estoque de Segurança				Tempo de Processamento				
	Q =	L4L		Qs =	20			Lead Time =	1 per.			
Período	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Demanda Prevista	95	95	95	95	95	95	100	100	100	100	100	100
Receb. Programados	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estoj Projct	60	55	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
PMP	0	60	95	95	95	95	100	100	100	100	100	100
Liberação de Ordens	60	95	95	95	95	100	100	100	100	100	100	0

Item: CAMA LX cód.: 2000	Quantidade do Lote			Estoque de Segurança				Tempo de Processamento				
	Q =	L4L		Qs =	15			Lead Time =	1 per.			
Período	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Demanda Prevista	90	90	90	90	90	90	95	95	95	95	95	95
Receb. Programados	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estoj Projct	45	25	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
PMP	0	80	90	90	90	90	95	95	95	95	95	95
Liberação de Ordens	80	90	90	90	90	95	95	95	95	95	95	0

ÍNDICE      PRÓXIMA

MRP / DEMANDA / PMP / MRP / ORDENS / FORNECEDOR / VENDAS / RELATÓRIOS / INFORMAÇÕES /

Figura 25 -Tela do módulo MRP

A primeira linha de valores do arquivo MRP indica os períodos que o MRP vai considerar para o planejamento. No jogo são 12 (doze) períodos, que atualizados no tempo a medida que o jogo avança. A segunda linha indica as necessidades brutas, que são as quantidades que representam a utilização futura ou demanda do item em questão, durante cada período, sem considerar os estoques. No caso do produto acabado as necessidades brutas são os valores de previsão de demanda do plano mestre de produção, que foram estipulados no módulo PMP. A terceira linha mostra os recebimentos programados, que são ordens já liberadas em períodos anteriores com previsão de entrada conforme o lead time. Neste exemplo espera-se receber um lote de 70 unidades de camas LX e 90 de camas ST no período 13.

Na quarta linha são informados os estoques projetados, disponíveis ao final de cada período. São calculados pela soma dos estoques anteriores com os

recebimentos programados menos as necessidades brutas. As necessidades líquidas, que são quantidades do item que devem ser programadas para atender um determinado PMP, aparecem na quinta linha. A primeira necessidade líquida surge no período em que o valor dos estoques projetados ficar negativo, ou, quando atingir o valor do estoque de segurança. A partir deste ponto as necessidades líquidas serão as faltas de estoques projetados.

Finalmente na sexta linha aparece a liberação planejada de ordens, que são ordens planejadas a serem liberadas no início de cada período, conforme necessidade. Para a cama ST, do arquivo da figura 25, uma ordem de 60 unidades será liberada no período 13 para atender uma necessidade líquida de 60 unidades do período 14 (o lead time é de 1 período). A liberação planejada de ordens, como o próprio nome diz, é apenas um planejamento das liberações, e não serão emitidas até que o período em que os valores se encontram chegue. Este planejamento de ordens é repassado ao módulo ORDENS, para o sequenciamento e emissão.

Uma vez calculado as necessidades dos produtos acabados, passa-se a calcular as necessidades dos itens que se encontram logo abaixo na estrutura destes produtos. Como exemplo, a lateral da cama aparece logo abaixo do produto acabado (figura 24), sendo este item mostrado no arquivo do MRP, conforme figura 26.

Arquivo Tela Formatar Ferramentas

GPCP-1

**CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE MATERIAIS**

Período Atual **13** **AJUDA**

Item: Lateral Cama cód.: 1200	Quantidade do Lote				Estoque de Segurança				Tempo de Processamento			
	Q = 600				Qs = 15				Lead Time = 1 per.			
Período	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Necessidades Brutas	280	370	370	370	370	390	390	390	390	390	390	0
Receb. Programados	350											
Estoq. Projet.	60	130	-240	-610	-980	-1350	-1740	-2130	-2520	-2910	-3300	-3690
Necessidades Líquidas	0	255	370	370	370	390	390	390	390	390	390	0
Liberação de Ordens	255	370	370	370	390	390	390	390	390	390	0	0

Figura 26 - Arquivo MRP para a lateral da cama

Observando a figura 26, nota-se que a necessidade bruta de laterais do período 13 (280) é a soma da liberação de ordens (figura 25) de camas ST do período 13 com a liberação de ordens de camas LX do referido período (60+80), multiplicado por dois (duas laterais por cama). A partir desta necessidade bruta serão planejadas as liberações de ordens, conforme visto anteriormente. O valor do estoque de segurança, que para os produtos acabados vem do módulo PMP, para os demais itens deve ser preenchido pelos jogadores (figura 26).

Este planejamento segue-se para todos os itens que compõem os produtos acabados até chegar na matéria-prima madeira, e deve ser atualizado a cada rodada do jogo conforme resultados (produção e vendas). É importante observar que os jogadores, a partir do plano mestre de produção, executam o planejamento das necessidades dos materiais preenchendo somente os campos de liberação planejada de ordens e estoques de segurança, sendo os demais preenchidos pelo sistema.

#### **4.7.6. MÓDULO ORDENS**

Antes de chegar no módulo ORDENS os jogadores calcularam as previsões de demanda (módulo DEMANDA), elaboraram o plano mestre de produção em função das previsões obtidas (módulo PMP) e planejaram a necessidade de matérias através do ponto de pedido (módulo MP) e da lógica MRP (módulo MRP). Agora, no módulo ORDENS, serão emitidas as ordens de compra para as matérias-primas e sequenciadas as ordens de fabricação, submontagem e montagem. Este módulo é composto por duas telas. A primeira (figura 27) é para emissão das ordens de compra das matérias-primas. Na primeira tabela desta tela é informado o valor do ponto de pedido (calculado no módulo MP) para as matérias-primas prego, tinta e parafuso. Abaixo do ponto de pedido aparece a quantidade em estoque cada item. Comparando o valor do ponto de pedido com o estoque disponível, os jogadores decidem pela emissão ou não de uma ordem de compra. Pelos valores apresentados na tela, a matéria-prima tinta necessita de uma ordem de compra (estoque menor do que o ponto de pedido), que

será na quantidade do ponto de pedido. A matéria-prima madeira aparece na segunda tabela, e com uma ordem de compra definida (campo em amarelo), uma vez que esta matéria-prima possui controle de estoque via lógica MRP e a ordem de compra já foi estipulada através da liberação planejada de ordens (módulo MRP). Se os jogadores desejarem alterar a ordem de compra de madeira devem voltar ao módulo MRP. Também para a madeira é informado a quantidade em estoque.

Arquivo Tela Formatar Ferramentas

GPCP-1

**EMISSÃO E SEQUENCIAMENTO DE ORDENS**

Período Atual

**ORDENS DE COMPRA**

	Prego (Kg)	Tinta (Lt.)	Parafuso (Pc)
Ponto de pedido	12	325	1850
Estoque	100	300	2100
Ordem de Compra	0	325	0

	Madeira (m2)
Estoque	2000
Ordem de Compra	1000

GPCP-1 / DEMANDA / PMP / MP / MRP / **ORDENS** / FORNECEDOR / VENDAS / RELATÓRIOS / INFORMAÇÕES /

Figura 27 - Ordens de compra no GPCP-1

Na segunda tela do módulo **ORDENS** (figura 28) será feito o sequenciamento das ordens de fabricação (itens de mais baixo nível na estrutura dos produtos acabados), submontagem (partes montadas antes da montagem final das camas) e montagem (montagem do produto final). A emissão destas ordens será feita, como foi para a matéria-prima madeira, no módulo MRP. Para efetuar o sequenciamento das

ordens os jogadores devem indicar uma prioridade para cada ordem através de números. No exemplo da figura 28, a cabeceira recebeu prioridade "1", a travessa lateral "2", chegando até o sarrafo com prioridade "6". Esta será a sequência de processamento das ordens quando da simulação da fábrica. Um lote de 150 cabeceiras será o primeiro a ser fabricado, depois serão feitas 260 travessas laterais, e assim por diante, finalizando a fabricação com um lote de 900 sarrafos. A forma como as ordens são sequenciadas define o tempo de processamento total das ordens, sendo que este tempo não deve ultrapassar o tempo previsto de trabalho em um período, sob risco de não atender o planejamento de produção do período. A questão de sequenciamento é melhor explorada no trabalho do mestrando Plínio Cornélio Filho (simulação do jogo).

Arquivo Tela Formator Ferramentas

GPCP-1

**EMISSÃO E SEQUENCIAMENTO DE ORDENS**

Período Atual

**ORDENS DE FABRICAÇÃO**

ORDEM	Quantidade	Prioridade
Cabeceira	150	1
Peseira	0	
Montante L. at.	310	3
Travessa L. at.	260	2
Travessa Est.	600	5
Sarrafo	900	6

**ORDENS DE SUBMONTAGEM**

	Quantidade	Prioridade
Lateral	255	1
Estrado	240	2

**ORDENS DE MONTAGEM**

	Quantidade	Prioridade
Carna ST	60	2
Carna LX	80	1

GPCP-1 / DEMANDA / FMP / MF / MRF / ORDENS / FORNECEDOR / VENDAS / RELATÓRIOS / INFORMAÇÕES /

Figura 28 - Ordens de fabricação, submontagem e montagem no GPCP-1



#### 4.7.7. MÓDULO FORNECEDOR

O módulo fornecedor traz informações sobre a programação de entrega das matérias-primas. Neste módulo os jogadores não tomam decisões, apenas visualizam as quantidades de cada matéria-prima que serão entregues em função do lead time de entrega de cada uma. A solicitação de compra de matéria-prima é feita no módulo **ORDENS** para as matérias-primas prego, tinta e parafuso e no módulo **MRP** para a matéria-prima madeira. O tempo de entrega é informado nos módulos **MP** (prego,tinta e parafuso) e **MRP** (madeira). Este módulo é composto por uma única tela, que pode ser visualizada na figura 29. Observando os valores que aparecem na figura 29, nota-se que uma entrega de 12 Kg de pregos, 1850 unidades de parafusos e 1000 m<sup>2</sup> de madeira ocorreu no período atual (13), e está programada uma entrega de 325 litros de tinta para o próximo período, e 1000 m<sup>2</sup> de madeira para o período seguinte ao próximo (15).

MATÉRIAS PRIMAS	PERÍODOS			
	12	13	14	15
Pregos (Kg)	0	12	0	0
Tinta (Lt.)	0	0	325	0
Parafuso (Pc.)	0	1850	0	0
Madeira (m2)	1000	1000	0	1000

Figura 29 - Tela do módulo fornecedor

#### 4.7.8. MÓDULO VENDAS

O módulo VENDAS informa aos jogadores os resultados das vendas ocorridas no período anterior ao atual (12). Como já comentado no item 4.5 (Dinâmica do Jogo) a decisão sobre a quantidade de produtos a ser vendida, bem como o preço praticado, não são decisões efetuadas pelos jogadores, mas sim pelo sistema de simulação do jogo. A tela do módulo VENDAS é mostrada na figura 30. Como detalhe, vale ressaltar que o período indicado neste módulo (alto direito da tela) corresponde ao período anterior.

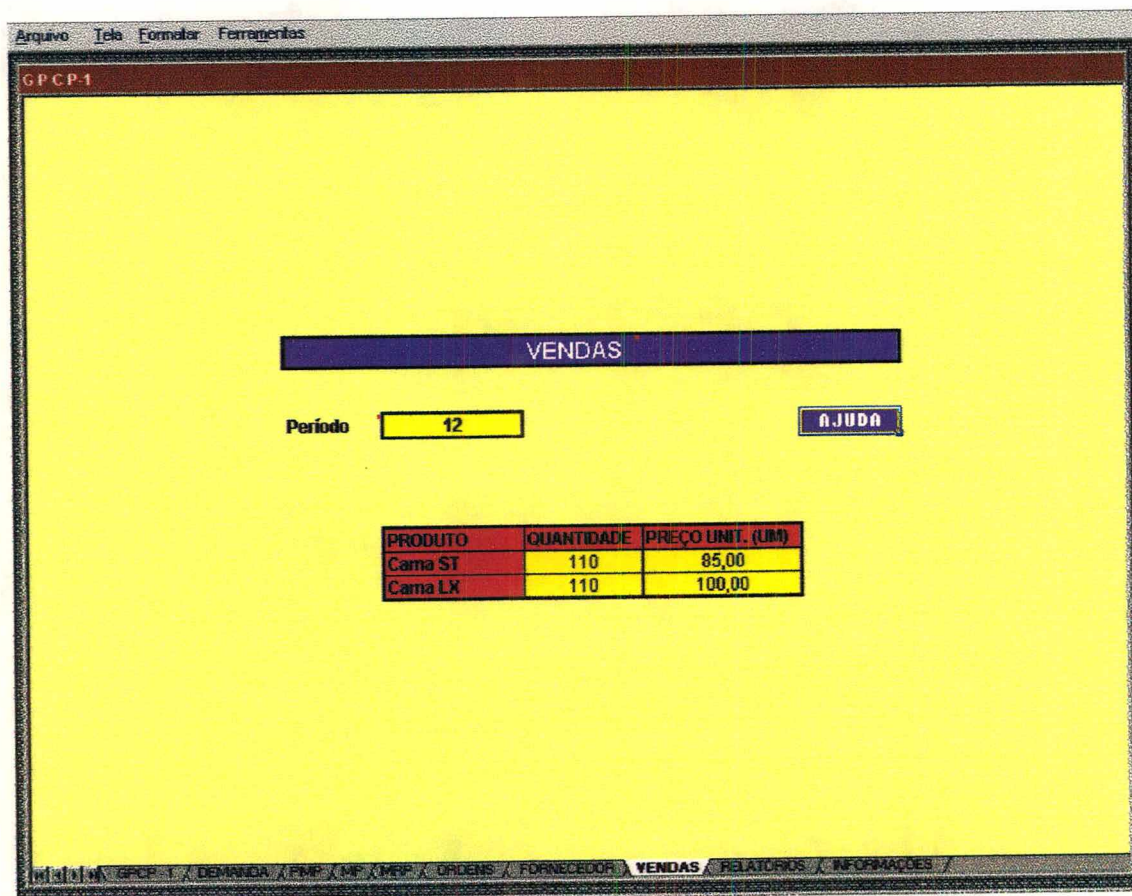


Figura 30 - Tela do módulo vendas

#### 4.7.9. MÓDULO RELATÓRIOS

O módulo RELATÓRIOS informa o desempenho da empresa em termos de produção e custos envolvidos nesta produção. Assim como no módulo VENDAS, os valores indicados nos relatórios referem-se ao desempenho da empresa no período anterior ao atual. O módulo RELATÓRIOS é formado por quatro telas, sendo a primeira índice para as demais. A segunda tela (figura 31) refere-se ao relatório de produção. Neste relatório são informadas as taxas de ocupação das máquinas por setor da fábrica, as horas trabalhadas em cada setor (o tempo de produção por período é de 40 horas), a quantidade de cada item produzida no período, o estoque final dos produtos acabados e das partes em processo e finalmente o estoque médio destes itens, que será utilizado no relatório financeiro para o cálculo do custo de manutenção dos estoques. Todos os valores do relatório de produção são fornecidos pelo sistema de simulação do jogo (ARENA 3.0)

Arquivo Tela Formatar Ferramentas

GPCP-1

**RELATÓRIO DE PRODUÇÃO**

Período **12** **AJUDA**

SETOR	Tx. Ocup. (%)	Hs Trabalhadas
Corte	90,00	36,00
Lixa	100,00	40,00
Furação	73,00	29,20
Pintura	100,00	40,00
Sub-Montagem	67,00	26,80
Montagem	78,00	31,20

PRODUTO	Produção	Estoque Final	Est. Médio
Cama ST	94	60	52
Cama LX	85	45	44

COMPONENTES	Produção	Estoque Final	Est. Médio
Cabeceira	140	90	68
Pesleira	230	110	94
Montante Lat.	320	220	212
Travessa Lat.	380	240	242
Sarrafo	960	1180	1350
Travessa Est.	750	830	870
Lateral Cama	240	165	160
Estrado	180	190	170

ÍNDICE PRÓXIMA

GPCP-1 DEMANDA / FNP / MF / MRP / ORDENS / FORNECEDOR / VENDAS / RELATÓRIOS / INFORMAÇÕES

Figura 31 - Relatório de produção do GPCP-1

A terceira tela do módulo RELATÓRIOS (figura 32) informa aos jogadores o estado final das filas nas máquinas, ou seja, se todas as ordens emitidas foram processadas. Esta é uma informação importante para avaliar o desempenho da programação da produção. No exemplo da figura 32, 15 montantes laterais ficaram na fila da etapa de pintura para serem processadas no próximo período, assim como 170 sarrafos serão lixados somente no próximo período. Esta falta de tempo para terminar todas as ordens pode ter ocorrido por um mal sequenciamento das ordens, ou por problemas ocorridos no sistema produtivo, como por exemplo parada de máquinas para manutenção corretiva, isto por decisão do animador do jogo (neste caso, o problema será informado aos jogadores através do jornal). Não se pode fazer nada com uma produção que não ocorreu, mas os jogadores podem necessitar alterar o planejamento de liberação de ordens, em função das remanescentes no sistema.

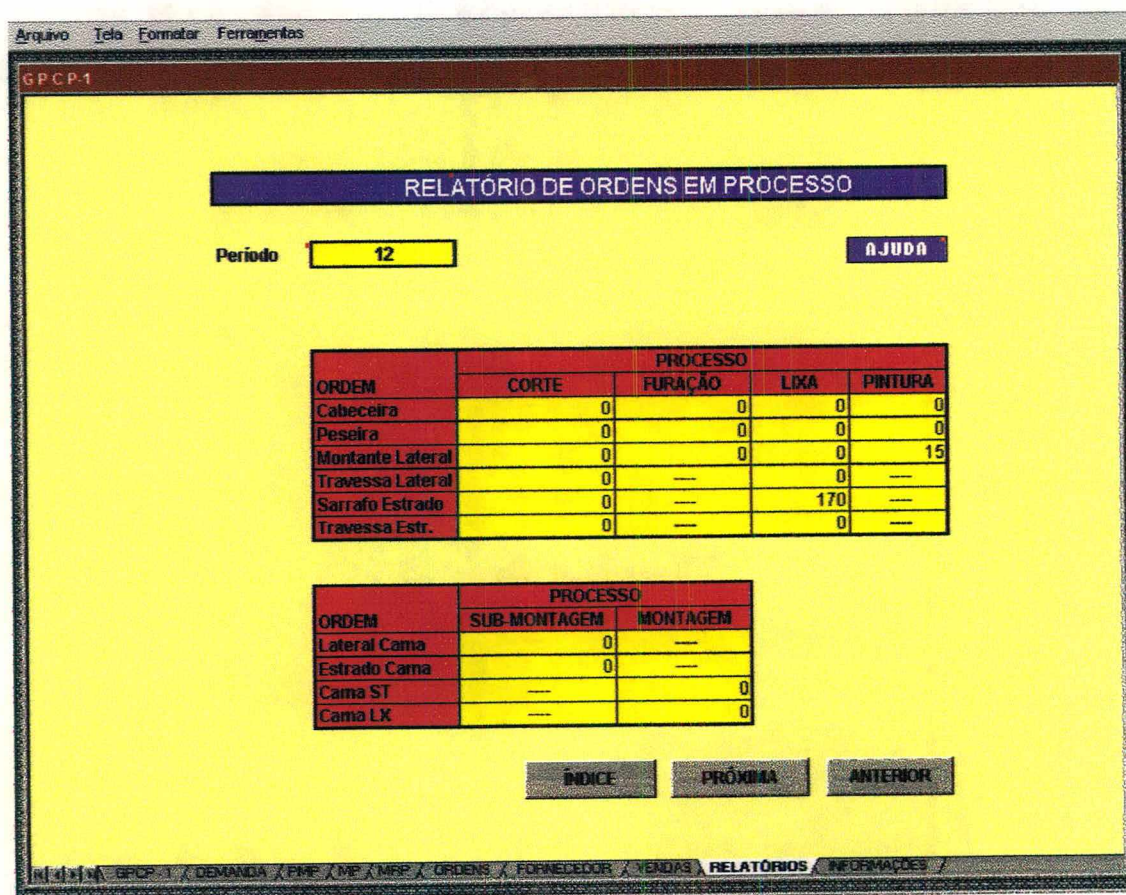


Figura 32 - Ordens em processo no GPCP-1

A quarta e última tela do módulo RELATÓRIOS refere-se ao relatório financeiro da empresa no período (figura 33). São geradas três informações básicas: custos de produção que a empresa teve no período, as receitas obtidas pelas vendas e o lucro gerado pela diferença entre receitas e custos. Não é objetivo do jogo explorar a administração financeira da empresa (ativo, passivo, lucro contábil, empréstimos, etc.), mas sim representar os custos envolvidos diretamente na produção e que afetam o desempenho financeiro de uma empresa. Neste sentido os custos que aparecem no jogo são:

- **custos de matérias-primas:** são os custos das matérias-primas (valores unitários são informados no módulo INFORMAÇÕES) que foram utilizadas para realizar a produção do período;
- **custos de máquinas:** custos gerados pela utilização das máquinas. Cada máquina tem um custo de 4 unidades monetárias (UM) por hora trabalhada. Este custo envolve operários, energia consumida, manutenção e depreciação da máquina.

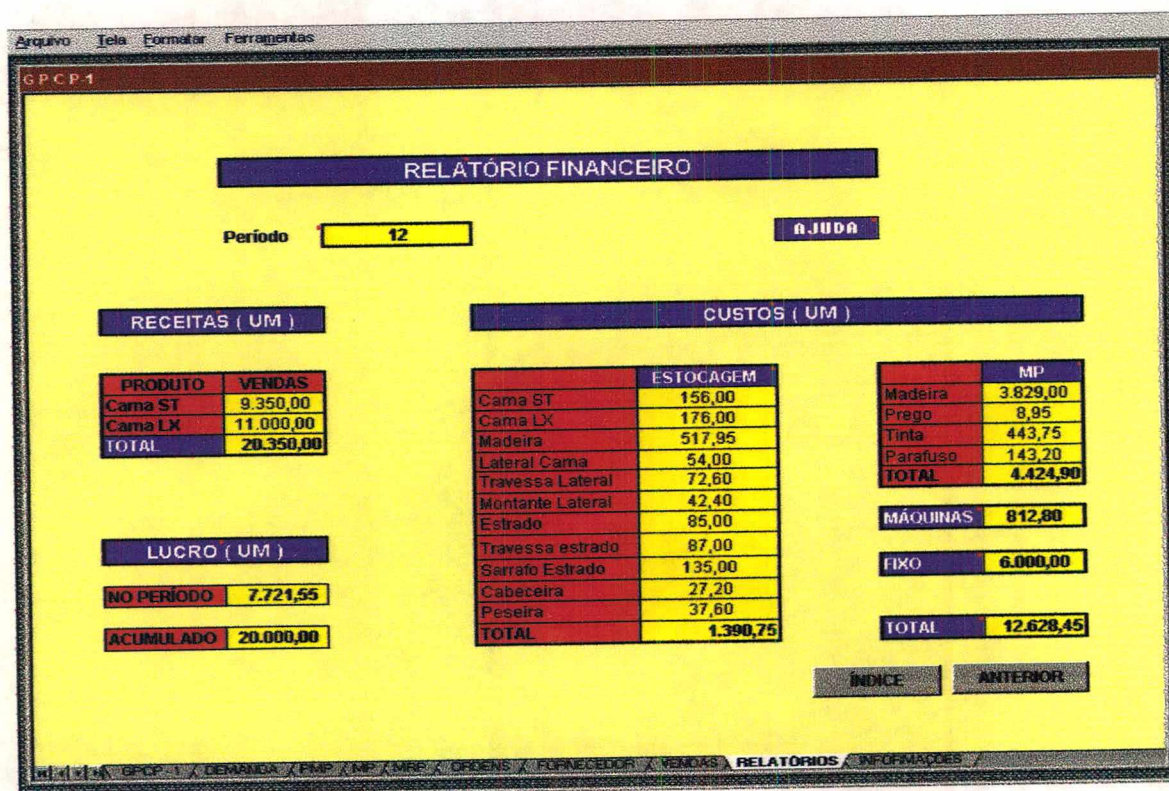


Figura 33 - Relatório financeiro do GPCP-1

- **Custos fixos:** custo permanente da empresa independente da sua produção. Envolve os custos indiretos de fabricação (funcionários da manutenção e PCP, materias de limpeza, aluguel, etc.);
- **Custos de estocagem:** custo para manter itens em estoque. É obtido pela multiplicação do estoque médio (relatório de produção) pela taxa de estocagem (módulo **INFORMAÇÕES**). A taxa de estocagem agrupa os custos de manutenção dos estoques, como seguro, energia elétrica, mão de obra e custo do capital investido;
- **Custo total:** soma de todos os custos anteriores.

A receita da empresa é obtida diretamente pela multiplicação das quantidades vendidas pelos preços obtidos. A diferença entre a receita e o custo total de produção gera o lucro do período. A medida que o jogo avança este lucro é acumulado ao longo dos períodos, sendo usado como variável de medida para a classificação das empresas dentro do jogo. Através do lucro acumulado cria-se o ambiente de jogo entre os participantes. Evidentemente que a discussão sobre os meios é mais importante que os números finais, pois o objetivo maior é criar um ambiente com vivências grupais entre os participantes para a aprendizagem de questões inerentes a sistemas produtivos, utilizando a técnica de jogos de empresas, e buscando extrair destes todas as suas vantagens, enquanto ferramentas de ensino (capítulo 2).

#### **4.7.10. MÓDULO INFORMAÇÕES**

Dentro da organização de módulos no *GPCP-1* o módulo **INFORMAÇÕES** aparece por último. Este módulo é formado por sete telas, sendo a primeira índice para as demais. A primeira tela traz informações sobre custos, como pode ser visto na figura 34. Como pode ser observado na figura 34, nesta tela os jogadores obtêm informações sobre os custos de matérias-primas e operação das máquinas, o custo fixo da empresa e finalmente os custos de estocagem de itens. Neste último, o valor indicado do custo refere-se a taxa de estocagem (em Unidades Monetárias - UM) dos

itens, taxa esta que envolve os custos para manutenção dos estoques, provenientes de mão de obra, seguro, energia elétrica, capital investido em estoque, entre outros.

**CUSTOS**

TAXA DE ESTOCAGEM		
Cama ST	3,00	UM / PÇ
Cama LX	4,00	UM / PÇ
Lat. Cama	0,30	UM / PÇ
Estrado	0,50	UM / PÇ
Cabeceira	0,40	UM / PÇ
Peseira	0,40	UM / PÇ
Mont. Lat.	0,20	UM / PÇ
Trav. Lat.	0,30	UM / PÇ
Sarrafo Est.	0,10	UM / PÇ
Trav. Estr.	0,10	UM / PÇ
Madeira	0,30	UM / m2

MATÉRIA PRIMA		
Madeira	7,00	UM / m2
Prego	1,00	UM / Kg
Tinta	2,50	UM / Lt
Parafuso	0,10	UM / Pç

HORA MÁQUINA (UM) **4,00**

CUSTO FIXO (UM) **6.000,00**

INDICE    PRÓXIMA

GPCP-1 / DEMANDA / FMP / MP / NRP / ORDENS / FORNECEDOR / TENDAS / RELATORIOS / INFORMAÇÕES

Figura 34 - Custos no GPCP-1

As duas próximas telas referem-se a estrutura dos produtos acabados. A figura 35 mostra a tela referente a estrutura do produto cama ST. Através da estrutura dos produtos acabados os jogadores calculam a necessidade de materiais (módulo MRP), ou seja, partindo-se da necessidade de produtos acabados pode-se calcular as necessidades das partes componenetes destes produtos. Observando a figura 35, nota-se que uma cama LX é formada por duas peseiras, duas laterais e um estrado. Já para formar um montante lateral é necessário uma travessa lateral e um montante lateral. Por sua vez o estrado é formado por nove sarrafos e quatro travessas estrado. A tela que apresenta a estrutura da cama LX é semelhante à da figura 35, com o diferencial que a cama LX apresenta cabeceira e peseira, ao invés de duas peseiras.

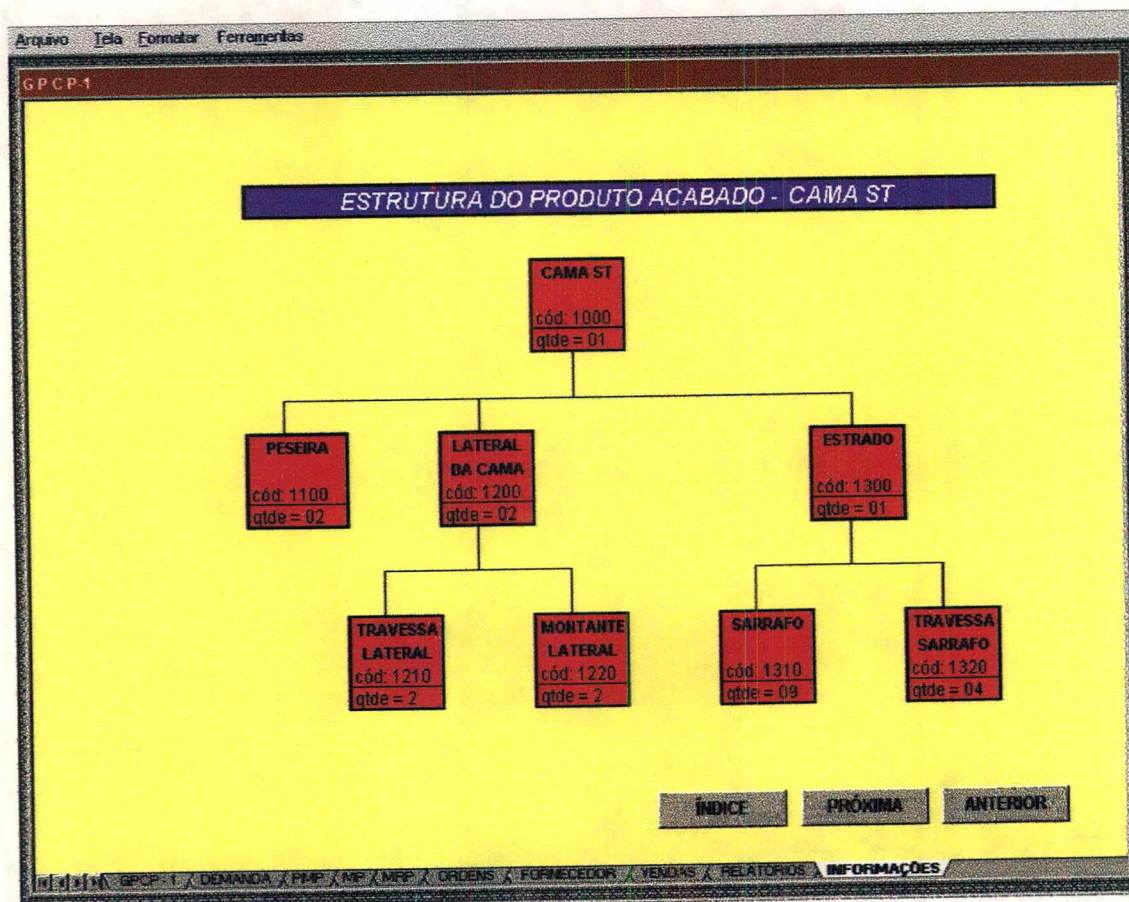


Figura 35 - Estrutura do produto ST

Na sexta tela do módulo **INFORMAÇÕES** é mostrado o roteiro de fabricação da cama LX (na quinta aparece o roteiro da cama ST). Através deste roteiro (figura 36) os jogadores são informados dos tempos de fabricação de cada uma das partes que compõem o produto acabado, bem como dos setores onde estes item são processados. Analisando o roteiro de fabricação do item "travessa lateral", observa-se que o mesmo passa pelos setores de "corte" e "lixa", estando então pronto para, juntamente com o montante lateral, formar a lateral da cama. Para cada setor por onde um item passa é informado ao jogador o tempo que 1 (um) item leva para ser processado e o tempo de preparação da máquina (set up) para iniciar o processamento de um lote deste item. Com estas informações, mais a informação do número de máquinas em cada setor (última tela do jogo), os jogadores têm a possibilidade de calcular os tempos totais de processamento das ordens a serem emitidas, e analisar se o planejamento do período é



exequível, em comparação ao tempo total de produção de um período (40 horas - Manual do Jogador). Os tempos informados estão em minutos.

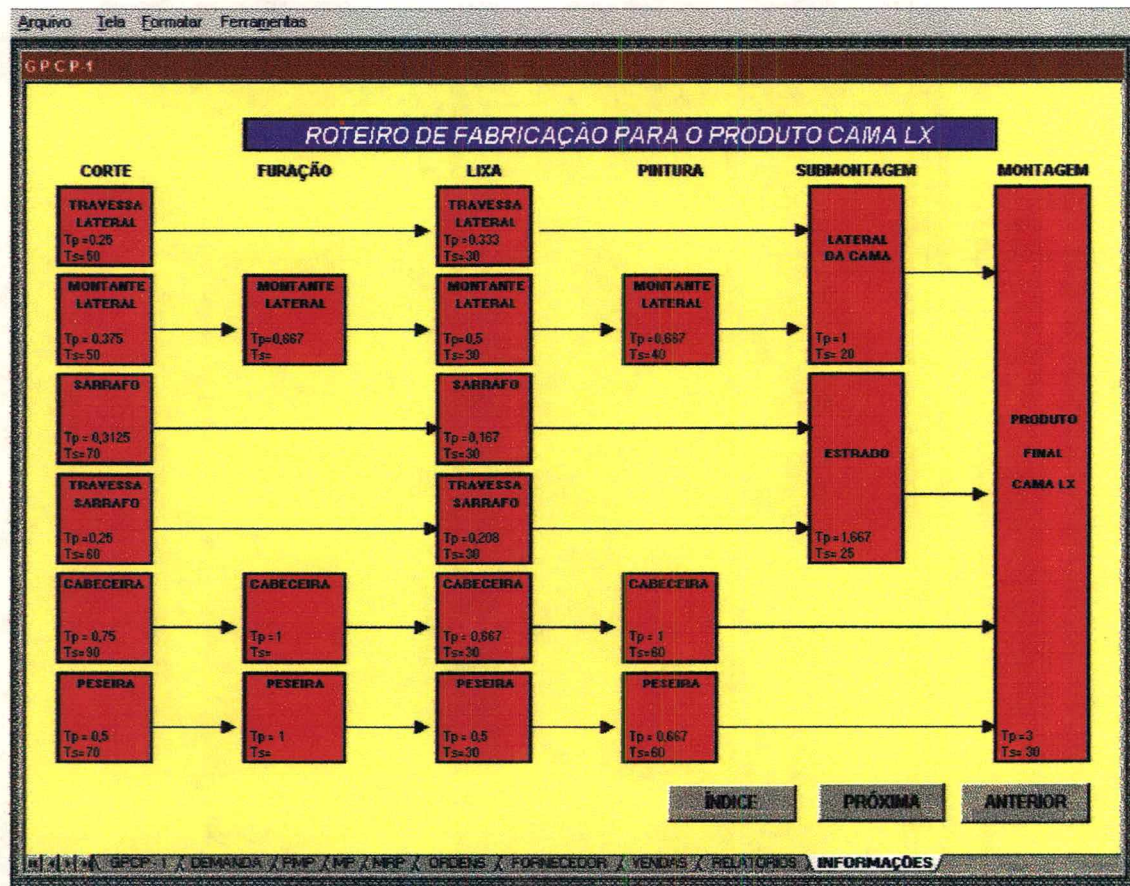


Figura 36 - Roteiro de fabricação da cama LX

A última tela do módulo INFORMAÇÕES refere-se ao arranjo físico da fábrica (lay out) e ao número de máquinas existentes em cada setor. Esta tela está representada na figura 37. Pode-se observar a característica de divisão da fábrica do jogo em departamentos. Cada departamento agrupa um conjunto de máquinas ou atividades. Este arranjo é representado no modelo de simulação do jogo, onde o serão processadas as decisões tomadas pelos jogadores. Através do número de máquinas e dos lead times, os jogadores podem chegar até a capacidade produtiva da empresa.

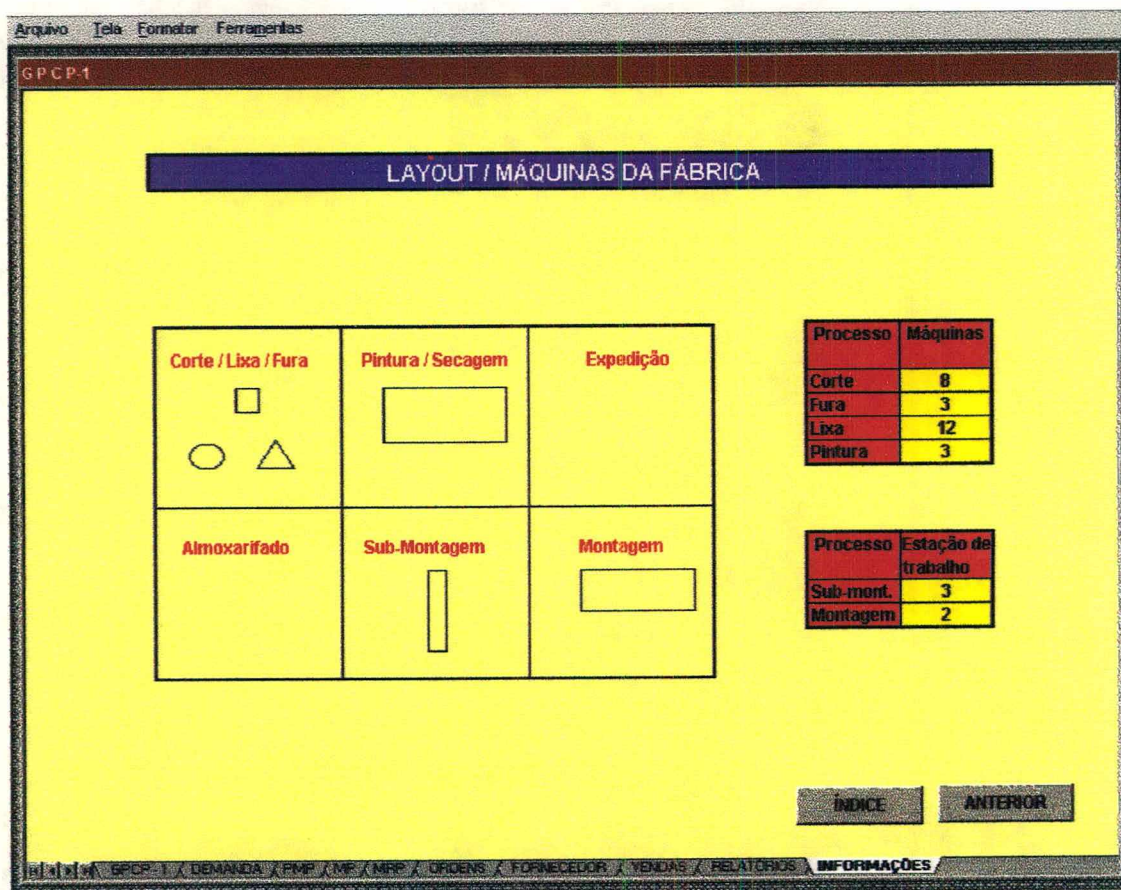


Figura 37 - Arranjo físico da fábrica

#### 4.8. SISTEMA DE AJUDA NO JOGO GPCP-1

Para facilitar o entendimento do jogo, foram desenvolvidos dois sistemas de ajuda: o manual do jogador e um sistema de ajuda on-line. O manual do jogador contém informações sobre a dinâmica do jogo, as regras que devem ser seguidas, uma breve descrição dos módulos do jogo e características operacionais do sistema. Este manual é mostardo no anexo 1.

O sistema de ajuda on-line contido na interface do jogo tem por objetivo auxiliar os jogadores em relação aos conceitos utilizados no jogo. Em todas as telas do GPCP-1 aparece no alto a caixa "AJUDA". Posicionando o ponteiro do mouse sobre esta caixa o usuário recebe instruções de como obter ajuda sobre o jogo. Esta mensagem

pode ser observada na figura 38. Tomando como exemplo a figura 39, onde o usuário deseja saber o que significa o termo "quantidade do lote", basta posicionar o ponteiro do mouse no início de "quantidade do lote" para obter informações a respeito.

Ainda como apoio para a compreensão do jogo foi elaborado um questionário, onde os jogadores respondem as questões antes do início do jogo, e podem avaliar se entenderam ou não a sistemática do mesmo. Este questionário encontra-se no anexo 2.

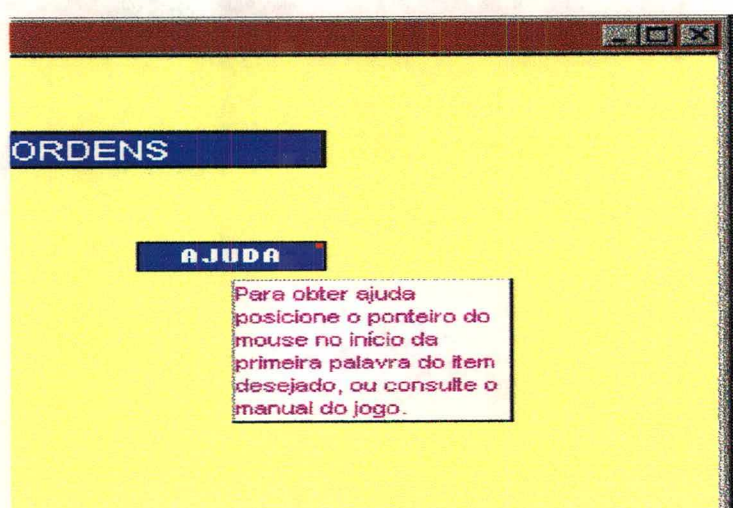


Figura 38 - Sistema de ajuda on-line no jogo

Item: Lateral Cama cód.: 1200		Quantidade do Lote Q = 600	Estoque de Segurança Qs = 15			
Período			16	17	18	19
Necessidades Brutas	26		0	370	390	390
Receb. Programados	35					
Estog Projet	-155		95	-1565	-1955	-2345
Necessidades Líquidas	10		0	370	390	390
Liberação de Ordens	26		0	390	390	390

Figura 39 - Exemplo de ajuda on-line no GPCP-1

#### **4.9. VALIDAÇÃO DO MODELO *GPCP-1***

Uma vez implementada a IHC (interface homem computador) do jogo *GPCP-1*, fez-se necessário validar o modelo do jogo. Como visto no item 4.2 (divisão do modelo) o jogo é composto pela interface com o usuário (Excel 7.0) e pelo sistema de simulação (ARENA 3.0). Cada uma destas partes foi testada e simulada independentemente, chegando-se a conclusão de que o modelo proposto é viável. A interface entre o sistema de simulação e as planilhas de dados ainda apresenta problemas, devido principalmente a questão do congelamento de dados dentro do ARENA entre uma rodada e outra, ou seja, para iniciar um novo período de produção são necessárias as ordens de fabricação, submontagem e montagem vindas das planilhas de dados, que são as entradas para o sistema de simulação, mas por outro lado a simulação deve reter informações do período anterior (ordens ainda não processadas, filas, produtos em estoque), afinal a simulação não é estanque em um período. Este problema será resolvido através de uma programação, provavelmente na linguagem Visual Basic, para entrada e saída de dados do ARENA. Devido a tempo estipulado para a conclusão do trabalho, esta programação ainda não foi desenvolvida, mas ocorrerá na sequencia, com objetivo de concluir o jogo e torná-lo uma ferramenta importante no ensino de questões ligadas ao planejamento e controle da produção.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

## 5.1. CONCLUSÕES

As conclusões deste trabalho são direcionadas para questões de aprendizagem através de jogos, em específico jogos de empresas, e em maiores detalhes com relação ao protótipo apresentado.

O modelo educacional presente tem-se mostrado eficiente em formar grandes "bancos de dados", relativamente úteis, nas cabeças de nossos alunos, sem no entanto, dar-lhes oportunidade de agregar aos conhecimentos, as habilidades mínimas para aplicá-los. Forma-se um conjunto de informações, cujos fragmentos podem ter um significado isolado, mas que nem sempre são utilizados de maneira sistêmica e integrada. Fica a pergunta: os jogos, enquanto técnica de ensino, seriam um contra exemplo deste modelo educacional tradicional ? A resposta evidentemente está ligada aos resultados obtidos. Os jogos, assim como uma chave de fenda, são apenas uma ferramenta, cuja eficácia depende primordialmente da maneira como ela será utilizada. O jogo pelo jogo não leva a nada. Um evento simulado somente terá resultados se a vivência conseguir desafiar o participante, antepondo-lhe obstáculos virtualmente intransponíveis, que o faça reunir conhecimento, criatividade e vontade de sair-se bem em uma competição de vencedores.

Um fator determinante na eficácia dos jogos é a conduta do animador ou administrador do jogo. Assim como um ator, ele assume papéis diversos em diferentes

momentos, com o objetivo de assegurar o envolvimento dos participantes. No primeiro momento o animador age como integrador de um grupo para realizar um trabalho em conjunto. Nesta etapa as atividades são direcionadas por ele, que orienta a formação dos grupos, em função da formação acadêmica, da função profissional e outras características que possam propiciar um ambiente de motivação, afim de enriquecer o conhecimento pelas trocas de experiências durante as vivências. Ainda nesta etapa são apresentadas as regras do jogo, de forma clara e objetiva, porém apenas uma parte do problema. A análise completa do problema cabe a cada equipe. A partir desta análise os grupos estão em idênticas condições iniciais. Porém, devido a percepção seletiva decorrente das diferenças individuais e grupais, a percepção da situação inicial, por iguais que sejam os números, será diferente aos olhos de cada grupo. Quando o jogo assume a dinâmica proposta, com decisões e resultados, o tempo transcorre a grande velocidade, cabendo ao animador acompanhar as atividades e rever o planejamento do jogo a cada momento, procurando manter em alta a motivação dos participantes. A última etapa é a avaliação dos resultados. O administrador deve propiciar um ambiente de debates e explanações entre os participantes, onde mais importante do que identificar vencedores e perdedores, é entender porque uma equipe venceu e outra perdeu, isto é, aprender através do jogo.

Os jogos, como instrumentos de aprendizagem, podem ser aplicados indistintamente entre crianças e adultos. Na educação de adultos, em questões relacionadas com administração de empresas, os jogos de empresas representam esta técnica de ensino. Apesar de todas as vantagens do uso de jogos de empresas (capítulo 2), a sua utilização de forma sistêmica, ainda é muito incipiente em Universidades e programas de treinamento, devido a dois fatores principais: o desconhecimento desta técnica de ensino pela grande maioria dos educadores, e do paradigma existente na educação com relação a busca de novas formas de transmitir conhecimento, que não seja, exclusivamente, a do "cuspe e giz". A divulgação de jogos através de pesquisas, de publicações e principalmente aplicações, propicia a difusão desta ferramenta, não como substituta, mas sim complementar, no processo ensino-aprendizagem.

Analisando os sistemas de manufatura, foco de pesquisa na implementação desta proposta, observa-se que são ambientes extremamente complexos, possuidores de um grande número de variáveis que afetam seu desempenho, fazendo com que o treinamento apropriado ao seu gerenciamento torne-se mais difícil a cada dia. De fato, estes sistemas levam muito tempo, até anos, para serem projetados e implementados, para que contemplem a interação de aspectos humanos, tecnológicos e operacionais. Por isso, percebe-se a impossibilidade de que estudantes, em apenas alguns semestres de seus cursos, adquiram conhecimento suficiente que abranja todos os sistemas de manufatura com eficiência. O conhecimento e experiência plena sobre esses sistemas, exigem muito mais tempo, requerendo além de conhecimentos conceituais, uma boa dose de experimentação. Implementação de laboratórios são inviáveis não apenas pelo custo, mas pela dificuldade de disponibilidade e pelos efeitos dos erros cometidos pelos estudantes, que na fase de aprendizado, devem ser considerados normais e necessários.

Este estudo propôs o protótipo de um jogo de empresas, considerando a seguinte expectativa: obter uma ferramenta para auxiliar o aprendizado de questões envolvidas no planejamento e controle da produção (PCP), onde são representadas algumas das variáveis que afetam o desempenho de um sistema produtivo, de forma a mostrar uma simplificação, mas não uma fragmentação, na interdependência destas. Na maioria das vezes estas variáveis são estudadas de forma isolada e estática, como por exemplo em um estudo de casos. Não que isto não seja válido, mas não é suficiente para o pleno entendimento de outras variáveis circunscritas e das mudanças que ocorrem em função da dinâmica dos acontecimentos.

Cabe a pergunta: como o modelo proposto propicia a aprendizagem de questões de PCP? A resposta está relacionada com as tarefas a serem executadas no jogo pelos participantes, como pode ser visto a seguir.

Seguindo a especificação funcional do sistema o jogador inicia suas atividades no jogo elaborando uma previsão de demanda, passando então a elaborar um

plano mestre de produção para os próximos doze períodos. Para que este plano se concretize será feita a programação da produção, através da administração de estoques, da elaboração e sequenciamento das ordens e posterior emissão. Estas atividades representam de maneira simples, porém objetiva, as tarefas desenvolvidas na realidade industrial, onde para se produzir algo são necessárias algumas respostas: o que produzir, quando produzir, quanto produzir, onde produzir e como produzir.

Através da previsão de demanda os jogadores têm a oportunidade de avaliar a sua importância nas decisões do PCP. Não pretende-se, através dos modelos de previsões apresentados no jogo, delimitar a função de previsão de vendas por meio de modelos quantitativos, pois é sabido que ela sofre influência de uma série de variáveis qualitativas (conjuntura econômica, atendimento da demanda, etc.). No entanto, independente do método de previsão, as previsões são as entradas para o sistema de produção, sendo este o intuito no jogo.

Quando se fala em plano mestre de produção e lógica MRP a questão é: como tratar os dados envolvidos. Uma das melhores maneiras é em forma de tabelas ou arquivos. O entendimento destas é relativamente fácil, pois através de uma explanação sobre os princípios utilizados e um exercício de fixação, é possível entender um plano mestre ou um arquivo MRP. Entender do ponto de vista estático, pois estes arquivos são atualizados a cada período, e esta dinâmica não pode ser explorada apenas falando-se sobre ela, é necessário mais, é preciso vivenciar. O GPCP-1 possibilita isto através de uma atualização constante de dados nestes arquivos, de forma a possibilitar aos jogadores a compreensão de suas decisões nos resultados obtidos.

Outro fator importante, relacionado com o PCP, que é apresentado em forma de "conceitos" em um método tradicional de ensino são os custos envolvidos na manutenção de estoques. O jogo proposto explora esta questão de forma dinâmica. Em um estudo de casos, por exemplo, pode-se levantar os custos de manutenção de estoques, que uma determinada empresa teve em um período, utilizando para tal os registros de estoques e os valores agregados a manutenção destes. Em um tempo menor,



inserido num ambiente motivado pela competição, é possível simular esta situação e proporcionar, não um, mas vários feedback aos participantes.

Observando, pois, estas e outras atividades relacionadas com o PCP, conclui-se que, assim como o mundo, elas são dinâmicas. Para conseguir transmitir os conhecimentos de um mundo dinâmico são necessárias mais do que palavras e textos, é preciso interatividade.

A conclusão final que se chega é de que para qualquer atividade cujo objetivo é transmitir algum tipo de conhecimento, o participante deve fazer parte do processo, deve interagir com o seu meio ambiente. Para isto um novo paradigma de relacionamento social e comportamental é necessário, de forma a contrapor a primazia à fragmentação do mundo, a natureza comunitária do ser humano ao individualismo e a à competitividade. Desta forma os jogos de empresas podem contribuir para fortalecer o trabalho em equipe, a visão de conjunto e melhorar os canais de comunicação entre os indivíduos. Este trabalho buscou dar esta contribuição.

## 5.2. RECOMENDAÇÕES

A partir da proposta de implementação do protótipo GPCP-1 (jogo do planejamento e controle da produção), muitas são as possibilidades de aperfeiçoamento deste instrumento para a simulação de estratégias empresariais. A seguir algumas sugestões de melhorias.

Ampliar a função fornecedor, com a inclusão de mais um fornecedor, criando a opção de entregas diferenciadas, em relação a preço e prazos. Com isto os jogadores têm a possibilidade de avaliar melhor a influência do fornecimento de matérias-primas no planejamento e controle da produção, bem como os custos envolvidos.

Criar um banco de dados, como sistema de apoio à decisão, dentro do próprio jogo, com informações sobre decisões e resultados obtidos em cada rodada do jogo, proporcionando assim condições de um melhor gerenciamento das atividades desenvolvidas. Esta atividade, no modelo proposto pode ser desenvolvida de maneira manual.

Desenvolver, no módulo vendas, a possibilidade de compra através de encomendas. Este fato traria ao PCP uma nova situação, pois a produção atenderia os pedidos já confirmados e as vendas futuras (previsão de demanda), aproximando-se mais ainda o jogo da realidade vivida pela maioria das empresas.

Implementar a IHC (interface homem computador) do protótipo em uma linguagem de programação, tipo Visual Basic, afim de facilitar o desenvolvimento das sugestões acima e outras mais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. et al.. Jogos de Empresa: uma Investigação sobre o Trabalho em Grupo. Decidir, setembro de 1996.

BORNIA, José Carlos. O Uso do Jogo de Empresas GI-EPS no Treinamento de Decisões Relativas a Preços. Florianópolis 1996. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). Belo Horizonte. Fundação Christiano Otoni. 6ª edição, 1992.

CARLSON & MISSHAUK. Introduction to Gaming: Management Decition Simulations. Jhon Wiley and Sons. Inc. , 1972.

CASTRO, D. M.. Gestão do Conhecimento. São Paulo: Revista Controle da Qualidade, junho de 1996.

CHIAVENATO, Idalberto. Iniciação ao Planejamento e Controle de Produção. São Paulo: McGrawHill do Brasil, 1990.

COLLIER, Henry W.. Micro-Computers: a sucessfull aproach to teaching business courses. Pergamon Jounals Ltd. Great Britain, v.2, 1987.

ELGOOD, Chris. Manual de Jogos de Treinamento. São Paulo: SIAMAR, 1987.

FIGUEIREDO, Reginaldo Santana, et al.. Simulação de uma Fábrica para Introdução da Questão da Programação da Produção por Meio de Jogos de Empresa. XVI Congresso Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). UNIMEP. Piracicaba, 1996.

GIANESI, Irineu G. N., CORRÊA, Henrique Luiz. Administração Estratégica de Produção. São Paulo: Atlas, 1993.

GONÇALVES, Paulo Sérgio. Administração de Estoques Teoria e Prática. São Paulo: Interciência, 1979.

GRAMIGNA, Maria Rita Miranda. Jogos de Empresa. São Paulo: Makron Books, 1993.

HERMENEGILDO, J. A utilização da Padronização como Ferramenta da Qualidade Total para o Desenvolvimento do Jogo de Empresas. Florianópolis 1996. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

HUIZINGA, Johan. Homo Ludens. São Paulo: Editora Perspectiva, 1971.

HUTCHINS, David. Just in time. São Paulo: Atlas, 1993.

KOPITTKKE, Bruno H.. Jogos de Empresas: Novos Desenvolvimentos. Universidade Federal de Santa Catarina - documento interno, 1992.

KOPITTKKE, Bruno Hartmut. Simulação Empresarial: Faça o Seu Jogo. Florianópolis 1989. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

LEON, Antoine. Psicopedagogia dos Adultos. Atualidades Pedagógicas. Cia. Editora Nacional e Editora da USP, 1977.

LITTO, Frederic M. O Novo Paradigma da Educação e as Novas Tecnologias em Comunicação. Palestra proferida na Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 05 de abril de 1995.

LOPES, Maurício Capobianco, et al.. Avaliação de Desempenho em Jogos de Empresas. XVI Congresso Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). UNIMEP. Piracicaba, 1996.

KOLB, D..Experimental learning: experience as the source of learning and development. New Jersey: Prentice Hall, 1984.

MARTINELLI, Dante P.. A Utilização de Jogos de Empresas no Ensino de Administração. São Paulo 1987. Dissertação de Mestrado, FEA - USP.

MENDES, Maria de Lourdes de Melo Salmito. O modelo GS-RH: uma Integração de Jogos de Empresas para Treinamento e Desenvolvimento Gerencial. Florianópolis 1997. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

MONTEIRO, Regina F.. Jogos Dramáticos. São Paulo: McGrawHill do Brasil, 1979.

NUNES, Valnei B. GEBAN (Gerência de banco comercial): uma Aplicação dos Jogos de Empresas à Atividade Bancária. Florianópolis 1991. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

RENTES, Antonio Freitas, et al.. Desenvolvimento de um Jogo de Empresas para o Ensino de Manufatura Integrada. XVI Congresso Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). UNIMEP. Piracicaba, 1996.

ROCHA, Luiz Augusto de Giordano. Jogos de Empresas: Desenvolvimento de um Modelo para Aplicação no Ensino de Custos Industriais. Florianópolis 1997. Dissertação

de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

ROSATELLI, Marta Costa, et al.. Ensino de PCP à Distância. XVI Congresso Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). UNIMEP. Piracicaba, 1996.

SAUAIA, Antônio Carlos Aidar. Jogos de Empresas: Tecnologia e Aplicação. São Paulo, 1989. Dissertação de Mestrado, FEA-USP.

SOUZA, Tatiana Paula dos Santos. Vivências Grupais na Aplicação do Jogo de Empresas LÍDER: Ação e Simulação no Processo de Aprendizagem Vivencial. Florianópolis 1997. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

THORELLI & GRAVES. International Operations Simulation. The Free Press of Glencoe. London, 1964.

TUBINO, Dálvio Ferrari. Manual de Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 1997.

VARTIAINEN, M. & RUOHOMAKI, V.. Simulation Games as Tools for Work Development and their Psychological Bases. Human Factors in Organizational design and Managemet. Ed. G.E. Bradley and H. W. Hendrick, 1994.

WILHELM, Pedro P. H. & KOPITTKE, Bruno H. Micrôinformática no Treinamento Gerencial à Distância. XIII Congresso Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), UFSC. Florianópolis, 1993.

WILHELM, Pedro P. H.. Uma nova Perspectiva de Aproveitamento e Uso de Jogos de Empresas. Florianópolis 1997. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

WILNER, Adriana. Jogo Simula Gerenciamento de Empresas. Folha de São Paulo, 02 de agosto de 1992.

ZACCARELLI, Sérgio Baptista. Programação e Controle da Produção. São Paulo: Pioneira, 1987.

ZOLL, Allen A. Dynamic Management Education, 1969.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: Manual do Jogador**

**ANEXO 2: Questionário GPCP-1**



# GPCP-1

## *JOGO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO*

# MANUAL

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. OBJETIVO DO MANUAL**
- 3. CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS**
- 4. DINÂMICA DO JOGO**
- 5. MÓDULOS**
- 6. REGRAS DO JOGO**
- 7. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES**

## 1. INTRODUÇÃO

Bem vindo ao GPCP-1 ! O jogo de empresas GPCP-1 simula o planejamento e controle da produção (PCP), através de um modelo que considera as principais variáveis da função produção de uma empresa.

A empresa do jogo é uma fábrica de móveis que produz dois tipos de camas: luxo (LX) e simples (ST) a partir de quatro matérias primas: madeira, prego, tinta e parafuso . Você e sua equipe irão administrar a produção da empresa. Vocês serão responsáveis pela administração de matéria-prima, por controlar estoques, fazer previsões de demanda, decidir quanto e quando produzir, visando sempre melhorar a produtividade.

O jogo é iterativo e após cada período (1 período = 1 semana), as equipes entregam suas decisões (em disco flexível) ao animador. Estas decisões são as entradas para a simulação do sistema produtivo da empresa. Após a simulação são gerados relatórios, mostrando o desempenho da empresa no período, e que servirão como base para a tomada de decisões do próximo período.

A cada novo período os participantes recebem um jornal de informações que traz notícias sobre o mercado, fornecedor e a fábrica. Antes de iniciar o jogo responda o questionário que encontra-se no disco do jogo, com o nome de QUESTÕES GPCP-1.

## 2. OBJETIVO DO MANUAL

Este manual complementa o sistema de ajuda on-line existente no jogo. O objetivo deste manual, juntamente com o sistema de ajuda on-line existente no jogo e o questionário, é fornecer informações necessárias para o perfeito entendimento do

GPCP-1 - jogo do planejamento e controle da produção, nos aspectos de operação, funcionamento e objetivos do referido jogo. Os conceitos de planejamento e controle da produção (PCP) envolvidos no jogo (MRP, administração de estoques, custos, ponto de pedido, etc.) não são detalhados neste manual.

Sugerimos o livro “Manual de Planejamento e Controle da Produção” de autoria do professor Dr. Dálvio Ferrari Tubino (TUBINO, 1997), como complemento deste manual, uma vez que aborda todos os conceitos necessários para o entendimento pleno do jogo.

### 3. CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

Para rodar o jogo são necessários o Windows 95 e o Excel 7.0. Não é necessário a instalação do jogo em seu computador, uma vez que ele pode ser acessado diretamente do disco flexível em que se encontra. Ao abrir o jogo é necessário visualizar a tela inteira através do comando *Personalizar* do menu *Tela*. Antes de sair do jogo a configuração do Excel deve ser restabelecida através do comando *Restaurar* do menu *Tela*.

O jogo apresenta 10 módulos (GPCP-1, DEMANDA, PMP, etc.). Os módulos que têm mais de uma tela, possuem botões de alternância entre elas. Na parte superior da tela encontra-se a barra de menus que possui quatro menus: *Arquivo*, *Tela*, *Formatar* e *Ferramentas*. Como itens de menu do menu *Arquivo* têm-se: *Salvar* (salva as decisões tomadas), *Imprimir* (imprime as telas do jogo) e *Fechar* (sai do jogo). O menu *Tela* possui dois itens: *Personalizar* (visualiza a tela inteira) e *Restaurar* (restabelece a configuração do Excel). Já os menus *Formatar* e *Ferramentas* referem-se ao controle do jogo, que será feito pelo animador.

Os campos em *verde* no jogo são espaços destinados às decisões dos jogadores. Os campos em *amarelo* apresentam valores calculados pelo sistema e não

podem ser modificados pelos jogadores, assim como os campos em *vermelho* e *azul* também não permitem modificações.

Para melhor visualização das telas é necessário ajustar o vídeo do computador para uma resolução da área trabalho de 800 x 600 pixels.

**ATENÇÃO:** Não modifique o nome do jogo no disco flexível, pois isso acarretaria em um erro quando da leitura dos dados pelo sistema de simulação. Se desejar faça uma cópia de cada rodada para depois alterar o nome, mantendo sempre o mesmo nome no disco flexível.

#### **4. DINÂMICA DO JOGO**

As decisões a serem tomadas a cada período são: prever a demanda para os próximos períodos, elaborar e/ou adequar o plano mestre de produção em função da demanda, calcular as necessidades de materiais (MRP) para atender o plano mestre de produção, adequar o ponto de pedido das matérias prima prego, tinta e parafuso, emitir e sequenciar ordens de fabricação, submontagem e montagem, e emitir ordens de compra para matérias-primas. Estas decisões são entregues ao animador (em disco flexível) que as utiliza em um software de simulação (ARENA), onde o sistema produtivo da empresa está representado conforme descrito no módulo “INFORMAÇÕES” do jogo. Ao final da simulação, o jogo é atualizado com os resultados obtidos da simulação e devolvido aos participantes que, em função da nova situação da empresa, tomarão as decisões do período. Juntamente com os resultados, os participantes recebem também o jornal de informações.

#### **5. MÓDULOS DO JOGO**

##### **5.1. GPCP-1**

Módulo de apresentação do jogo. Possui uma única tela.

## 5.2. DEMANDA

Módulo onde são feitas as previsões de demanda. Possui duas telas . A primeira traz o método de previsão de demanda através da média exponencial móvel, na segunda tela aparece o método da tendência linear.

## 5.3. PMP

Módulo do plano mestre da produção (PMP). Composto por duas telas. A primeira para o PMP do produto cama ST e a segunda para o produto cama LX.

## 5.4. MP

Módulo destinado ao controle das matérias-primas PREGO, TINTA e PARAFUSO, através do método do ponto de pedido. Composto apenas por uma tela.

## 5.5. MRP

Módulo onde são feitos os cálculos das necessidades de partes componentes dos produtos acabados, bem como o controle de estoques dos produtos acabados e da matéria prima MADEIRA. Possui 07 telas. A primeira é o índice para as demais. Da segunda até a sétima tela aparecem os arquivos do MRP .

## 5.6. ORDENS

Módulo composto por duas telas. A primeira para emissão e sequenciamento de ordens de fabricação, submontagem e montagem. Na segunda tela são emitidas as ordens de compra de matérias-primas.

## 5.7. FORNECEDOR

Neste módulo são mostradas as entregas programadas de matérias-primas pelo fornecedor. Possui uma tela única.

### 5.8. VENDAS

Informa a quantidade de produtos vendidos no período e preço praticado.  
Composto apenas por uma tela.

### 5.9. RELATÓRIOS

Módulo com relatórios de produção, ordens em processo e financeiro.  
Possui quatro telas. A primeira funciona como índice, as três outras referem-se aos relatórios citados.

### 5.10. INFORMAÇÕES

Módulo que traz informações sobre custos de produção, partes que compõe os produtos acabados, o roteiro de fabricação dos produtos e o lay out da fábrica. Composto por 06 telas. A primeira é o índice, a segunda mostra a estrutura do produto cama ST, a terceira a estrutura do produto LX, a quarta o roteiro de fabricação da cama ST, a quinta o roteiro de fabricação da cama LX e a sexta o lay out da fábrica, com o número de máquinas disponíveis.

## 6. REGRAS DO JOGO

- ⇒ As decisões são tomadas no início do período atual, e têm efeito no próximo período;
- ⇒ Cada período corresponde a 40 horas de produção;
- ⇒ Caso não seja informada a prioridade das ordens de fabricação, submontagem e montagem, o sistema assumirá que a primeira ordem lida será a primeira a ser processada;

- ⇒ existe um único fornecedor que, “a priori”, garante a entrega no prazo e na quantidade solicitada;
- ⇒ Os jogadores não tem influência sobre o mercado. A decisão de preços e quantidade a ser vendida é feita pelo setor de vendas (não aparece no jogo), que apenas envia ao setor de produção um relatório de vendas do período (módulo VENDAS);
- ⇒ A falta de matéria-prima durante a simulação da produção, não interrompe a produção, mas a quantidade de matéria-prima que faltar terá um acréscimo de 100% no seu custo. Caso a falta ocorra por dois períodos seguidos a fábrica é fechada;
- ⇒ A produção é feita através de lotes. Quando um lote está em processamento em determinada etapa do processo, todas as máquinas desta etapa estão processando a mesma ordem, e o lote só segue para a próxima etapa quando a ordem for totalmente processada;
- ⇒ A rodada final do jogo é determinada pelo animador, em função do desempenho das equipes;
- ⇒ Pode ocorrer, durante o jogo, queda na capacidade de produção da empresa, sazonalidade no mercado, mudanças nas quantidades de entrega de matéria-prima, enfim, fatos que causam efeito direto na produção. Portanto é importante acompanhar o jornal de informações;
- ⇒ Cada equipe deve apresentar no final do jogo, ou mesmo durante conforme solicitação do animador, os resultados e ações da sua empresa, fazendo uso de gráficos, tabelas, etc;
- ⇒ Vence o jogo a equipe que obtiver o maior lucro acumulado;

⇒ O volume de vendas e o preço obtido pelos produtos em cada período, serão praticamente idênticos para todas as equipes (variação máxima 5%), portanto para vencer o jogo é preciso administrar bem a produção;

⇒ O número de equipes, bem como o número de participantes por equipe, fica a critério do animador;

## **7. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES**

- ◆ Como o jogo é atualizado a cada jogada, recomenda-se fazer uma cópia de cada rodada (para o disco rígido por exemplo), para fazer um acompanhamento mais preciso do jogo. Mas lembre-se: só altere o nome das cópias, o nome do jogo no disco flexível não deve ser alterado, pois isto acarretaria em um erro na leitura de dados pelo sistema de simulação.



# GPCP-1

## *JOGO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO*

# QUESTIONÁRIO

1. Qual a diferença entre uma cama ST e uma cama LX ?
2. Qual é o custo de matéria-prima para as camas ST e LX ?
3. O que é erro acumulado e MAD ?
4. O que acontece quando o valor de  $4 \times \text{“MAD”}$  é menor do que o erro acumulado ? O que deve ser feito neste caso?
5. Justifique o uso do controle de estoques de forma direta (MRP) para a madeira, e de forma indireta (ponto de pedido) para prego, tinta e parafuso, através da classificação ABC de estoques ou curva de Pareto.
6. Pela lógica do MRP, quem são os itens filhos e netos dos produtos acabados cama ST e LX ?
7. Em função dos lead times apresentados, e considerando-se uma entrega de camas no período 13, em que período foram emitidas as ordens de compra de madeira, para a fabricação destas camas ?
8. Qual é o custo de máquinas para os produtos cama ST e LX ?
9. Por que as decisões tomadas em um período tem efeito no próximo ?
10. Por que o primeiro valor, na linha estoques projetados, no módulo MRP, para os itens filhos e netos dos produtos acabados, não é igual ao que aparece nos relatórios de produção (estoque final) ? E por que é igual para os itens pais (cama ST e LX) ?
11. Em que parte do jogo são informados os valores de estoque de madeira, prego, tinta e parafuso ?
12. Como são calculadas as necessidades líquidas no módulo MRP ?
13. Supondo uma necessidade de 80 camas ST e 70 camas LX, qual seria a necessidade bruta de cabeceiras e peseiras ?

14. Por que no módulo Ordens, o campo de preenchimento da ordem de compra de madeira não está acessível ao jogador ?

15. Considere a produção abaixo:

Item	Produção
cama ST	45
cama LX	35
cabeceira	40
peseira	70
lateral da cama	100
estrado	80
travessa lateral	120
montante lateral	200
travessa do estrado	0
sarrafo	450

Qual foi o consumo de madeira, tinta, prego e parafuso para esta produção ?

16. Qual o caminho mais crítico, em termos de Lead Time, para a cama ST e LX ?

17. Pela lógica utilizada no jogo, as peças processadas (corte/fura/lixa/pintura) no período atual, serão utilizadas no período seguinte para a submontagem, e entrarão na montagem no período seguinte ao próximo. Em que parte de jogo isto está explicado ?

18. Considerando-se as seguintes ordens de fabricação :

Ordem	Quantidade	Prioridade
Mont. Lateral	30	2
Sarrafo	40	3
Peseira	25	1

Calcule o tempo total de máquina para processar estas ordens, bem como o Lead Time total ?