

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GUSTAVO FUNAYAMA HOTTA

**CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE MATERIAIS –  
MRP – INTEGRADO AO JOGO DE EMPRESAS “MERCADO  
VIRTUAL”**

BAURU

2015



GUSTAVO FUNAYAMA HOTTA

**CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE MATERIAIS –  
MRP – INTEGRADO AO JOGO DE EMPRESAS “MERCADO  
VIRTUAL”**

Dissertação de mestrado apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

**Área de concentração:**

Gestão de operações e sistemas

**Orientador:**

Prof. Dr. Antônio Fernando Crepaldi

**Coorientador:**

Prof. Dr. José de Souza Rodrigues

BAURU

2015

**Hotta, Gustavo Funayama.**

Construção de um sistema de gestão de materiais -  
MRP - integrado ao jogo de empresas "Mercado Virtual"  
/ Gustavo Funayama Hotta, 2015  
118 f.

Orientador: Antônio Fernando Crepaldi  
Coorientador: José de Souza Rodrigues

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual  
Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2015

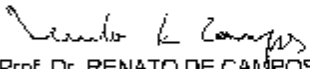
1. Jogos de empresas. 2. Planejamento e controle  
da produção. 3. Ensino-aprendizado. 4. MRP. I.  
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de  
Engenharia. II. Título.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GUSTAVO FUNAYAMA HOTTA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DO(A) FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU.**

Aos 20 dias do mês de Janeiro do ano de 2015, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Seção Técnica de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia de Bauru, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO CREPALDI do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru, Prof. Dr. JOSÉ DINIS DE ARAÚJO CARVALHO do(a) Departamento de Produção e Sistemas / Universidade de Minho, Prof. Dr. RENATO DE CAMPOS do(a) Departamento de Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GUSTAVO FUNAYAMA HOTTA, intitulado "PROPOSTA DE INCORPORAR O SISTEMA DE GESTÃO MRP AO JOGO DE EMPRESA "MERCADO VIRTUAL". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

  
Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO CREPALDI

  
Prof. Dr. JOSÉ DINIS DE ARAÚJO CARVALHO

  
Prof. Dr. RENATO DE CAMPOS



**PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO TÍTULO**

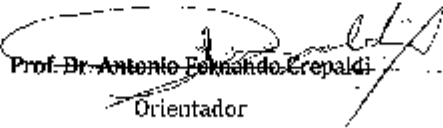
A BANCA EXAMINADORA PROPÕE A ALTERAÇÃO DO TÍTULO DO TRABALHO DO ALUNO:  
**GUSTAVO FUNAYAMA HOTTA**

DE: "PROPOSTA DE INCORPORAR O SISTEMA DE GESTÃO MRP AO JOGO DE EMPRESA  
"MERCADO VIRTUAL"

PARA:

Construção de um Sistema de Gestão  
de Materiais – MRP – Integrado ao Jogo  
de Empresas "Mercado Virtual"

Bauri, 20 de janeiro de 2015.

  
Prof. Dr. Antonio Edmundo Crepaldi

Orientador





Dedico  
À minha família.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que incentivaram e colaboraram na realização deste trabalho, em especial às seguintes pessoas:

Ao professor e coorientador Dr. José de Souza Rodrigues, pela oportunidade, orientação, apoio e conduta para elaboração deste trabalho e a realização do curso de mestrado;

Ao professor e orientador Dr. Antônio Fernando Crepaldi, pelas correções e contribuições para redação final.

Aos Prof. Dr. José Dinis de Araújo Carvalho, José Paulo Alves Fusco e Renato de Campos, membros da minha comissão examinadora do exame geral qualificação e da defesa de dissertação, por contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho;

Aos meus pais, Candido e Maria Helena, e meus irmãos, Eduardo e André;

E aos meus amigos que me apoiaram e ajudaram durante a jornada, principalmente a Paula Gois Rodrigues e Pedro Ivo Aquino Moreira e Silva.



“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”.

Marcel Proust



## RESUMO

Em um ambiente de produção com estruturas de produtos complexas e várias etapas, o sistema de gestão MRP (*Material Requirement Planning*) é utilizado para o planejamento da produção e tomada de decisão de fornecimento de material. O sistema desenvolvido na década de 1970 transforma a demanda por produtos acabados em um cronograma que orienta a liberação de ordens de compra e de produção para os componentes necessários. As organizações, preocupadas com o mercado mundial competitivo, consideram o recurso humano um fator importantíssimo para a estratégia empresarial e buscam por profissionais mais capacitados e com maior conhecimento e habilidade em gestão. Para desenvolver essas capacidades é possível utilizar novas metodologias de ensino-aprendizagem baseadas em vivências, como os jogos de empresas, pois a realidade das empresas é complexa, exigindo que saibam usar os métodos e adaptá-los à realidade de mercado. Os jogos de empresas, cada vez mais utilizados em instituições de ensino e treinamento corporativo, simulam situações reais com a finalidade de facilitar a assimilação dos conceitos em gestão de empresas, contribuindo de forma positiva para a formação acadêmica e profissional. Este estudo consistiu em construir um módulo em Microsoft Excel, focado na estratégia operacional, a fim de retratar um sistema de planejamento das necessidades de materiais - MRP. Tal módulo utiliza informações de um jogo de empresas já existente, o Mercado Virtual, com o objetivo de definir as quantidades e os momentos em que cada item deve ser produzido ou comprado para atender o programa mestre de produção (*Master Production Schedule* - MPS) e minimizar os custos de compra e armazenagem. Assim, a contribuição final do trabalho consiste em um módulo de simulação que pode ser utilizado como instrumento de apoio ao processo ensino-aprendizagem de MRP e conteúdo relacionados à gestão da produção.

Palavras-chaves: Jogos de empresas, Planejamento e controle da produção, Ensino-aprendizagem, MRP

## **ABSTRACT**

In a manufacturing environment with complex product structures and multiple production stages, the management system MRP (Material Requirement Planning) is used for production planning and decision making for material supply. The system developed in the 70s transforms the demand of finished products into a schedule that guides the release of purchase orders and production components for the required products. Organizations, concerned about the competitive world market, consider the human resource as an important factor in business strategy and search for professionals more qualified and with management knowledge and skills. In order to develop them it can be used a new teaching-learning methodology based in experiences, such as business game, because the reality of companies is complex, requiring know-how in using the methods and adapt them to the reality of the market. Business games, increasingly used in education and corporative training institutions, simulate real situations in order to facilitate the assimilation of the concepts in business management, contributing positively to the academic and professional training. This study is to construct a module in Microsoft Excel, focused on operational strategy in order to portray a MRP system. This module uses information from the business game, Mercado Virtual, with the objective of defining the quantities and period of each item should be produced or purchased in order to meet the master production schedule (MPS) and minimize purchase and storage costs. Thus, the final contribution of this work consists of a simulation module that can be used as a tool to support MRP teaching-learning process and content related to production management.

**Keywords:** Business games, Production planning and control, Learning-teaching, MRP



## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Jogos para <i>serious games</i> .....                                                                                 | 30 |
| Figura 2 - Níveis para treinamento usando computador.....                                                                        | 31 |
| Figura 3 - Modelo de aprendizado baseado em jogo.....                                                                            | 34 |
| Figura 4 - Forças que governam a competição em um setor industrial.....                                                          | 43 |
| Figura 5 - Os níveis estratégicos.....                                                                                           | 46 |
| Figura 6 - Ligação entre Estratégia de Negócio e Estratégia de Operações.....                                                    | 47 |
| Figura 7 - Planejamento de capacidade e materiais.....                                                                           | 55 |
| Figura 8 - Evolução do nível de planejamento (foco) .....                                                                        | 56 |
| Figura 9 - Estrutura conceitual dos sistemas ERP, e a sua evolução desde o MRP .....                                             | 59 |
| Figura 10 - Estratégia de resposta à demanda dos sistemas de produção.....                                                       | 63 |
| Figura 11 - Relatório Demonstração de Resultado.....                                                                             | 66 |
| Figura 12 - Balanço Patrimonial.....                                                                                             | 66 |
| Figura 13: Abas do módulo MRP .....                                                                                              | 70 |
| Figura 14 - Fluxograma do módulo MRP .....                                                                                       | 71 |
| Figura 15 - Tomada de decisão.....                                                                                               | 73 |
| Figura 16 – Estrutura de produtos de uma lapiseira .....                                                                         | 74 |
| Figura 17 - Composição do produto P1 .....                                                                                       | 75 |
| Figura 18 - Composição do produto P2.....                                                                                        | 76 |
| Figura 19 - Composição do produto P3.....                                                                                        | 76 |
| Figura 20 - Composição do Produto P4.....                                                                                        | 76 |
| Figura 21 – Cálculo das necessidades de materiais .....                                                                          | 77 |
| Figura 22 - Dados de entrada no módulo MRP .....                                                                                 | 79 |
| Figura 23 - Relação entre níveis de incerteza da demanda e níveis de estoque de segurança. ....                                  | 81 |
| Figura 24 - Dinâmica do processo de planejamento.....                                                                            | 84 |
| Figura 25 - Previsão de demanda de produtos e materiais .....                                                                    | 85 |
| Figura 26 - Previsão de demanda e realização da produção.....                                                                    | 85 |
| Figura 27 – Dados dos fornecedores .....                                                                                         | 87 |
| Figura 28 - Modelagem para determinação dos parâmetros do sistema de ponto de ressuprimento, assumindo a demanda constante ..... | 88 |
| Figura 29 - Custos totais do sistema de gestão de estoques .....                                                                 | 90 |
| Figura 30 - Ordem de compra.....                                                                                                 | 92 |
| Figura 31 - Exemplo de ordem de compra por quantidade de lote.....                                                               | 92 |

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 32 - Exemplo de ordem de compra por <i>lead time</i> .....          | 92  |
| Figura 33 - Exemplo de ordem de compra por fornecedor 2.....               | 93  |
| Figura 34 - Exemplo de ordem de compra por fornecedor 3.....               | 93  |
| Figura 35 - Exemplo de ordem de compra por material.....                   | 93  |
| Figura 36 - Finalizar a ordem de compra .....                              | 94  |
| Figura 37: Ordem de compra concluída .....                                 | 94  |
| Figura 38: Mensagem de erro .....                                          | 95  |
| Figura 39: Cancelar ordem de compra .....                                  | 96  |
| Figura 40: Cancelamento rejeitado.....                                     | 96  |
| Figura 41: Histórico de compras .....                                      | 97  |
| Figura 42 - Quadro de controle de estoque.....                             | 98  |
| Figura 43: Quadro de controle de estoque.....                              | 99  |
| Figura 44 - Gráfico de controle de estoque .....                           | 99  |
| Figura 45 - Relação entre nível de estoque e nível de serviço .....        | 100 |
| Figura 46 - Gráfico de controle de estoque (alto estoque) .....            | 101 |
| Figura 47 - Gráfico de controle de estoque (baixo estoque) .....           | 101 |
| Figura 48 - Custo da aquisição, estoque inicial e custo de estocagem ..... | 103 |
| Figura 49 - Finalizar a jogada ou “resetar” o jogo .....                   | 104 |
| Figura 50 - Aba Resultado do Módulo .....                                  | 105 |
| Figura 51 - Relatório de Estoque de Produtos.....                          | 105 |
| Figura 52 - Relatório de Caixa .....                                       | 107 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Definições para o termo “Estratégia” .....                                                           | 40 |
| Quadro 2 - Evolução do pensamento estratégico .....                                                             | 41 |
| Quadro 3 - Paradigmas da estratégia: características mais salientes .....                                       | 42 |
| Quadro 4 - Definições para estratégia de operações.....                                                         | 48 |
| Quadro 5 - Categorias de decisão para estratégia de produção .....                                              | 49 |
| Quadro 6 – Prioridades e subprioridades competitivas da produção .....                                          | 50 |
| Quadro 7 – Classificação de pesquisas quantitativa (baseado em simulação/modelagem) de gestão operacional ..... | 67 |

## SUMÁRIO

|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                          | <b>20</b>  |
| <b>1.1 PROBLEMA DA PESQUISA .....</b>                              | <b>23</b>  |
| <b>1.2 OBJETIVO .....</b>                                          | <b>23</b>  |
| 1.2.1 Objetivo Geral .....                                         | 23         |
| 1.2.2 Objetivos Específicos .....                                  | 23         |
| <b>1.3 JUSTIFICATIVA .....</b>                                     | <b>24</b>  |
| <b>1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA .....</b>                          | <b>25</b>  |
| <b>1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....</b>                          | <b>26</b>  |
| <b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                               | <b>27</b>  |
| <b>2.1 JOGOS EDUCACIONAIS .....</b>                                | <b>27</b>  |
| 2.1.1 Serious Games .....                                          | 28         |
| 2.1.2 Jogos Empresariais .....                                     | 32         |
| <b>2.2 ESTRATÉGIA .....</b>                                        | <b>40</b>  |
| 2.2.1 Definição de Estratégia .....                                | 40         |
| 2.2.2 Estratégia Empresarial .....                                 | 45         |
| 2.2.3 Estratégia Funcional .....                                   | 45         |
| <b>2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP) .....</b>         | <b>53</b>  |
| <b>2.4 SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO (MRP, MRP II E ERP) .....</b> | <b>57</b>  |
| <b>3 JOGO MERCADO VIRTUAL .....</b>                                | <b>60</b>  |
| <b>3.1 ESTRUTURA DO JOGO .....</b>                                 | <b>61</b>  |
| <b>3.2 TAREFAS DOS JOGADORES .....</b>                             | <b>64</b>  |
| <b>3.3 TOMADA DE DECISÃO .....</b>                                 | <b>64</b>  |
| <b>4 METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>                             | <b>67</b>  |
| <b>5 DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO MRP .....</b>                       | <b>69</b>  |
| <b>5.1 ENTRADA DE INFORMAÇÃO .....</b>                             | <b>72</b>  |
| 5.1.1 Programa Mestre de Produção (MPS) .....                      | 72         |
| 5.1.2 BOM ( <i>Bill of Material</i> ) .....                        | 73         |
| 5.1.3 Estoque .....                                                | 77         |
| <b>5.2 GESTÃO NO MÓDULO DE MRP .....</b>                           | <b>82</b>  |
| 5.2.1 Planejamento .....                                           | 83         |
| 5.2.2 Fornecedor .....                                             | 86         |
| 5.2.3 Lote .....                                                   | 87         |
| 5.2.4 Tomada de decisão (Ordem de compra) .....                    | 91         |
| 5.2.5 Gestão/Controle de Estoque .....                             | 97         |
| 5.2.6 Custo .....                                                  | 102        |
| <b>5.3 RESULTADOS .....</b>                                        | <b>104</b> |
| <b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                | <b>108</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                           | <b>109</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema de gestão MRP permite que, fundamentado na decisão de produção dos produtos finais, determinemos o que, quanto e quando produzir e comprar os diversos semiacabados, componentes e matérias-primas (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010). A introdução da técnica do MRP nos sistemas de planejamento das empresas contribui muito para simplificar a gestão dos materiais, sejam eles comprados ou fabricados (CORRÊA et al., 2013). O sistema se baseia na ideia de que conhecendo todos os componentes de um determinado produto, assim como os *lead times* de aquisição e logístico, o planejamento de compra de materiais pode ser realizado (SLACK e LEWIS, 2003). Este conceito de cálculo de necessidade de materiais é simples e conhecido há muito tempo. Com base na visão de futuro das necessidades de disponibilidade dos produtos em questão, é preciso calcular os momentos e as quantidades a serem obtidas considerando cada um dos componentes, a fim de não haja falta nem sobra no suprimento das necessidades dadas pela produção dos referidos produtos (CORRÊA et al., 2013).

Atualmente, há um aumento crescente na competição entre as organizações industriais, impondo-se a necessidade de reestruturar os recursos humanos, recrutando engenheiros mais qualificados e técnicos com maior conhecimento e experiência, desde que ambos dominem os conceitos e habilidades de gestão (POURABDOLLAHIAN, TAISCH e KERGA, 2012). Contudo, a nova geração de profissionais possui um estilo de aprendizagem diferente, muito mais visual, interativo e focado na resolução de problemas (PROSERPIO e GIOIA, 2007 apud PASIN e GIROUX, 2011).

No ambiente globalizado de hoje, as universidades e escolas de negócios precisam incorporar elementos e ferramentas para obter uma alta performance de capacitação. A transmissão do conhecimento não é mais o objetivo de ensino, pois os alunos devem construir seu próprio conhecimento, pesquisar e processar informações. Os instrutores/professores, por sua vez, são considerados facilitadores, colaboradores, consultores, moderadores e treinadores no processo de aprendizagem. Isso implica uma mudança radical de um modelo de aprendizagem focado em conteúdo para um modelo focado nas competências (FITÓ-BERTRAN et al., 2014). Brandon-Jones, Piercy e Slack (2012) examinaram diferentes abordagens atuais para o ensino em áreas de Engenharia de Produção e correlatas, e concluíram que o aprendizado baseado em simulação computacional é um bom recurso de aplicação do conhecimento e competência em uma situação real.

As simulações e jogos empresariais são importantes ferramentas motivacionais e de aprendizagem, os quais proporcionam um ambiente útil para que os alunos adquiram competências profissionais muito mais difíceis de serem adquiridas por meio dos métodos tradicionais de aprendizagem (FEINSTEIN e CANNON, 2002; AZRIEL, ERTHAL e STARR, 2005; SIDDIQUI, KHAN e AKHTAR, 2008; GARRIS, AHLER e DRISKELL, 2002; BEN-ZVI, 2010). Eles simulam um ambiente empresarial que permite aos alunos desenvolver uma aprendizagem experiencial que relaciona os conceitos abstratos aos problemas de um ambiente real, permitindo a proximidade com os processos de tomada de decisões e com as dificuldades enfrentadas pelos gestores, tudo isso em um ambiente onde o risco de erros não é assumido. (MOTOMURA, 1980 apud GODOY e CUNHA, 1997; FITÓ-BERTRAN et al., 2014). Além disso, podem ser utilizados em treinamentos e desenvolvimento de pessoal, na avaliação de potencial, no planejamento, na tomada das decisões, análise de problemas, controle de resultados e na formação acadêmica e de profissionais em gestão. Em geral, são estruturados e/ou suportados por programas de computadores (GODOY e CUNHA, 1997; SAUAIA, 2000; POURABDOLLAHIAN et al., 2012).

Os resultados da utilização de jogos empresariais educacionais são claros quanto a melhora das contingências organizacionais, criatividade, critérios de avaliação, interação e discussão e aquisição de conhecimento de gestão. Tipicamente, as simulações de empresas são utilizadas para planejamento financeiro (quantificação do impacto na tomada de decisão), gestão de risco (medir, gerir e determinar o equilíbrio entre a rentabilidade e o risco), previsão (análise dos dados históricos, utilizando-os em simulações para previsão de dados futuros), modelagem dos processos (estabelecimento das etapas de forma simples), aprendizado interativo (simuladores de negócios utilizados no ensino de economia) e pesquisa de inteligência artificial (exploração de dados, evolução computacional ou agências de inteligência) (BORRAJO et al., 2010).

Nas últimas décadas, diferentes tipos de jogos foram utilizados com sucesso no ensino, na gestão de produção e operações, na administração de empresas e em sistemas de informação. Entretanto, são poucas as iniciativas brasileiras para o desenvolvimento de jogos específicos para a área de Engenharia de Produção, sendo que suas características e abrangência não estão sistematizadas na literatura (BERRETINI, 2010; KATSALIAKI, MUSTAFEE e KUMAR, 2014). Os propósitos desses jogos educacionais na Engenharia de Produção ainda estão sendo difundidos no meio acadêmico e empresarial, sendo escassos os

estudos centrados na determinação da sua efetividade no processo cognitivo de aprendizagem (BERRETINI, 2010; POURABDOLLAHIAN et al., 2012).

O presente trabalho será focado no desenvolvimento de um módulo de planejamento das necessidades de materiais integrado com o Mercado Virtual, jogo de empresa voltado para o aprendizado de Planejamento e Controle da Produção (PCP), criado em 2004 na FEB/UNESP pelos professores José de Souza Rodrigues, Ariane Scarelli e Kátia Livia Zambom. O Mercado Virtual é utilizado em cursos de graduação e mestrado, utilizando métodos de ensino-aprendizagem apoiados no desenvolvimento de projetos tutorados, objetivando a compreensão da lógica de operações, da análise de problemas e tomada de decisões.

O módulo cria cenários de um sistema de gestão MRP numa empresa, que possibilitam a análise de um sistema produtivo e dos *trades-off* relacionados. O modelo terá variáveis (*input*) provenientes do jogo Mercado Virtual, fazendo com que os alunos tomem decisões sobre a escolha dos fornecedores, a quantidade de matéria-prima, o período de compra considerando o *lead time* de entrega, a quantidade de estoque e qualidade e preço dos materiais.

Apesar de já existirem jogos focados em PCP como, por exemplo, GPCP (projeto “Laboratório de Simulação de Sistemas Produtivos” implementado no curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)); PSP - Programação e Sequenciamento da Produção (desenvolvido pelo autor Ivan de Pellegrin); Politron Internet Business Game (desenvolvido pela parceria entre a PROAGE e a Correa&Associados); jogos educacionais “LSSP\_PCP” (LSSP\_PCP1, LSSP\_PCP2 e LSSP\_PCP3); entre outros); para mais detalhes desses jogos, consultar o trabalho de dissertação da Alessa Berretini (2010). O desafio do trabalho é incrementar o jogo Mercado Virtual, incorporando mais informações, detalhes e complexidade, a fim de trazer maior funcionalidade e conhecimento ao jogo.

## 1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

O trabalho busca construir um módulo em MS Excel para implementar no jogo Mercado Virtual os conceitos relacionados à gestão das necessidades de materiais. Com essa relação, o problema do trabalho é:

**Construção de um modelo em MS Excel, que permita simular um módulo MRP adaptado ao jogo Mercado Virtual, visando o desenvolvimento posterior do módulo no referido jogo.**

## 1.2 OBJETIVO

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é criar uma ferramenta de ensino-aprendizado com a finalidade de facilitar o processo ensino-aprendizagem de conceitos teóricos de gestão de materiais e simular um sistema de planejamento das necessidades de materiais (MRP), trazendo *know-how* sobre o que, quando e a quantidade de materiais a serem comprados, visando à diminuição de estoques, a otimização de custos, além de evitar problemas indesejáveis, como o atraso na produção e entrega do produto final, em relação às datas planejadas.

Pretende-se, ainda, proporcionar um ambiente de aprendizagem para que futuros profissionais possam exercitar os conceitos, simulando tomadas de decisões que possam ocorrer na vida real do engenheiro de produção, a fim de evitar futuros problemas no ambiente de trabalho e proporcionar uma visão holística do comando estratégico de uma empresa.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar conceitos pedagógicos e acadêmicos sobre Planejamento e Controle da Produção (PCP) em Engenharia de Produção;
- Criar um módulo/modelo em MicroSoft Excel simulando um sistema de planejamento de necessidades de materiais (MRP);
- Propor uma integração do módulo com o jogo empresarial Mercado Virtual;
- Definir os indicadores de desempenho para os jogadores;



- Validar os conceitos teóricos do módulo com o Prof. Dr. José de Souza Rodrigues, membro do Departamento de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) – UNESP/Bauru.

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

Gianesi e Corrêa (1992) descrevem o sistema MRP como uma ferramenta para o planejamento e controle da produção, a qual vem sendo crescentemente utilizada no Brasil desde o início da década de 1980, refletindo uma tendência mundial. O MRP é o sistema mais implantado pelas empresas em todo o mundo, visando à administração da aquisição de materiais (CORRÊA NETO e DELÁZARO FILHO, 2001). Os benefícios e custo do sistema são cruciais para o sucesso da empresa, pois auxilia na obtenção de melhorias significativas relativas ao giro de estoque, prazo de entrega, compromisso de entrega e despacho (SCHROEDER et al., 1981; SUM, YANG, ANG e QUEK., 1995).

As empresas que apresentam um quadro preocupante na área de administração de materiais enfrentam dificuldades financeiras sérias, incluindo até concordata e falência. Sendo assim, há uma correlação consistente entre a má administração e futuras dificuldades financeiras (FRANCISCHINI e GURGEL, 2010). Para que uma organização obtenha sucesso na área de administração de materiais é necessário a existência de funcionários e gestores competentes os quais, além de qualidades pessoais, devem possuir um bom fundamento teórico. Durante todo o processo deve ser dada atenção à seleção de material adequado. O primeiro passo no desenvolvimento da competência é a aquisição de informação apropriada e por meio eficiente (HOLT, 1999).

A simples proficiência de tomadas de decisões e o aprendizado de conceitos teóricos de administração de materiais podem ser adquiridos com métodos tradicionais de ensino. Entretanto, os jogos de simulação são mais efetivos quando os estudantes têm de desenvolver habilidades de tomadas de decisões para um gerenciamento complexo e situações dinâmicas (PASIN e GIROUX, 2011). A utilização de modelos e simulação como ferramentas para educação e treinamento de pessoas está cada vez maior. Novos modelos baseados na reprodução da “realidade” mostram-se eficientes e eficazes, proporcionando redução dos riscos e custos do processo de ensino-aprendizagem, além da concepção de sistemas administrativos, produtivos, econômicos, financeiros e até mesmo sociais (BERRETINI, 2010).

Além disso, a geração atual de estudantes universitários nunca experimentou um mundo sem computadores pessoais (PCs), sendo que a maioria deles teve contato anterior

com jogos virtuais e agora são hábeis em aprender e aplicar conjuntos de regras complexas através de jogos de empresas (PASIN e GIROUX, 2011).

Os autores Faria e Wellington (2004) realizaram um *survey* com 14.497 membros docentes e discentes da disciplina de negócios na *American Association of Collegiate Schools of Business* para buscar a opinião de antigos e atuais usuários de simuladores de jogos de empresas. Na conclusão, segundo os professores, o maior benefício é o fornecimento de exercícios interativos e dinâmicos que permitem a aplicação da teoria. Para os estudantes, uma das principais vantagens é que os jogos de empresas fornecem um aprendizado vivencial, permitindo a integração de diferentes áreas funcionais nos cursos ministrados, tornando possível aplicar a teoria em um ambiente prático de tomada de decisão.

#### **1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA**

O trabalho propõe a inclusão de novas variáveis no Jogo Mercado Virtual. Contudo, de acordo com Bertrand e Fransoo (2002), o processo operacional de um sistema produtivo é constituído por sistemas complexos que dificultam a simulação científica. Isso se deve ao fato de o desempenho de um processo operacional – geralmente mensurável em termos como qualidade de um produto, eficiência de produção, custo, e uma rapidez de entrega e flexibilidade – poder ser afetado por diferentes elementos. Fatores como conhecimento, motivação, treinamento e o sistema de informação causam impacto no resultado da produção. Portanto, no módulo MRP não será possível incorporar todas as variáveis reais que influenciam o processo produtivo e/ou que envolvem nas decisões estratégicas de uma empresa.

O jogo não irá considerar os diferentes graus de desenvolvimento da cadeia de fornecimento da empresa fictícia como, por exemplo, a “Continuidade de fornecimento”, citada por Zanon (2008). Esse conceito abrange a regularidade e confiabilidade no fornecimento, além das boas relações com os fornecedores. As consequências dessa continuidade são:

- Contrato em longo prazo;
- Benefícios mútuo-recíprocos;
- Menor número de fornecedores e fontes exclusivas;
- Fornecedor com melhor padrão de qualidade gera maior confiabilidade.

Para não tornar o módulo muito complexo e causar desmotivação dos alunos no ambiente de aprendizagem, este não trabalha com vários níveis de materiais para construir o

produto final, utilizando apenas um nível de subitens. Nesta fase do trabalho também não será feita a integração total do módulo com o jogo de empresas Mercado Virtual. Esta integração será uma proposta de futuros trabalhos, assim como, validação da usabilidade e operacionalidade do jogo em sala de aula.

## **1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

O trabalho é estruturado em seis capítulos. O primeiro capítulo refere-se à introdução e contextualização do tema, bem como a formulação do problema, o objetivo da pesquisa, a justificativa e as delimitações. O capítulo 2 apresenta o referencial teórico sobre jogos educacionais, estratégia empresarial e de operações, planejamento e controle da produção e os sistemas integrados de gestão.

O capítulo 3 descreve as características do jogo empresarial Mercado Virtual, como a estruturação, as tarefas dos jogadores e os conceitos abordados. O capítulo 4 trata da classificação da pesquisa e o procedimento metodológico.

O capítulo 5 apresenta a proposta deste trabalho, o desenvolvimento e as especificações do módulo em Microsoft Excel para incorporar o MRP ao jogo Mercado Virtual. Por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais do trabalho, fazendo uma avaliação sobre o cumprimento dos objetivos da pesquisa e propondo trabalhos futuros.

No final do trabalho são apresentadas as referências que compõem a bibliografia utilizada para a estruturação da base teórica da pesquisa.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Este trabalho apresenta, através da revisão bibliográfica, os principais conceitos necessários para o entendimento dos temas que serão abordados nesta pesquisa, tais como: jogos educacionais (*serious games* e jogos empresariais), estratégia empresarial, funcional e operacional, planejamento e controle da produção e os sistemas integrados de gestão (MRP, MRP II e ERP).

### 2.1 JOGOS EDUCACIONAIS

Desde o início de 2000, a quantidade de jogos digitais utilizados como ferramenta de ensino vem crescendo e se tornando tendência social para a comunidade (GUNTER et al., 2008; DETERDING et al., 2011; MOUAHEB et al., 2012). As inovações em jogos digitais são cada vez mais uma necessidade competitiva na indústria e na pesquisa de campo. Elas se desenvolvem com base em uma síntese de trabalhos anteriores em gráficos 3D interativos, interfaces de usuário e simulação visual (ZYDA, 2005).

Um jogo é uma atividade voluntária, obviamente separada da vida real, criando um mundo imaginário que pode ou não ter qualquer relação com a realidade. São jogados sem um tempo ou lugar específico, seguem regras estabelecidas e criam grupos sociais com outros jogadores (MICHAEL e CHEN, 2005).

Esses jogos podem ser interativos, envolventes, com muitas oportunidades para a aprendizagem de competências complexas e desafiam a criatividade no aprendizado (GUNTER et al., 2008). Além disso, eles são uma junção da interatividade da atividade interessante e do prazer. O processo de ensino-aprendizagem entende-se por ser um modelo lúdico, ou seja, é possível observar nos conjuntos de dados objetivos e subjetivos, a convergência de repetição e competição (CABRAL, 2001).

Os jogos e treinamentos de ensino para alunos adultos têm uma longa história com disciplinas como a ciência militar, gestão empresarial, economia e comunicação intercultural (RAYBOURN, 2007; DETERDING et al., 2011). Os primeiros jogos dos quais se têm notícia são o *Wei-Hai*, com temática de guerra e originado na China há, aproximadamente 3000 a.C., o jogo hindu *Chaturanga* e o chinês *Xiang Qi*, com propósitos recreativos e de lazer (LANE, 1995; MICHAEL et al. 2005). Com o desenvolvimento do *King's Game* por Weikhsman, em 1664, do *War Chess* por Helwig na corte de New Brunswick em 1780 e do *New Kreigspiel*, por George Venturini em Schleswig em 1798, os jogos de guerra (*war games*) começaram a ser exercícios mais sérios e complexos (LANE 1995, p. 608).

O objetivo de utilizar um jogo é engajar uma atividade direcionada com algum propósito, considerando algumas permissões com regras e limitações (SUITS, 1967). Conforme Caulfield et al. (2011), os jogos podem ser diferenciados conforme sua origem, modelos ou simulações. O modelo é uma representação conveniente e simplificada (em palavras, números ou outros símbolos) de algum sistema socioeconômico ou sócio-técnico, real e complexo. A simulação é um modelo dinâmico representando um processo do sistema, o qual muda ao longo do tempo conforme as tomadas de decisões.

Os jogos têm demonstrado um envolvimento ativo na aprendizagem por meio da exploração, experimentação, competição e cooperação. Porém, apesar do rápido crescimento dessa indústria, o uso de jogos na educação ainda é limitado (WESTERA, NADOLSKI, HUMMEL e WOPEREIS, 2008).

#### 2.1.1 Serious Games

O debate sobre *serious games* ainda é recente (CROOKALL, 2010). Aqui, não iremos traduzir o termo como “jogos sérios”, pois a tradução ainda não está consagrada na literatura científica brasileira. O *serious game* é definido por Raybourn (2007) como o uso das tecnologias digitais interativas para treinamentos e educação para o setor público, privado e militar. A diferença entre jogos de computador e *serious game* é que este último utiliza a pedagogia para introduzir instruções que proporcionam treinamento, conhecimento e habilidade (GREITZER et al., 2007). Michael e Chen (2005) definem *serious game* como um jogo no qual o principal objetivo é a educação (em suas várias formas) e não o entretenimento.

De acordo com Zyda (2005, p. 26), *serious game* é:

Uma competição mental, jogada com um computador, em concordância com regras específicas e que utiliza o entretenimento com o objetivo de promover o treinamento corporativo, educação, saúde, políticas públicas e comunicação estratégica.

Mouaheb et al. (2012) caracterizou o conceito de *serious game* como:

- Um meio de entretenimento;
- Uma tecnologia de informação e comunicação, tendo como alvos vários objetivos de aprendizagens;
- Aplicável em quase todas as áreas;
- Para todas as idades.

*Serious games* utilizam princípios de entretenimento, criatividade e tecnologia para atender aos objetivos governamentais ou de treinamento corporativo. Porém, esses princípios por si só não garante o sucesso na obtenção da diversão, motivação, sucesso comercial ou cumprimento das metas educacionais (GUNTER et al., 2008). Para serem eficazes, os *serious games* devem incorporar em sua concepção e estruturação tanto o entretenimento quanto o aprendizado cognitivo e os princípios pedagógicos (GREITZER et al., 2007). O uso dos *serious games* ou sistemas de treinamento virtual não substitui os esforços de educação e formação em curso, ao contrário, tais esforços são alavancados e reforçam o aprendizado (RAYBOURN, 2007; MICHAEL e CHEN, 2005). Raybourn (2007) enfatiza a importância da “revisão após ação” (AAR – *After Action Review*) a qual, normalmente, permite que professores e alunos analisem criticamente as decisões tomadas e as ações realizadas durante o jogo.

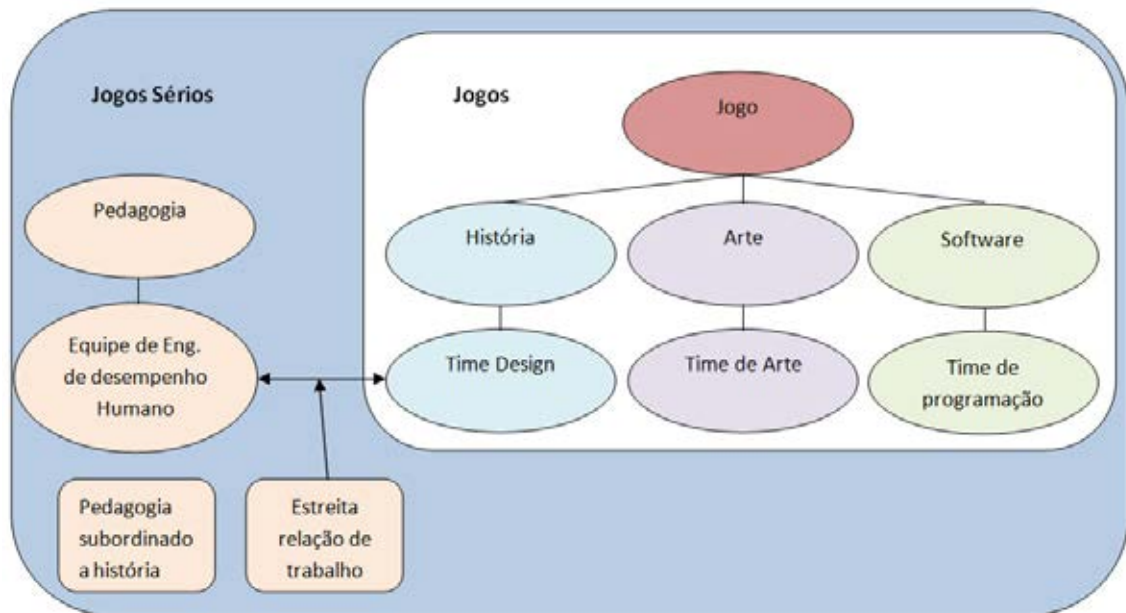
Desde a publicação do relatório do *National Research Council* (EUA) intitulado “*Modeling and Simulation – Linking Entertainment and Defense*” em 1997, vários *serious games* surgiram para uma variedade de domínios (GREITZER et al., 2007). Entretanto, foi o desenvolvimento e lançamento do *serious games America’s Army* que iniciou a revolução no pensamento sobre o potencial papel dos videogames para o domínio de entretenimento e uso como ferramenta de recrutamento e treinamento. O jogo é utilizado desde 2004 pelo Departamento do Exército da John F. Kennedy School dos Estados Unidos (RAYBOURN, 2007; ZYDA, 2005).

De acordo com Gunter (2008), os *serious games* precisam ser baseados em dois requisitos para criar um modelo relevante e holístico. O primeiro é o conteúdo acadêmico que precisa ser introduzido, reutilizado de forma hierárquica e incorporado às regras específicas, de tal forma que, quando novamente utilizado pelo jogador para aplicar, sintetizar e criar novos conhecimentos sobre o próximo nível faça com que seja mais automático e naturalizado. O segundo requisito é que o conteúdo precisa ser intrinsecamente aliado ao contexto de fantasia ou história do jogo.

A Figura 1 mostra a necessidade do envolvimento da área da pedagogia no desenvolvimento dos *serious games* acrescentando, assim, o conhecimento ou habilidade para a serem desenvolvidos pelos participantes. Pode-se também verificar na figura citada que a Equipe de Engenharia de Desempenho Humano precisa trabalhar em conjunto com a Equipe de Design para que haja inserção da pedagogia na elaboração da história do jogo. Esses envolvimento fazem com que os jogos computacionais sejam *serious game* (ZYDA, 2005).

Projetar papéis para *serious games* é um desafio adicional, pois há uma grande expectativa do jogador em vivenciar papéis realistas. Portanto, para ajudar na elaboração de papéis convincentes da vida real, um designer pode optar por utilizar a metodologia de Interação Humano-Computador (HCI - *Human Computer Interaction*) (RAYBOURN, 2007).

Figura 1 - Jogos para *serious games*

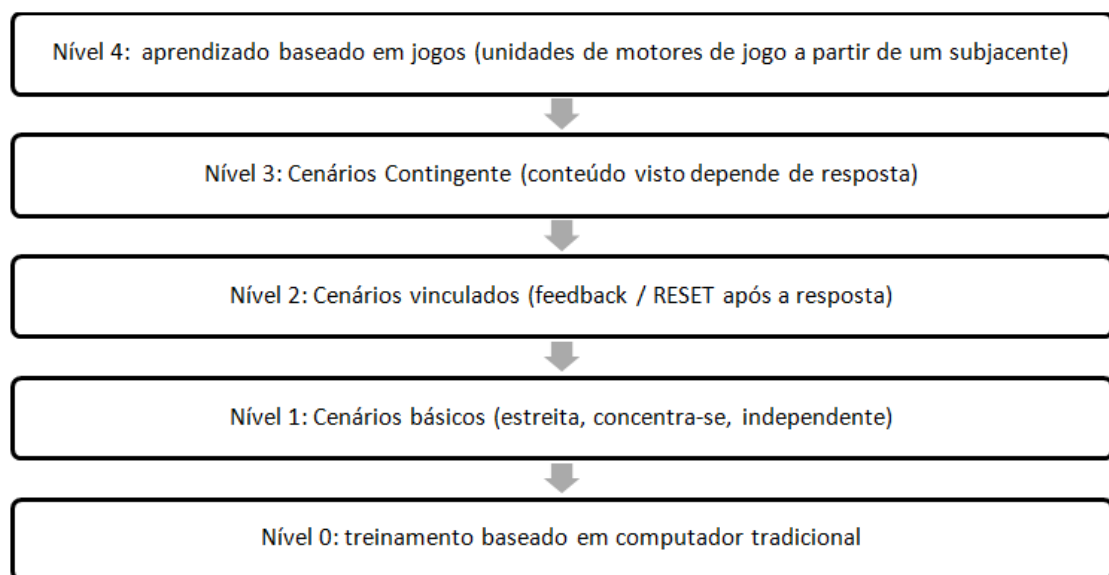


Fonte: Adaptado de Zyda (2005).

Para Greitzer et al. (2007), há uma relação entre as dimensões da aprendizagem e o nível de engajamento entre o jogador e o jogo. Geralmente, os paradigmas dos desenvolvedores de *serious games* requerem que o aluno tenha um papel mais ativo, pois quanto mais envolvido o aluno, melhor é o processo de formação. Um desafio do desenvolvimento é que os paradigmas mais ativos são os mais difíceis e caros de serem construídos. A Figura 2 ilustra os diferentes níveis de engajamento (0 a 4) que fornecem um contexto prático para a compreensão das relações entre as diferentes abordagens de treinamento. Essas abordagens variam de treinamento baseado em casos simples até uma aprendizagem com base em *serious games*. O nível 0 representa paradigmas de treinamento lineares tradicionais que colocam o aluno em um ambiente de treinamento rígido e passivo. O nível 1 representa um avanço, emprega cenários simples ou exemplos interativos que exigem que aluno se concentre em resolver sozinho os problemas, sendo vinculado a um objetivo de aprendizado. No nível 2 há um passo a mais em sofisticação, pois ele proporciona cenários interligados que apresentam problemas mais realistas os quais, porém, geram um problema no número ilimitado de “caminhos/ramificações” que um aluno pode escolher. O sistema fornece

o feedback após passos críticos e restabelece o problema após cada etapa. Por sua vez, o nível 3 é uma abordagem de treinamento mais interativa que permite uma quantidade limitada de “caminhos/ramificações”, acomodando diferentes escolhas ou desempenho do aluno. Finalmente, o nível 4 elimina, em grande parte, as restrições sobre os “caminhos/ramificações” por meio do emprego de um paradigma baseado em jogos com cenários mais ricos e reais, gerenciados/controlados por um mecanismo de jogo (GREITZER et al., 2007).

Figura 2 - Níveis para treinamento usando computador



Fonte: Adaptado de Greitzer et al. (2007).

Ao realizar pesquisas e o desenvolvimento necessários para o futuro dos jogos digitais em um ambiente universitário, os desenvolvedores têm o potencial de influenciar não apenas o futuro do entretenimento interativo, mas também o futuro do treinamento, educação e simulação de todos os *serious games* em desenvolvimento e implantação (ZYDA, 2005).

Nos últimos anos, vários *serious games* baseados em simulação foram desenvolvidos a fim de dominar novos conceitos de negócio em gestão de operações e sistemas. Isso indica o grande potencial da ferramenta para fins pedagógicos (VAN DER ZEE et al., 2012).

Com a crescente demanda por trabalhadores, com conhecimento técnico e que sejam adeptos ao dinamismo no sistema de manufatura, a aplicação de *serious games*, como um método de aprendizagem, foi inserida na educação na área de produção e manufatura. A capacidade dos *serious games* em motivar os alunos e aumentar o seu envolvimento é destaque na maioria das teorias da aprendizagem (POURABDOLLAHIAN, 2012).



### 2.1.2 Jogos Empresariais

Um jogo de empresa tem sido definido como "um *serious games* em um ambiente empresarial que pode levar a um ou ambos dos seguintes resultados: a formação de jogadores em habilidades (técnicas/comportamentais) ou a avaliação de desempenho dos jogadores (quantitativamente e/ou qualitativamente)" (GRECO, 2013 p. 649).

Os jogos empresariais procuram destacar a importância do planejamento, do controle e das decisões referentes à estratégia da organização, simulando a responsabilidade e a consequência dos futuros impactos na empresa (PEREZ, 2007). Para Pourabdollahian (2012), um jogo empresarial precisa ser desenhado para estimular os jogadores a repetirem os processos continuamente durante as interações de ciclos e engajá-los a adquirir conhecimentos e habilidades.

De acordo com Godoy e Cunha (1997), no jogo empresarial é preciso criar toda a descrição e as características de uma empresa fictícia (situação financeira, patrimonial, plano estratégico, recursos humanos, organograma, histórico e todas as informações pertinentes à composição do contexto e da situação-problema). Os participantes precisam tomar decisões em cada uma das rodadas sucessivas, além de acompanhar os resultados de suas decisões.

Os jogos de empresas têm sido usados há um longo tempo, especialmente por diferentes instituições de ensino, universidades e associações profissionais. Hoje, são considerados uma ferramenta útil no que se refere a aprender a gerir as empresas e a como explorar novas oportunidades estratégicas (FITÓ-BERTRAN et al., 2014). Além disso, esses jogos são utilizados como ferramentas de aprendizado na compreensão de sistemas operacionais complexos, de competência pessoal, colaboração e comunicação (WARREN e LANGLEY, 1999 apud HAUGE e RIEDEL, 2012) e também para esclarecer a dinâmica dos sistemas operacionais e para avaliar novos princípios de estratégia (KATSALIAKI, MUSTAFEE e KUMAR, 2014).

De acordo com BERRETINI (2010), eles caracterizam-se como uma ferramenta de ensino e de simulação de tomada de decisão, fornecendo aos participantes a oportunidade de experimentarem a responsabilidade, tornando-se um forte aliado na formação profissional na área de engenharia de produção e demais áreas relacionadas à gestão de negócios. Para Perez (2007), são jogos nos quais os participantes assumem o papel de tomador de decisão em uma organização empresarial que pode englobar todos os setores da economia ou todos os departamentos da empresa. Eles são baseados em modelos matemáticos desenvolvidos para simular determinadas situações, considerando as variáveis que agem nesses ambientes.

A cada dia, o uso dessa ferramenta como técnica didática é expandido, tanto em número de pessoas envolvidas quanto em utilização de modelos com diferentes objetivos (BORRAJO et al., 2010). Pesquisas recentes baseadas em simulações sugerem que, mesmo com conhecimento parcial do ambiente de negócio, os jogos de empresas podem melhorar dramaticamente o desempenho, proficiência e a habilidade dos jogadores (DENREEL, FANG e FEVINHAL, 2004; GAVETTI e LEVINHAL, 2000 apud GARY e WOOD, 2011; KATSALIAKI, MUSTAFEE e KUMAR, 2014).

Os gestores necessitam entender como a organização funciona, testar novas políticas, descobrir erros e falhas na gestão e levantar pontos escondidos dentro dos sistemas complexos. Através de uma simulação do sistema, não apenas as partes individuais tornam-se aparentes. O resultado de situações futuras torna possível prever informações para que os gestores se concentrem em realizar as mudanças necessárias na organização (KATSALIAKI, MUSTAFEE e KUMAR, 2014).

Os jogos de empresas fornecem um modo de entregar uma experiência de processo de engenharia sem o risco de prejudicar a empresa durante a aprendizagem (BORRAJO et al., 2010; HAUGE e RIEDEL, 2012). Avanços recentes em ferramentas de modelagem e simulações interativas proporcionam um meio eficaz para representar a estrutura de negócio e dos sistemas sociais em ambientes complexos e dinâmicos (STERMAN, 2000 apud GARY e WOOD, 2011).

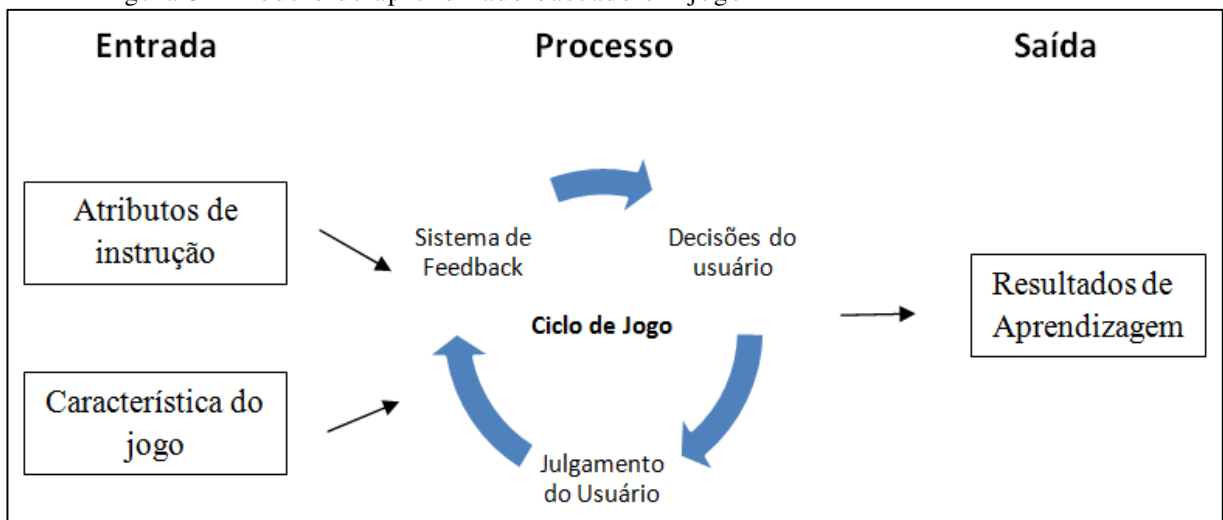
O processo mediado por jogos de empresas pode ser considerado como ativo e vivencial, pois o aprendizado é uma consequência da motivação e da atitude (ativa) do aluno, além da profundidade e intensidade de sua interação com o modelo e da experiência que adquire com as atividades realizadas (vivência) (RODRIGUES, 2010). A aprendizagem é um processo pelo qual a repetição e a experiência permitem que tarefas sejam executadas melhor e mais rapidamente. Também permite a produção de novas oportunidades a serem definidas (TEECE et al., 1997).

Vários autores mostraram que os jogos de simulação de negócios apresentam uma alternativa eficaz aos métodos tradicionais de ensino. Eles fornecem uma ligação entre conceitos abstratos e problemas reais, praticidade adicional para a definição de aprendizagem e proporciona aos alunos a oportunidade de praticarem os casos de tomada de decisão que representam as características temporais de um processo do ambiente do mundo real (BENZVI, 2010).

Garris et al. (2002) desenvolveu um modelo para mostrar como os jogos suportam o resultado de aprendizagem (Figura 3). Esta figura enfatiza três principais fases. Primeiro, os

atributos de instrução e características do jogo que são incorporados como entradas (*input*) no processo de ciclo do mesmo. Segundo, os recursos de entradas devem ser capazes de provocar uma reação nos jogadores, como compromisso ou diversão, e mudarem os comportamentos dos alunos, como a concentração em determinadas tarefas. Nessa fase, os jogadores tomam decisões, são julgados por elas e recebem um *feedback* com base em suas performances. Por fim, na última fase, os resultados de aprendizado acontecem (GARRIS et al. 2002 apud POURABDOLLAHIAN et al. 2012).

Figura 3 - Modelo de aprendizado baseado em jogo



Fonte: Adaptado de Garriss et al.(2002, apud POURABDOLLAHIAN et at., 2012).

O primeiro jogo de empresas direcionado ao ambiente empresarial é o *Top Management Decision Simulation* criado pela *American Management Association* em 1956. Um jogo interativo, computadorizado e generalista no qual as equipes (empresas) administram uma empresa produtora de um produto e competem entre si em um único mercado. Após 1961 já existiam mais de 100 jogos de empresa publicados nos EUA e, aproximadamente, 30.000 executivos já haviam jogado algum tipo de jogo empresarial (PASIN e GIROUX, 2011).

O *Beer Game* é um dos jogos de empresa mais conhecidos e rentáveis na área da Engenharia de Produção. É utilizado para estudar a Supply Chain Management (SCM) e foi criado pela escola *Sloan School of Management* (da *Massachusetts Institute of Technology* - MIT) por volta de 1960. O *Beer Game*, jogado em um tabuleiro ou no computador, retrata a produção e distribuição de cerveja. Os jogadores em cada posição são livres para tomar decisões. O objetivo é maximizar os lucros e obter nenhum backlog. (SARKAR et al., 2012)

Ressaltando que, apesar do jogo de simulação ser uma ótima ferramenta para adquirir conhecimento, não é sugerido que eles possam ou devam substituir palestras, leituras, estudos de caso ou outros métodos de aprendizagem (PASIN et al., 2011).

#### 2.1.2.1 Vantagem dos Jogos de empresas

Jogos em ambientes virtuais permitem que os jogadores tomem decisões complicadas sem interferir nas práticas reais. Assim, evitam danos irreparáveis caso tivesse havido alguma decisão errada. Portanto, o jogo é um excelente mecanismo para oferecer formação educacional de forma mais envolvente e segura, tanto na universidade quanto nas indústrias (POURABDOLLAHIAN et al., 2012). Por meio da criação de compreensão e conhecimento com base em *try-outs* (experiências), os jogos ensinam diferentes princípios de planejamento e treinamento, fornecendo *know-how* prático de um trabalho (KATSALIAKI et al., 2014).

Perez (2007, p. 86) lista alguns benefícios oriundos da utilização de simulações em jogos empresariais:

- Pode-se utilizar a suposição “*What if*” permitindo a comparação de diversos cenários;
- Liberdade de testar melhorias nos sistemas sem interferir na realidade;
- Avaliação de um longo período em espaço curto de tempo, não necessitando esperar;
- Pode-se vivenciar vários anos empresariais em um período curto;
- Simplificação do processo da realidade e refinamento ao longo do tempo;
- Desenvolvimento das capacidades gerenciais dos participantes;
- Visão sistêmica e flexível;
- Visão de mercado simulado;
- Compreensão de um sistema/empresa;
- Aprendizados estratégicos, conhecendo os objetivos estratégicos e os fatores controláveis e incontroláveis;
- Processo de tomada de decisão;
- Permite aprendizado através do erro;
- Economicidade comparada à experiência real, pois essas, quando realizadas, podem acarretar em consequências danosas ou irreparáveis;
- Intercâmbio de experiência entre os participantes (entre o ambiente interno; autoridade; responsabilidade; valores);

- Interativo, relacionamento intergrupal (entre o ambiente externo);
- *Feedback* (resultado do processamento, relatórios). Possibilita a análise, discussão e entendimento das consequências derivadas das escolhas frente a uma determinada realidade competitiva;
- Competitividade, entusiasmo e interesse despertado pelo clima de competição e pela semelhança prática de gestão de uma empresa;
- Interação do aluno dentro das equipes de gerência.

Machado (2005 apud BERRETINI, 2010) uma das principais vantagens da simulação é que através dela é possível projetar um sistema, modificar parâmetros e verificar suas consequências antes do mesmo ser construído ou implementado na vida real. Consequentemente, todas as alternativas podem ser testadas e exploradas virtualmente, examinando o comportamento do sistema de diferentes maneiras e evitando, assim, custos desnecessários. Podem ser verificadas e testadas várias hipóteses, novas políticas, regras de decisão, fluxo de materiais e de informações.

Pasin et al. (2011, p. 1243) citam outros benefícios de se utilizar jogos de empresas como forma de ensino-aprendizagem. Alguns pontos são semelhantes e outros complementam os de Perez (2007). São eles:

- São superiores a outros métodos de ensino para ajudar os alunos a desenvolverem habilidades, tais como a solução de problemas complexos, a tomada de decisão estratégica e habilidades comportamentais, incluindo o trabalho em equipe e organização;
- Permitem que os participantes desenvolvam uma perspectiva global, conectando o aprendizado com situações do mundo real, além de chegar perto das realidades de um mundo de negócios competitivo;
- São dinâmicos. Os jogos de simulação permitem que os alunos experimentem o impacto da mudança ao longo do tempo. Além disso, são particularmente úteis para ajudar os alunos a compreenderem os efeitos sistêmicos e as consequências não intencionais;
- Os participantes são ativos durante todo o processo de aprendizagem e tem de fazer sentido e integrar um processo de decisão complexo. Em vez de simplesmente aplicar um conjunto de regras ou regurgitando teoria, eles são, portanto, responsáveis pela própria aprendizagem;
- Simulações são mais envolventes e motivadoras do que outras estratégias de ensino. Além de proporcionarem uma experiência de aprendizagem reforçada,

os jogos permitem que os participantes aprendam habilidades complexas, no que podem ser caracterizados como uma “realidade aumentada”;

- Jogos de simulação são essencialmente “livres de risco”, pois ninguém sofrerá com os erros ou más decisões. A ausência de risco real permite aos participantes aumentarem seu nível de confiança em um ambiente menos estressante, mas ainda assim estimulante;
- Simulações podem apresentar situações que raramente ocorrem na vida real, exigindo habilidades específicas e críticas. Na mesma linha, permitem múltiplas repetições de situações semelhantes, acelerando a aprendizagem;
- Ao contrário da vida real, é possível parar o jogo de simulação e ter tempo para refletir ou reprisar parcialmente a situação para avaliar os efeitos de decisões alternativas. Os participantes também podem obter rapidamente um feedback claro e significativo em suas ações, o que raramente é possível na vida real;
- Situações excessivamente complexas podem ser simplificadas e mais gerenciáveis.

#### 2.1.2.2 Desvantagens e limitações dos Jogos de empresas

As simulações utilizadas em jogos simplificam a realidade e sempre são incompletas e imprecisas (GARY e WOOD, 2011). Os jogos de empresas podem não ser muito efetivos para algumas pessoas, pois os seres humanos são singulares e aprendem de forma diferente (BORRAJO et al., 2010).

Perez (2007, p. 88) cita algumas desvantagens e dificuldades de simulações em jogos empresariais:

- Dificuldade de validação (realidade vs. realismo);
- Alto custo de desenvolvimento do jogo;
- Transferência errônea da vida real. Acreditar que uma prática ou estratégia adotada no jogo trará os mesmos resultados para uma empresa na vida real;
- Pressão de tempo e do trabalho que pode causar traumas ou ser prejudicial na ponderação das informações;
- Causa dificuldade em quantificar e validar os benefícios dos jogos no aprendizado;
- Modelos complexos e realistas são meios ineficientes de ensino-aprendizagem;

- Jogos de empresas com objetivos e finalidades não definidos ou não claros, tornando o aprendizado confuso;
- Os participantes não tem o mesmo aproveitamento diante das diversas formas de transmissão de conhecimento;
- Jogos muito complexos podem desmotivar os participantes;
- Falta de evidências entre os bons jogadores e gestores;
- Os ganhadores dos jogos não serão, necessariamente, os melhores gestores na vida real.

A autora Berretini (2010) menciona desvantagens e limitações como: desequilíbrio entre a complexidade do jogo e a motivação dos participantes, dificuldade de validar e quantificar os efeitos dos jogos, desafios baixos em relação ao preparo podem gerar tédios, enquanto grandes desafios em relação ao preparo podem produzir frustração e ansiedade. Além disso, afirma que a complexidade do jogo não reproduzirá a realidade, que o jogo pode não ser levado a sério, e que há risco de falsos conceitos ocasionados por ineficiência do modelo simulado ou por erro do administrador do jogo.

No trabalho de Pasin et al. (2011, p. 1246), os autores citam algumas desvantagens as quais também são semelhantes e/ou complementam o trabalho de Perez (2007) e Berretini (2010) sobre utilizar jogos empresariais como ferramenta de ensino-aprendizagem:

- Eles podem ser caros. Não só o desenvolvimento e os testes exigem uma quantidade substancial de tempo, mas eles também têm que ser adaptados sempre que uma nova versão do software é introduzida;
- Professores e instrutores devem estar bem preparados, sendo capazes de responder a perguntas e tranquilizar os estudantes frustrados com dificuldades técnicas. Isso é particularmente importante quando há várias seções do mesmo curso, pois todos os professores devem estar igualmente confortáveis com a simulação, o que pode ser difícil onde houver uma alta rotatividade de pessoal de ensino em um curso específico;
- No caso de simulação computadorizada, deve haver computadores suficientes para todos os alunos, caso eles não possuam os seus próprios;
- Se os jogos de simulação forem jogados durante o horário de aula, eles podem consumir uma quantidade excessiva de tempo em comparação com outras estratégias de ensino. No entanto, se utilizados fora do horário de aula, os professores terão de dedicar uma quantidade considerável de tempo para gerenciar a simulação, responder perguntas e fornecer *feedback*;

- Os alunos, talvez preocupados fortemente com a forma pela qual sua nota dependerá da simulação, podem ficar frustrados e sentirem que não têm feito o seu melhor. Essas frustrações podem ser agravadas, causando problemas de gestão da equipe (oportunistas, opiniões divergentes sobre as decisões a serem feitas etc.). Para os professores, pode não ser fácil desenvolver estratégias de classificação que sejam justas, sem consumir muito do seu tempo;
- Se os alunos percebem que uma simulação é irrealista, eles podem não levarem a sério ou perder a motivação para jogar. No entanto, precisam ter fidelidade cognitiva, ou seja, os processos de decisão implantados no jogo de simulação devem ser semelhantes a situações na vida real.

Além das desvantagens, o autor Cornélio Filho (1998, p. 17) cita as limitações de se criar um jogo com base de simulações. São elas:

- a) Devido à sua natureza estocástica, os modelos de simulação devem ser rodados várias vezes para que se possa prever a performance do sistema;
- b) A simulação é muito dependente da validade do modelo desenvolvido, ou seja, não adianta fazer um estudo detalhado dos dados de saída encontrando uma solução para o sistema, se o modelo criado não representa fielmente o sistema ou se os dados de entrada não são corretos;
- c) A técnica não é por si só otimizante, pois ela testa somente as alternativas fornecidas pelo usuário;
- d) Exige-se treinamento especial para construção de modelos. Há o envolvimento de arte e, portanto o aprendizado se dá ao longo do tempo, conforme se vai adquirindo experiência;
- e) Os resultados da simulação são, algumas vezes, de difícil interpretação e requerem do usuário um conhecimento profundo do sistema que programou;
- f) A modelagem e a experimentação, associadas à modelos de simulação, consomem muitos recursos, principalmente tempo. Simplificar a modelagem ou os experimentos, na tentativa de economia, costuma gerar resultados insatisfatórios.



## 2.2 ESTRATÉGIA

Esta sessão é uma introdução à “Estratégia” com objetivo de demonstrar a relevância do posicionamento da empresa no mercado competitivo, suas aplicações na gestão organizacional e a evolução do conceito.

### 2.2.1 Definição de Estratégia

De acordo com Ghemawat (2000, p. 16 apud LOBATO et al., 2008 p.15): “Estratégia é um termo criado pelos antigos gregos, para os quais significava um magistrado ou comando-chefe militar.”

Portanto, a princípio o conceito estratégia era utilizado por organizações militares ou políticas e que, posteriormente, foi apropriado pelo ambiente dos negócios, estando seu desenvolvimento relacionado com o ritmo das transformações, a sociedade em geral e o mundo empresarial (LOBATO et al., 2008 p.15).

Para Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000 apud SANTOS e GOHR, 2010 p. 10), a estratégia é um conceito dinâmico e abrangente, o que possibilita um amplo aspecto de definições para o termo. Seu conjunto total de definições pode ser dividido em cinco significados genéricos, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Definições para o termo “Estratégia”

| Estratégia como... | Significa que...                                                                                                                                                                             |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Um Plano           | A estratégia é entendida como uma direção, um guia ou um curso de ação para o futuro.                                                                                                        |
| Um Padrão          | A estratégia é relacionada ao comportamento da organização ao longo do tempo, ou seja, descreve o comportamento passado.                                                                     |
| Uma Posição        | A estratégia é representada por posições genéricas comuns e facilmente identificáveis no mercado, ou seja, é a criação de uma posição única, envolvendo um conjunto diferente de atividades. |
| Uma Perspectiva    | A estratégia é relacionada com a teoria do negócio, isto é, se volta para dentro da organização, das cabeças dos estrategistas e para a visão da empresa.                                    |
| Uma Armadilha      | A estratégia é considerada um truque para enganar os concorrentes.                                                                                                                           |

Fonte: Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000).

Segundo o modelo desenvolvido por Gluck, Kaufmann e Walleck (1980, apud Lobato et al., 2008 p. 15) existem cinco sucessivas escolas do pensamento estratégico, a escola do “Planejamento Financeiro”, do “Planejamento a longo prazo”, do “Planejamento estratégico”, da “Administração estratégica” e da “Gestão estratégia”, sendo que cada uma delas engloba e complementa a anterior, de forma a corrigir os aspectos que limitam ou distorcem o conjunto formado por todas.

Pode-se observar no Quadro 2 que nos anos 1970 a escola do “Planejamento estratégico” foi a primeira a abordar o conceito de análise de recursos internos e competência da organização, visando otimizar os trabalhadores existentes por meio de uma alocação seletiva e eficiente. A partir desse período, as empresas começaram a considerar os recursos humanos como um fator importante na estratégia da corporação.

Quadro 2 - Evolução do pensamento estratégico

| Escola de pensamento              |                                |                             |                                             |                                            |                                                     |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Descrição                         | Planejamento financeiro        | Planejamento a longo prazo  | Planejamento estratégico                    | Administração estratégica                  | Gestão estratégica                                  |
| <b>Características principais</b> | Orçamento anual                | Projeção de tendências      | Pensamento estratégico                      | Análise da estrutura da indústria          | Pensamento sistêmico                                |
|                                   | Controle financeiro            | Análise de lacunas          | Análise de mudanças no ambiente             | Contexto econômico e competitivo           | Integração entre planejamento e controle            |
|                                   | Administração por objetivos    | Curva de experiência        | Análise de recursos internos e competências | Estratégias genéricas                      | Coordenação de todos os recursos para objetivo      |
|                                   |                                | Estudo de cenários          | Alocação de recursos                        | Cadeia de valor                            | Organização estratégica                             |
|                                   |                                |                             | Foco na formulação                          | Foco na análise e implementação            | Direção estratégica                                 |
|                                   |                                |                             |                                             | Pesquisas e informações com base analítica | Foco nos objetivos financeiros                      |
| <b>Sistemas de valores</b>        | Cumprir o orçamento            | Projetar o futuro           | Definir a estratégia                        | Determinar a atratividade da indústria     | Buscar sintonia com os ambientes interno e externo  |
| <b>Problemas</b>                  | Miopia ou visão de curto prazo | Não prever discontinuidades | Falta de foco na implementação              | Não desenvolver a abordagem sistêmica      | Falta de alinhamento com a filosofia organizacional |
| <b>Predominância</b>              | Anos 1950                      | Anos 1960                   | Anos 1970                                   | Anos 1980                                  | Anos 1990                                           |

Fonte: Adaptado de Gluck, Kaufmann e Walleck, (1980, apud LOBATO et al., 2008).

Teece, Pisano e Shuen (1997) identificaram 4 paradigmas de estratégia: Forças Competitivas, Conflitos da Estratégia, Perspectiva baseada no Recurso e Capabilidades Dinâmicas. Os autores utilizaram uma abordagem da concorrência baseada na inovação, na

rivalidade preço/performance, rendimentos crescentes e a “destruição criativa” de competências existentes numa visão Schumpeteriana<sup>1</sup> (Quadro 3).

Quadro 3 - Paradigmas da estratégia: características mais salientes

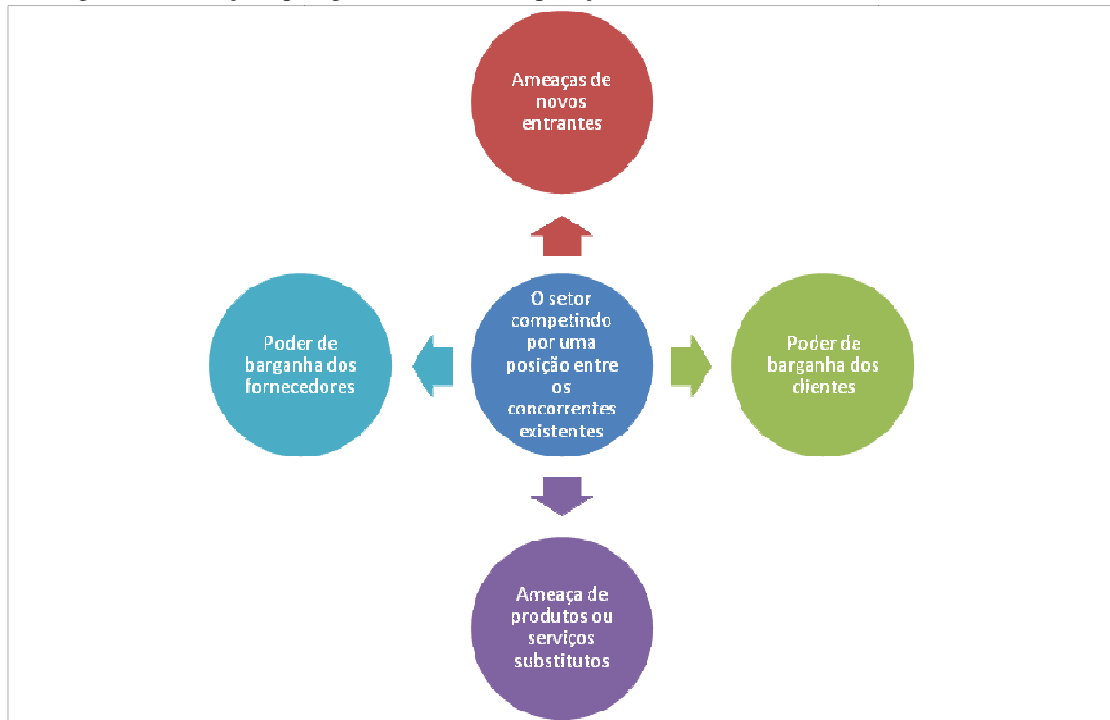
| Paradigma                      | Raiz Intelectual                                         | Autores representantes que abordam questões de gestão estratégica                                                                                                       | Natureza da renda | Suposições racionalidade dos gestores | Unidades fundamentais de análise | Capacidade de curto-prazo para a reorientação estratégica | Papel da estrutura industrial | Preocupação Focal                                     |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Forças Competitivas            | Manson, Bain                                             | Porter (1980)                                                                                                                                                           | Chamberlinian     | Racional                              | Indústrias, empresas, produtos   | Alto                                                      | Exógenos                      | Condições estruturais e de posicionamento concorrente |
| Conflitos de Estratégia        | Machiavelli, Schelling, Cournot, Nash, Harsanyi, Shapiro | Ghemawat (1986)<br>Shapiro (1989)<br>Brandenburger e Nalebuff (1995)                                                                                                    | Chamberlinian     | Hiper-racional                        | Empresas, produtos               | Frequentemente infinito                                   | Endógeno                      | Interações estratégicas                               |
| Perspectiva baseado em Recurso | Penrose, Selznick, Christensen, Andrews                  | Runelt (1984)<br>Chandler (1966)<br>Wernerfelt (1984)<br>Teece (1980, 1982)                                                                                             | Ricardian         | Racional                              | Recursos                         | Baixo                                                     | Endógeno                      | Fungibilidade de ativos                               |
| Capabilidade Dinâmica          | Schumpeter, Nelson, Winter, Teece                        | Dosi, Teece e Winter (1989) Prahalad and Hamel (1990) Hayes and Wheelwright (1984) Dierickx and Cool (1989) Porter (1990) Teece (1997) Eisenhardt (2010) Schilke (2014) | Schumpeterian     | Racional                              | Processos, posições, padrões     | Baixo                                                     | Endógeno                      | Acumulação de ativos, replicabilidade e imitabilidade |

Fonte: Adaptado de Teece et al. (1997, p. 527).

<sup>1</sup> Visão Schumpeteriana refere-se ao ponto económico do austríaco Joseph Alois Schumpeter sobre o desenvolvimento e evolução do sistema capitalista.

O autor Porter (1998) foi o pioneiro no paradigma “Forças Competitivas”. Ele introduziu o conceito das barreiras de cinco níveis industriais: ameaça de novos entrantes, ameaça de produtos substitutos, poder de barganha dos fornecedores, poder de barganha de clientes e rivalidade entre os concorrentes. As forças competitivas determinam o lucro inerente ao potencial de uma indústria ou subsegmento de uma indústria (Figura 4).

Figura 4 - Forças que governam a competição em um setor industrial



Fonte: Porter (1998).

A publicação em 1989 do artigo de Carl Shapiro intitulado “*A Teoria da Estratégia de Negócios*” anunciou o surgimento de uma nova abordagem “Conflitos da Estratégia”. Essa abordagem utiliza as ferramentas da teoria dos jogos para analisar a natureza da interação competitiva entre empresas rivais. O principal impulso do trabalho nessa tradição é para revelar como uma empresa pode influenciar o comportamento e as ações de empresas rivais e, assim, o ambiente de mercado. O ambiente de mercado engloba todos os fatores que influenciam os resultados do mercado (preços, quantidades, lucros), incluindo as crenças dos clientes e dos rivais, o número de potenciais tecnologias empregadas e os custos ou a velocidade com que um rival entra no setor (TEECE et al., 1997).

O paradigma “Perspectiva baseada no Recurso” vê as empresas como sistemas superiores e estruturadas. Elas são rentáveis não porque se envolvem em investimentos estratégicos que podem impedir novos entrantes e aumentar os preços acima dos custos de

longo prazo, mas sim porque têm custos significativamente menores ou oferecem uma qualidade ou desempenho de produto consideravelmente melhores. Essa abordagem centra-se sobre as vendas resultantes e não nos lucros econômicos de posicionamento de mercado do produto. A vantagem competitiva inicia nos mercados de produtos e termina sobre os recursos da empresa, particulares e difíceis de imitar (TEECE et al., 1997 p.513).

Por fim, o paradigma “Capabilidades Dinâmicas” traz como vantagem competitiva a capacidade de resposta oportuna e inovação de produto rápida e flexível, juntamente com a capacidade de gestão para coordenar e reorganizar competências internas e externas de forma eficaz (TEECE et al., 1997). O termo “dinâmico” se refere à capacidade de renovar competências de modo a alcançar a coerência do ambiente de negócios que está em constante mudança. Certas respostas inovadoras são necessárias quando o tempo é crítico, a taxa de mudança tecnológica é rápida e a natureza da concorrência e os mercados futuro são difíceis de determinar. O termo “capabilidades” enfatiza o papel fundamental da gestão estratégica em adaptar, integrar e reconfigurar as competências internas e externas da organização, os recursos e as competências funcionais, a fim de corresponder às exigências de um ambiente em mudança. Um pressuposto fundamental em grande parte da gestão estratégica é que os gestores que possuem uma rica compreensão sobre as capacidades e as dinâmicas organizacionais da estrutura da indústria podem melhorar o desempenho de sua empresa (COCKBURN, HENDERSON, STERN, 2000 apud GARY e WOOD, 2011).

A capacidade dinâmica emergiu como uma das teorias mais influentes no estudo da gestão estratégica ao longo da última década (SCHILKE, 2014 p. 179). De acordo com Winter (2003), a capacidade dinâmica é diferente da capacidade comum ou operacional, pois essas últimas são de ordem superior e mudam o produto, o processo de produção, a escola ou a base clientes servidos. Capabilidades dinâmicas são as rotinas organizacionais e estratégicas antecedentes pelas quais os administradores alteram sua base de recursos para gerar novas estratégias de criação de valor (GRANT, 1996; PISANO, 1994; apud EISENHARDT et al., 2000). São como *drivers* por trás da criação, evolução e recombinação de outros recursos em novas fontes de vantagem competitiva e são como ativos intrigantes, pois, normalmente, devem ser construídos e não comprados, sendo habilidades e ativos complementares difíceis de replicar ou imitar. (HENDERSON e COCKBUR, 1994; TEECE et al., 1997; apud EISENHARDT et al., 2000).

### 2.2.2 Estratégia Empresarial

A estratégia empresarial é uma estratégia voltada ao planejamento da evolução da empresa, buscando deliberadamente um plano de ação para desenvolver e ajustar as vantagens competitivas da organização (HENDERSON, 1998). Para Porter (1998), a estratégia empresarial é utilizada para lidar com a competição por meio da luta por participação de mercado. A instituição de pesquisa de Stanford a definiu como a maneira pela qual a empresa reage ao seu ambiente competitivo, implanta seus principais recursos e controla seus principais esforços, a fim de prosseguir com seus objetivos (ANDREWS, 1991).

A questão fundamental na área da estratégia empresarial é a forma como as empresas conseguem atingir uma vantagem competitiva no mercado (TEECE et al., 1997) e como se desenvolvem ou se sustentam em longo prazo (ANDREWS, 1991). Para Henderson (1998), um elemento básico da competição estratégica é a capacidade de compreender o comportamento competitivo como um sistema no qual pessoas interagem e são importantes para o movimento estratégico.

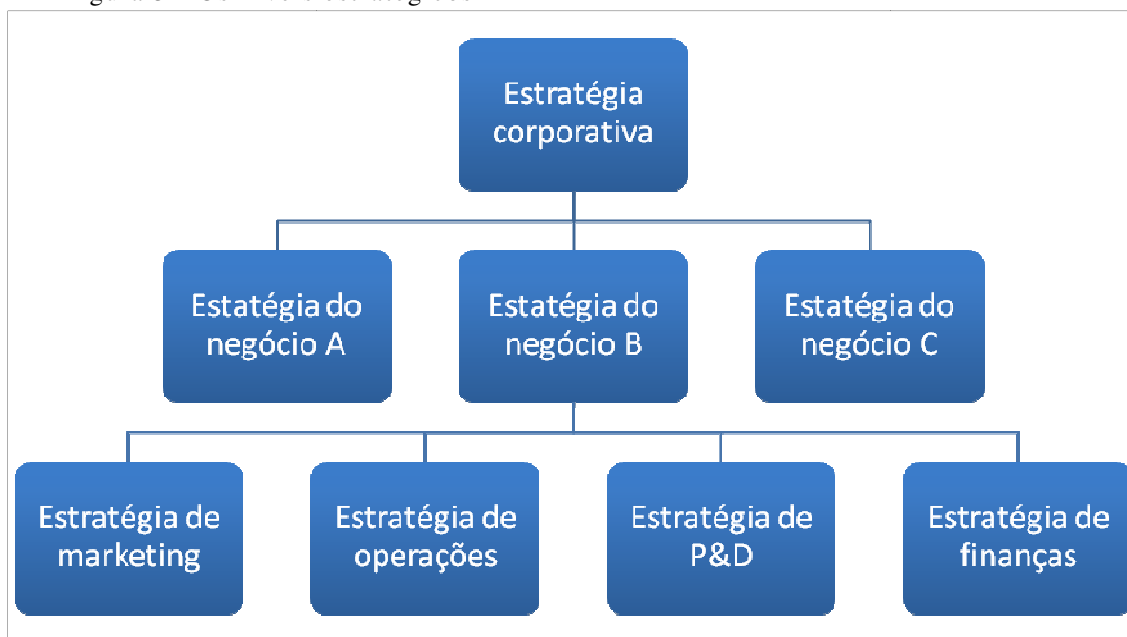
Paiva et al. (2004, p. 45) identificam cinco critérios competitivos relacionados à estratégia de negócio da organização: qualidade, desempenho de entrega, flexibilidade, custos e inovatividade. O último critério, a inovatividade, “é tradicionalmente definido como a habilidade da empresa em lançar novos produtos e/ou serviços em curto espaço de tempo”.

Obviamente, cada empresa tem a liberdade de definir seu próprio conjunto de objetivos de desempenho, considerando as particularidades de cada negócio, e de enfrentar um *trade-off* sobre a escolha dos critérios competitivos mais relevantes. Contudo, o objetivo principal e a individualidade da organização devem ser determinados com clareza para atingir o sucesso da empresa (ANDREWS, 1991).

### 2.2.3 Estratégia Funcional

A palavra “estratégia”, utilizada antigamente somente na área dos negócios (empresarial/*business*), se ampliou e atualmente é usada em diversas áreas. Conforme Hayes e Wheelwright (1984), o conceito de estratégia empresarial apresenta três níveis estratégicos: estratégia corporativa, estratégia competitiva (ou da unidade de negócios) e estratégia funcional. As decisões estratégicas podem ser tomadas considerando o nível corporativo, o nível da unidade de negócios ou o nível funcional, como ilustrado na Figura 5. A estratégia corporativa representa o ponto inicial para elaboração da estratégia do negócio o qual, por sua vez, representa o ponto inicial para a estratégia funcional (MARUCHECK et al., 1990).

Figura 5 - Os níveis estratégicos

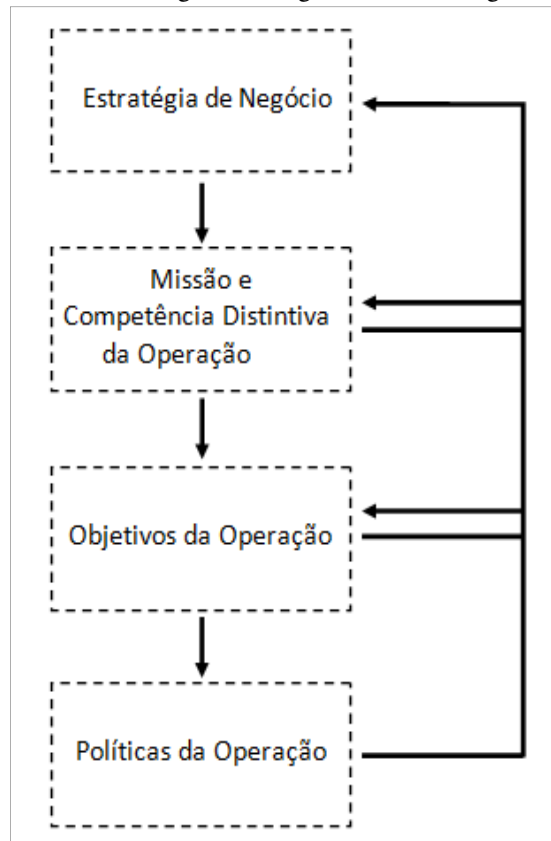


Fonte: Hayes e Wheelwright (1984, p. 28).

A decisão estratégica discutida no presente trabalho é tomada no nível funcional, mais especificamente na “Estratégia de operações” com foco no planejamento e controle de compras de materiais e estoque.

A estratégia de operações é consistente com a estratégia de negócio e, internamente, coerente com a missão, os objetivos, as políticas e as competências definidas pela empresa. A Figura 6 é um modelo *top-down*, mas há também um efeito inverso no qual elementos da estratégia de operações podem afetar a estratégia de negócios. Assim, a relação é interativa e não unidimensional (SCHROEDER et al., 1986). Alguns estudos empíricos mostram uma grande influência da estratégia de operações na elaboração da estratégia corporativa, resultando em efeitos positivos na performance (MARUCHECK et al., 1990).

Figura 6 - Ligação entre Estratégia de Negócio e Estratégia de Operações



Fonte: Schroeder et al. (1986, p.413).

Em meados da década de 1970, a comunidade acadêmica e os profissionais começaram a voltar suas atenções para o papel estratégico das operações e sua ligação com as estratégias corporativas e competitivas da organização. O impulso inicial para o desenvolvimento da área de estratégia de operações veio com o trabalho de Skinner em 1969 (SANTOS e Gohr, 2010). Segundo Skinner (1969), a função das operações era tradicionalmente vista nas empresas sob um papel predominantemente técnico, o que fazia com que fosse subestimada a contribuição das operações para a consecução dos objetivos estratégicos da organização. Assim, ele defendia que as operações representavam o elo que faltava na estratégia empresarial, sendo que as decisões relacionadas com as operações deveriam estar alinhadas com a estratégia competitiva da organização.

Santos e Gohr (2010) definiram a estratégia de operações como um resultado da interação entre as prioridades competitivas e os diferentes tipos de decisões estratégicas no âmbito das operações. Os autores elaboraram o quadro abaixo contendo as definições de estratégia operacional dos principais autores da área (Quadro 4).



Quadro 4 - Definições para estratégia de operações

| Autor(es)                                         | Definição                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Liu e Liang<br>(2014, p. 3)                       | “Estratégia de operações, baseada em recursos, analisa a forma como uma empresa desenvolve e utiliza seus recursos operacionais para alcançar os objetivos de produção com o apoio de recursos de operações profundamente ancoradas dentro de processos de negócios e rotinas organizacionais”.            |
| Slack e Lewis<br>(2003, p. 15)                    | “Estratégia de operações é o padrão total de decisões que moldam as capacitações em longo prazo de qualquer operação e sua contribuição para a estratégia global por meio da conciliação dos requisitos de mercado com os recursos das operações”.                                                         |
| Mills et al.<br>(2002, p. 11)                     | “Uma estratégia de produção é definida como um padrão de decisões, estruturais e infraestruturais, que determina a capacitação de um sistema de produção e especificam como ele irá operar para satisfazer um conjunto de objetivos operacionais que são consistentes com os objetivos gerais do negócio”. |
| Barnes (2002, p. 1090)                            | “A estratégia de produção pode ser entendida como a totalidade das decisões e ações referentes à gestão das operações e em particular à maneira que elas causam impacto na habilidade da empresa alcançar seus objetivos de longo prazo”.                                                                  |
| Lowson (2001, p. 98)                              | “Estratégia de operações: uma fusão única [...] de atividades operacionais, competências essenciais e tecnologias, todas proporcionando eficácia operacional”.                                                                                                                                             |
| Gaither e Frazier (2001, p. 39)                   | “Estratégia de operações é um plano de ação de longo prazo para a produção de produtos [...] de uma empresa e constitui um mapa daquilo que a função produção deve fazer se quiser que suas estratégias de negócios sejam realizadas”.                                                                     |
| Swink e Way<br>(1995, p. 4)                       | “Estratégia de produção pode ser definida como “decisões e planos que afetam recursos e políticas diretamente relacionados ao fornecimento, produção e entrega de produtos”.                                                                                                                               |
| Hayes e Pisano<br>(1994, p. 84)                   | “A estratégia de produção não está apenas relacionada com o alinhamento entre as operações e as prioridades competitivas atuais, mas também com a seleção e criação das capacitações operacionais que uma empresa necessitará no futuro”.                                                                  |
| Anderson, Cleveland e Schroeder<br>(1989, p. 137) | “Uma estratégia de operações é [...] uma estratégia para a função operações de uma organização que é uma parte da estratégia de negócios ou fortemente integrada com as estratégias corporativas e de negócios”.                                                                                           |
| Swamidass<br>(1986, p. 472)                       | “A estratégia de produção envolve o desenvolvimento e o desdobramento das capacitações operacionais em total alinhamento com as metas e estratégias da empresa”.                                                                                                                                           |

Fonte: Adaptado de Santos e Gohr. (2010 p. 47).

As empresas industriais precisam, além de selecionar quais são as dimensões que pretendem competir, orientar suas decisões e ações de forma coerente, buscando transformá-las em uma fonte de vantagem competitiva na(s) dimensão(ões) selecionada(s) (PAIVA et al., 2004). Para obterem seus objetivos de produção, elas precisam planejar suas ações atuais ou futuras (CORRÊA et al., 2013). Upton et al. (2004) classificaram as decisões em categorias e em itens para facilitar o entendimento dos critérios de decisão para estratégia de produção (Quadro 5).

Quadro 5 - Categorias de decisão para estratégia de produção

| Categorias de Decisões                   | Estratégia de produção                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Decisões Estruturais                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Capacidade</i>: quantidade, tipo;</li> <li>• <i>Integração vertical e relação com fornecedores</i>: direção, extensão, equilíbrio;</li> <li>• <i>Instalações</i>: tamanho, localização, especialização;</li> <li>• <i>Informação e processos tecnológicos</i>: grau de automação, interconectividade.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Sistemas e Políticas<br>Infraestruturais | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Alocação de recursos e sistemas de orçamento/capital</i>;</li> <li>• <i>Recursos Humanos</i>: seleção, habilidades, compensação, segurança no emprego;</li> <li>• <i>Sistemas de controle e planejamento do trabalho</i>: compras, planejamento agregado, programação, controle ou estoques e/ou tempo de espera;</li> <li>• <i>Sistemas da qualidade</i>: prevenção de defeitos, monitoramento, intervenção e eliminação;</li> <li>• <i>Sistemas de indicadores e recompensas</i>: medidas, bônus, políticas de promoção;</li> <li>• <i>Sistemas de desenvolvimento de produto e processo</i>: política para liderar ou seguir a concorrência, organização de equipes de projetos;</li> <li>• <i>Organização</i>: centralização vs. descentralização, quais decisões delegar, papel dos grupos de apoio.</li> </ul> |

Fonte: Adaptado de Upton et al. (2004, apud ANTUNES JÚNIOR et al., 2006 p.2).

Os objetivos de desempenho das operações têm diferentes definições, escritas por diversos autores que tentam, de alguma forma, detalhar ou traduzir a estratégia competitiva da organização para as “tarefas” que as operações são responsáveis por desempenhar (SANTOS e GOHR, 2010).

Em 1993, David A. Garvin criou um modelo de ampla aceitação que apresenta as prioridades da estratégia operacional como sendo custo, qualidade, entrega, flexibilidade e serviço, e as desdobrou em várias subprioridades (Quadro 6) (apud OLIVEIRA et al., 2006).

Quadro 6 – Prioridades e subprioridades competitivas da produção

| Prioridades      | Subprioridades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Custo</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo inicial - o preço ou o custo de se adquirir um produto;</li> <li>• Custo operacional - o custo de operar ou usar um produto ao longo de sua vida útil;</li> <li>• Custo de manutenção - o custo de manutenção de um produto ao longo de sua vida útil. Inclui pequenos reparos e reposição de peças.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Qualidade</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempenho - as características primárias de operação de um produto ou serviço;</li> <li>• Características - as características secundárias de um produto ou serviço;</li> <li>• Confiabilidade - a probabilidade de um produto ou serviço falhar durante um específico período de tempo;</li> <li>• Conformidade - o grau em que um produto ou serviço reúne os padrões preestabelecidos;</li> <li>• Durabilidade - o número de vezes que um produto pode ser usado antes de deteriorar-se fisicamente ou não ser viável economicamente repará-lo;</li> <li>• Nível de serviço - depende da velocidade, da cortesia e da competência dos reparos;</li> <li>• Estética - a aparência, o sentimento, o gosto, o cheiro e o som de um produto ou serviço; Qualidade percebida - o impacto da marca, a imagem da empresa e a propaganda.</li> </ul>                                               |
| <b>Entrega</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisão - se os itens corretos foram entregues nas quantidades certas; Completude - se os carregamentos (entregas) foram completos na primeira vez, ou se houve necessidade de emitir novos pedidos para determinados itens;</li> <li>• Confiabilidade - se os produtos foram entregues na data estipulada;</li> <li>• Disponibilidade - a probabilidade de ter em estoque certo item no momento da emissão do pedido;</li> <li>• Velocidade - o tempo decorrido entre a emissão do pedido e a entrega do produto ao consumidor; Disponibilidade de informação - o grau em que as informações a respeito do transporte estão disponíveis em tempo real;</li> <li>• Facilidade de emissão de pedidos - a maneira como a empresa recebe os pedidos (eletronicamente ou não) e informa os itens que estão em estoque;</li> <li>• Qualidade - a condição do produto após o transporte;</li> </ul> |

- Flexibilidade de emissão de pedidos - se há limites estabelecendo o número mínimo de itens por pedido e selecionando os itens de um pedido isolado;
- Flexibilidade de transporte - a habilidade de modificar o roteiro de entrega para atender a circunstâncias especiais;
- Facilidade de retorno - a disposição de absorver os custos de retorno de um produto e a velocidade com que os retornos são processados.

#### **Flexibilidade**

- Flexibilidade de produto
  - Novos produtos - a velocidade com que os produtos são criados, projetados, manufaturados e introduzidos;
  - Customização - habilidade de projetar um produto para atender as especificações de um cliente particular;
  - Modificação - a habilidade de modificar os produtos existentes para atender a necessidades especiais;
- Flexibilidade de volume
  - Previsões incertas - a habilidade de responder a súbitas mudanças no volume de um produto requerido pelo mercado;
  - Aumento de escala de novos processos - a velocidade com que novos processos de manufatura podem variar a produção de pequenos volumes a grandes escalas;
- Flexibilidade de processo
  - Flexibilidade de mix - a habilidade de produzir uma variedade de produtos, em um curto espaço de tempo, sem modificar as instalações existentes;
  - Flexibilidade de substituição - a habilidade de ajustar as mudanças no mix de produtos a longo prazo;
  - Flexibilidade de roteiro - o grau em que a sequência de fabricação ou de montagem pode ser modificada se uma máquina ou um equipamento estiver com problemas;
  - Flexibilidade de materiais - a habilidade de acomodar variações e substituições das matérias-primas;
  - Flexibilidade nos sequenciamentos - a habilidade de modificar a ordem de alimentação dos pedidos no processo produtivo, em razão de incertezas no fornecimento de componentes e materiais.

**Serviços**

- Apoio ao cliente - a habilidade de atender o cliente rapidamente pela substituição de peças defeituosas ou de reabastecimento de estoques para evitar paradas para manutenção ou perdas de vendas;
- Apoio às vendas - a habilidade de melhorar as vendas por meio de informações em tempo real sobre a tecnologia, o equipamento, o produto ou o sistema que a empresa está vendendo;
- Resolução de problemas - a habilidade em assistir grupos internos e clientes na solução de problemas, especialmente em áreas como desenvolvimento de novos produtos, projetos considerando a manufaturabilidade e a melhoria da qualidade;
- Informação - a habilidade de fornecimento de dados críticos a respeito de desempenho de produto, parâmetros de processo e custos para grupos internos, tais como P&D, e para clientes que então utilizam os dados para melhorar suas próprias operações ou produtos.

Fonte: Adaptado de Garvin (1993, apud OLIVEIRA et al., 2006, p. 61-62).

As prioridades competitivas variam conforme as diferentes circunstâncias do mercado e a estratégia da empresa. Além disso, não há um consenso sobre quais devam ser os conjuntos que orientam a implementação da estratégia de produção (OLIVEIRA et al., 2006). De acordo com o quadro de Gavin, o presente trabalho tem o “custo” e a “entrega” como prioridades competitivas da estratégia de produção. Conforme dito anteriormente, o objetivo do módulo de planejamento das necessidades de materiais é obter o menor gasto possível com materiais (incluindo custo de estocagem, do pedido e do material) e a alta qualidade de entrega dos produtos (como confiabilidade e disponibilidade). Essa estratégia operacional está diretamente ligada ao sistema de gestão MRP.

## 2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

Essa sessão tem como objetivo abordar o assunto Planejamento e Controle da Produção (PCP) no ponto de vista pedagógico e acadêmico. O sistema de produção é um conjunto de elementos (humanos, físicos e procedimentos gerenciais) inter-relacionados projetados para gerar produtos finais cujo valor supere o total dos custos incorridos para obtê-los e que, pelo menos, um objetivo de desempenho da produção seja atingindo. Um sistema de produção é eficiente se os recursos são utilizados da melhor forma possível, ou seja, sem desperdícios e se forem, ainda, simultaneamente eficazes e eficientes (FERNANDES et al., 2010).

Conforme Corrêa et al. (2013), para atingir os objetivos estratégicos da organização os sistemas de produção precisam seguir as seguintes questões logísticas básicas: o que produzir e comprar; quanto produzir e comprar; quando produzir e comprar; e com que recurso produzir. Para Fernandes e Godinho Filho, as quatro as principais atividades do Planejamento e Controle da Produção são:

- Programar a produção em termos de itens finais;
- Programar ou Organizar/Explodir as necessidades em termos de componentes e materiais;
- Controlar a emissão/liberação das ordens de produção e compra, terminando se e quando liberar as ordens;
- Programar/sequenciar as tarefas nas máquinas.

A hierarquia do Sistema de Planejamento e Controle da Produção é dividido em longo, médio, curto e curtíssimo prazo. No longo prazo, as decisões são relativas ao Planejamento Agregado da Produção - PA, realizado junto ao Planejamento de Vendas e Operações (S&OP – *Sales Operations Planning*) e Planejamento de Capacidade de Longo Prazo (RRP – *Resource Requirements Planning*) (BERRETINI e CAMPOS, 2012). O S&OP é um processo de planejamento caracterizado por previsões mensais e contínuos ajustes de acordo com as flutuações da demanda, da disponibilidade de recursos e do suprimento. O RRP, por sua vez, têm como objetivo subsidiar as decisões geradas no planejamento agregado, de forma que o plano agregado proposto seja viável em termos de capacidade produtiva (FERNANDES et al., 2010). O objetivo principal dessa etapa não é definir as quantidades exatas a produzir, tampouco detalhar os produtos, mas sim formar uma visão geral sobre as necessidades de capacidade da empresa como, por exemplo, expansão e modernização da fábrica, implantação de novas unidades fabris, a diversificação de produtos e inovação dos existentes. Trata-se de

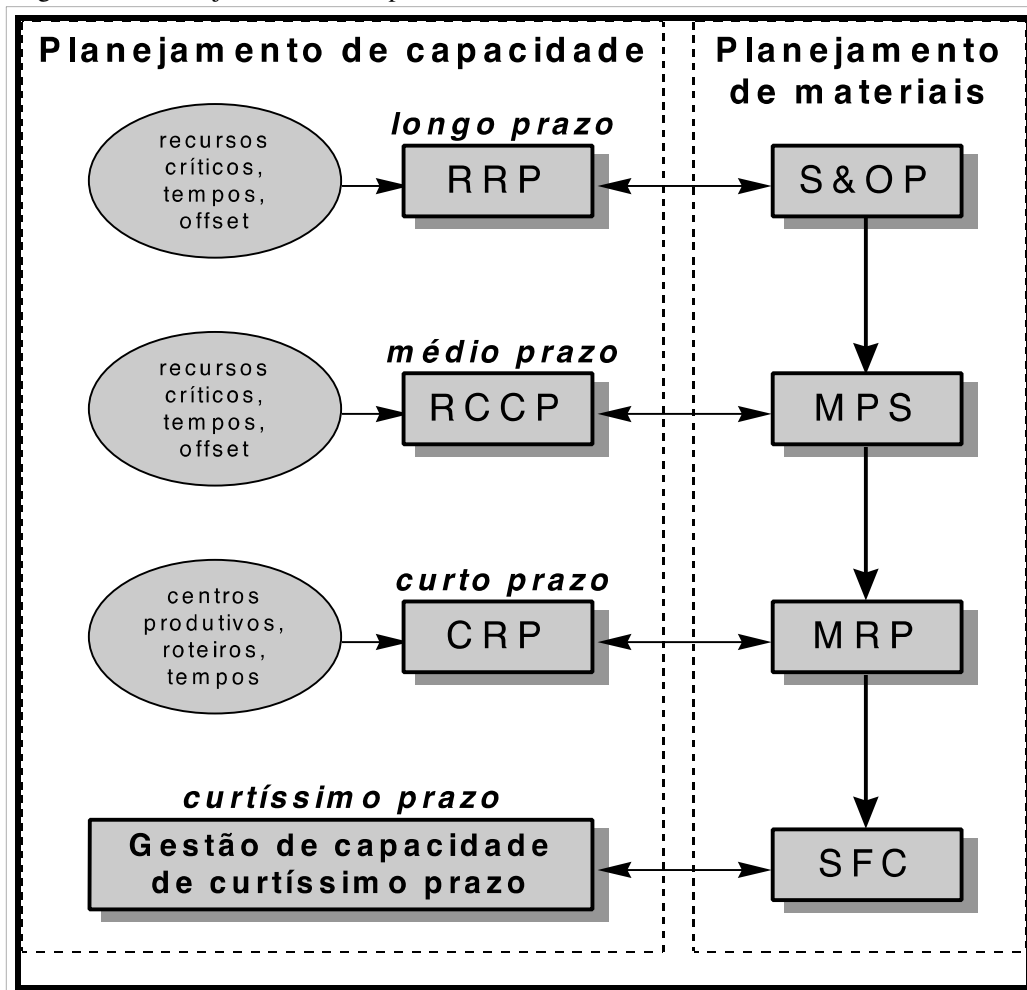
analisar se serão necessários novos investimentos e, caso sejam, iniciar estudos sobre sua viabilização (RODRIGUES, 2010).

No médio prazo as atividades são o Programa Mestre da Produção (MPS - Master Production Schedule), que consiste na definição das quantidades de cada produto final que se deseja produzir em cada período (“*time buckets*”) dentro do horizonte de planejamento; e o Planejamento Grosseiro de Capacidade (RCCP - *Rough Cut Capacity Planning*), que desagrega os planos agregados em termos de famílias de produtos em planos detalhados relacionados a cada produto da empresa (LAURINDO e MESQUITA, 2000; BERRETINI e CAMPOS, 2012). A análise de capacidade consiste em avaliar as necessidades de capacidade, ou seja, calcular a carga de trabalho para um dado MPS, utilizando o tempo de trabalho de utilização das máquinas, em todos os recursos que podem se tornar um gargalo (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010).

No curto prazo realiza-se o Planejamento de Necessidade de Materiais (MRP) e o Planejamento de Capacidade de Curto Prazo (CRP - *Capacity Requirements Planning*), com a preocupação de definir a compra e a produção de cada componente dos produtos. Finalmente, mais no curto prazo (ou curtíssimo prazo), realiza-se a Programação e Controle da Produção (*Shop Floor Control*), por meio da alocação de operações de manufatura e montagem, considerando a disponibilidade de máquinas e mão-de-obra (BERRETINI e CAMPOS, 2012).

A Figura 7 apresenta as ligações dos sistemas entre o planejamento de materiais e o planejamento da capacidade no longo, médio, curto e curtíssimo prazo.

Figura 7 - Planejamento de capacidade e materiais

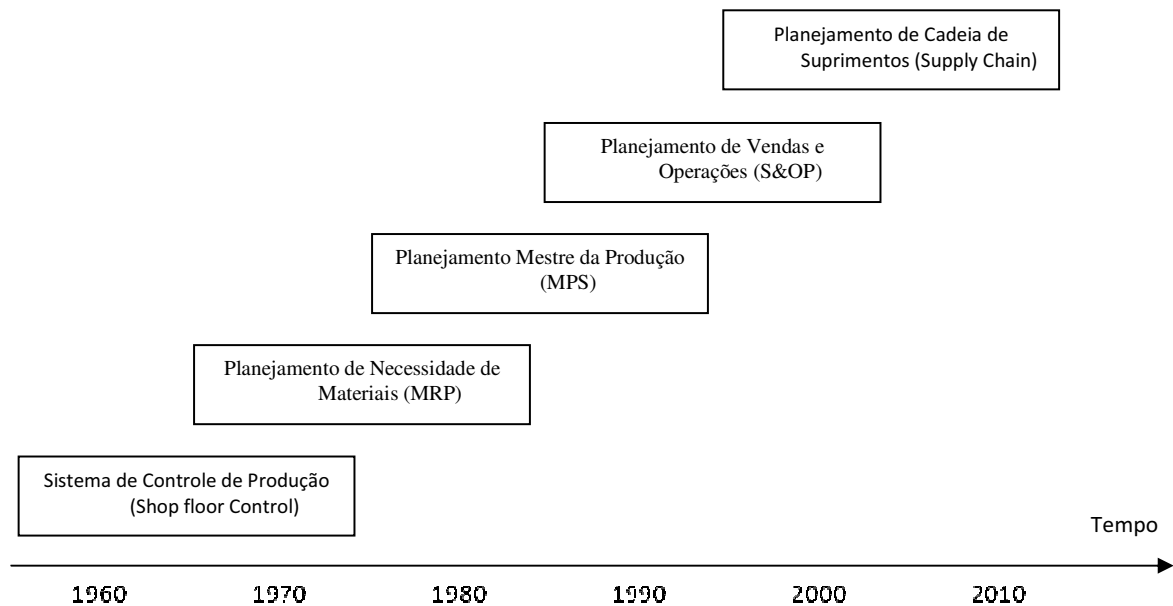


Fonte: Adaptado de Corrêa et al. (2000, apud RODRIGUES, 2010)

Contudo, atualmente a hierarquia do sistema de produção evoluiu e o foco para o planejamento e controle da produção mudou ao longo de um período de 50 anos, partindo de máquinas individuais para a cadeia de suprimentos (*Supply Chain*) (OLHAGER, 2013). Sucessivamente, as empresas tornaram-se mais conscientes de que outros fatores devem ser levados em consideração, a fim de atingir a excelência operacional que vai além das operações internas para cadeias de suprimento, pois envolvem fornecedores e clientes. A Figura 8 resume a discussão sobre a evolução do planejamento e controle ao longo das últimas cinco décadas. Porém, ainda há muitos aspectos de Planejamento e Controle de *Supply Chain* que precisam ser pesquisados e estudados.



Figura 8 - Evolução do nível de planejamento (foco)



Fonte: Olhager (2013, p. 6837)

O objeto de estudo do presente trabalho é o sistema de Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP). Este sistema parte do princípio de que os componentes de um determinado produto e os *lead times* de aquisição e logística sejam conhecidos. Igualmente importante é o programa-mestre de produção (MPS), pois este apresenta as informações mais relevantes do fornecimento, ou seja, determina a quantidade e o momento em que os produtos finais devem ser produzidos (GUIMARÃES et al., 2009). O MRP preocupa-se com a definição das datas iniciais desses *leads times* de aquisição dos componentes, realizando um procedimento denominado programação empurrada, que auxilia os setores envolvidos a “determinarem as atividades que devem ser executadas e as ordens de compra que devem ser colocadas”. Pode-se dizer que a principal função da etapa de programação empurrada é planejar um sequenciamento de dependências entre as atividades, de forma que a data de término da atividade anterior será a mesma de início da atividade posterior (GUIMARÃES et al., 2009).

O MRP é ideal para a empresa que tem como objetivos estratégicos prioritários o cumprimento de prazos e a redução de estoques (CORRÊA e GIANESI, 1996). Para Slack, Chambers e Johnston (2009), o MRP permite que a empresa saiba o quanto de quais materiais será necessário e em certo momento. Também possibilita verificar as quantidades previstas de consumos e as quantidades de cada componente que serão entregues e necessárias para entregar o pedido, garantindo que sejam comprados a tempo para a utilização.

Uma das grandes vantagens de se utilizar o MRP é que esse sistema reage bem às mudanças, sendo, portanto, bastante útil no atual ambiente competitivo global, cada vez mais turbulento. Outra vantagem é tratar situações mais complexas que envolvem um grande número de produtos, bem como estruturas de produtos com vários níveis e vários componentes por nível (CORRÊA e GIANESI, 1996).

Os autores Fernandes e Godinho Filho (2010, p. 141) levantaram os pontos fortes do sistema de produção MRP, os quais:

1. Possibilitar maior controle das operações de manufaturas;
2. Apresentar habilidade de avaliar a viabilidade de diferentes programas mestres de produção;
3. Auxiliar na definição de prazos de entregas mais assertivos;
4. Facilitar o cumprimento de prazos de entrega;
5. Gerar programas de compras e orçamentos de compras que possam ser ajustados;
6. Apresentar habilidade em identificar falhas ou excessos futuros de estoque;
7. Acelerar ordens existentes (recebimentos programados);
8. Acompanhar o *leadtime* de suprimentos;
9. Classificar fornecedores em termos de confiabilidade do tempo de suprimentos;
10. Lidar com itens que possuem estrutura complexa.

Entretanto, o sistema não é completo e apresenta pontos fracos como: programa com capacidade infinita; necessita de grandes investimentos na aquisição do software e com consultorias de implantação; traz instabilidade no sistema (*system nervousness*); falta de um planejamento e controle da produção integrada em todos os setores da empresa (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010)

## **2.4 SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO (MRP, MRP II E ERP)**

Os sistemas integrados de gestão do empreendimento MRP II/ ERP são os mais utilizados atualmente pelas empresas ao redor do mundo para o suporte integrado à tomada de decisão e estão no topo da lista de prioridades de grande parte dos gestores dos processos empresariais modernos (CORRÊA et al., 2013). A implementação dos sistemas em várias companhias de manufaturas foi uma resposta da competição regional e internacional em busca dos benefícios de gestão (SUM et al, 1995).

Segundo Corrêa e Delázaro Filho (2001), entre os sistemas de informação utilizados para administração de materiais, o mais conhecido é o MRP (*Material Requirements Planning*). Na década de 1960, a complexidade e a variedade de produtos no sistema de

produção tornaram muito difícil o gerenciamento do fluxo de matérias. Na época, eram utilizadas as políticas tradicionais de reposição de estoques para os componentes e matérias-primas mais comuns e, para aqueles materiais mais específicos, as encomendas eram feitas aos fornecedores conforme a demanda de produção (LAURINDO e MESQUITA, 2000). O MRP fornece uma estrutura para lidar com grandes quantidades de informações sobre as interrelações entre as matérias-primas, componentes, subconjuntos e produtos finais. Sua principal característica é decorrente do requisito de tempo em etapas para componentes e subconjuntos dos planos de produção dos produtos (BAHL et al., 1983).

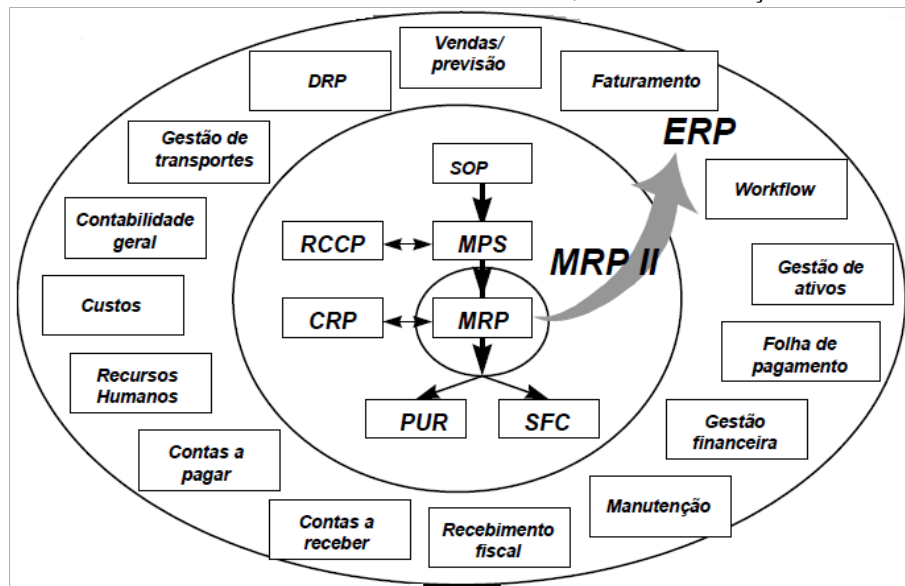
O MRP foi criado e difundido por Orlicky, juntamente com Plossl e Wight, na década de 1970 e com foco original para gerenciar o desperdício e a reposição de estoque para itens com demanda dependente (BENTON e SCHIN, 1998; LAURINDO e MESQUITA, 2000). Em 1975, Orlicky publicou seu livro “*MRP – Material Requirement Planning*”, com o apoio da *American Production and Inventory Control Society – APICS*. O novo conceito passou a ser difundido pelos EUA, sendo apresentado como uma alternativa às práticas convencionais de gerenciamento de estoques na produção industrial (LAURINDO E MESQUITA, 2010). O sistema MRP obteve uma ampla aceitação na indústria e não é de se estranhar que os profissionais e pesquisadores têm defendido muitas potenciais questões de pesquisa sobre esses sistemas (BAHL et al., 1983).

O MRP II é uma evolução do MRP, que leva em conta, também, as decisões de capacidade, ou seja, inclui a questão de como produzir às questões já respondidas pelo MRP. Assim, os sistemas ganham maior abrangência, permitindo incluir no planejamento outros recursos que não apenas os materiais (equipamentos, mão de obra, capital financeiro, etc.), incorporando os módulos de Controle da Fábrica (SFC - *Shop Floor Control*) juntamente com dispositivos de coleta automática de dados (LAURINDO e MESQUITA, 2000). O MRP II utiliza uma lógica estruturada de planejamento que prevê uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando atingir um plano de produção viável em termos de disponibilidade de materiais e de capacidade (CORRÊA e GIANESI, 1996).

No início dos anos 1990, os sistemas MRP II evoluíram com a finalidade de suportar as necessidades de informação de toda uma organização. Para alcançar tal objetivo, mais módulos, que suportam mais funções, foram acrescentados e integrados aos sistemas MRP II, possibilitando um escopo muito maior do que somente a ênfase na manufatura. A partir desse ponto, estes sistemas passam a se denominados de Sistema Integrado de Gestão Empresarial (ERP - *Enterprise Resource Planning*) conforme Laurindo e Mesquita (2000) e Corrêa e Ganesi (2007). De acordo alguns fornecedores de sistemas ERP, como SAP, Baan, Oracle,

PeopleSoft/JD Edwards, mais de 12 módulos podem ser implementados. Sendo eles: marketing, vendas e distribuição, planejamento de produção, gestão da qualidade, contabilidade de ativos, gestão de materiais, controle de custos, recursos humanos, gestão de projetos, finanças e manutenção (BERCHET e HABCHI, 2005). Na Figura 9 pode-se observar a evolução da estrutura conceitual dos sistemas e como outras funcionalidades foram incorporadas.

Figura 9 - Estrutura conceitual dos sistemas ERP, e a sua evolução desde o MRP



Fonte: Corrêa, Giancesi e Caon (2013).

É importante observar que, no presente trabalho, não serão discutidos outros sistemas integrados de gestão como, por exemplo, o Just-in-time (JIT), Kanbans, CONWIP, *Period Batch Control* (PBC) e o *Optimized Production Technology* (OPT), além da comparação entre sistemas. Tais assuntos foram previamente discutidos pelos autores Gelders e Van Wassenhove (1985); Krajewski et al. (1987); Maes e Van Wassenhove (1991); Benton (1998); e Plenert (1999).

### 3 JOGO MERCADO VIRTUAL

O jogo de empresas Mercado Virtual foi criado com propósito didático, com a finalidade de servir como instrumento de ensino-aprendizagem dos alunos e como ferramenta avaliativa para professores. O jogo desenvolve habilidades (tomar decisão sob risco, aprender a extrair o máximo de informação dos dados disponíveis, visão sistêmica, trabalho em equipe, entre outras) e transmite conhecimentos (programação e controle da produção, qualidade, contabilidade básica, finanças, matemática financeira, engenharia econômica, economia, marketing, legislação tributária básica, gestão de empresas, pesquisa operacional, entre outros).

O jogo foi desenvolvido pelas empresas Seven Corporation e Xstrategy nos anos de 2003 e 2005, respectivamente. A partir de 2006, os desenvolvimentos foram feitos pela empresa Opus Sistemas que era composta por alunos do Colégio Técnico Industrial “Prof. Isaac Portal Roldán” com supervisão de docentes da instituição (Professoras Kátia Zambon e Ariane Scarelli). Todos os desenvolvimentos eram ligados ao Departamento de Engenharia de Produção da FEB/UNESP – *campus* de Bauru.

Atualmente, o jogo está disponível na WEB em PHP (Hypertext Preprocessor, originalmente chamado Personal Home Page), onde que fica a estrutura de tomada de decisão, e o módulo de processamento encontra-se em Delphi, mas apenas localmente na máquina do administrador, o qual decide algumas configurações do jogo, recebe relatórios e processa as rodadas. O link de acesso é o <http://www.mercadovirtualfeb.com.br>. Os conteúdos abordados no jogo são pertinentes às seguintes áreas:

1. Análise de investimentos – abordada por meio da determinação do tamanho da empresa, quantidade de recurso, criação de cenário e análise do efeito do endividamento sobre os custos totais da organização;
2. Princípios básicos de administração – desenvolve habilidade de gerenciamento e decisão de investimento e risco de endividamento;
3. Tomada de decisão – simula o estado real de processos decisórios em que as informações necessárias não estão presentes e não são assertivas;
4. Dimensionamento da capacidade produtiva – determinação do desempenho da organização e sua capacidade de atender a demanda existente;
5. Noções básicas de matemática financeira – compreensão e domínio dos cálculos de juros e amortização;

6. Noções básicas de contabilidade – desenvolvimento da compreensão da lógica da produção do lucro, do fluxo de caixa, dimensão da operação, balanço geral, demonstração de resultados, caixa, estoque e plano gerencial;
7. Indicadores financeiros – índices de lucratividade, índice de liquidez, índices de impulsionamento, índice de atividade e entre outros;
8. Princípios de Pesquisa operacional – otimização do retorno financeiro de investimento em base de modelagem;
9. Noções gerais de tributação – o jogo trabalha com os tributos ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), PIS (Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para Financiamento da Seguridade Social) que incidem sobre o faturamento, o IRPJ (Imposto de renda – Pessoa jurídica) que incide sobre o lucro e FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço) e INSS (Instituto Nacional do Seguro Social) que incidem sobre o trabalho;
10. Depreciação – efeito que interfere no fluxo de caixa e no lucro da empresa, sendo que a estrutura reflete a intenção do fisco em tributar somente o lucro e não o capital;
11. Qualidade – investimento em qualidade sobre o desempenho da organização;
12. Marketing, publicidade, promoção e propaganda – analisar o investimento e desenvolvimento para atingir a estratégia da empresa;
13. Back Order – pedido em atraso que deve ser atendido, preferencialmente, na jogada seguinte;
14. Custo de estocagem – visando à redução do custo de armazenamento para aumentar a lucratividade da empresa.

### **3.1 ESTRUTURA DO JOGO**

O jogo está sendo projetado em três módulos interdependentes: área do administrador, área de usuário e sistema de processamento de dados e banco de dados. Na área do administrador ficam todas as atividades relacionadas à configuração do jogo, por exemplo, o cadastramento do jogo e das equipes e a parametrização do jogo. Na área de usuário ficam o contato com a organização do software, informações relativas ao desempenho da empresa, ranking e comunicações que a organização queira fazer a respeito do comportamento do mercado. Por fim, o sistema de processamento de dados é estruturado para ser operado à parte, com o objetivo de separar a área de decisões da área de processamento das mesmas.

Com isso, o sistema melhora seu nível de segurança, embora aumente as chances de erro uma vez que existirá sempre uma atividade manual de transferência dos dados coletados pela home page para o computador em que está instalado o sistema de processamento.

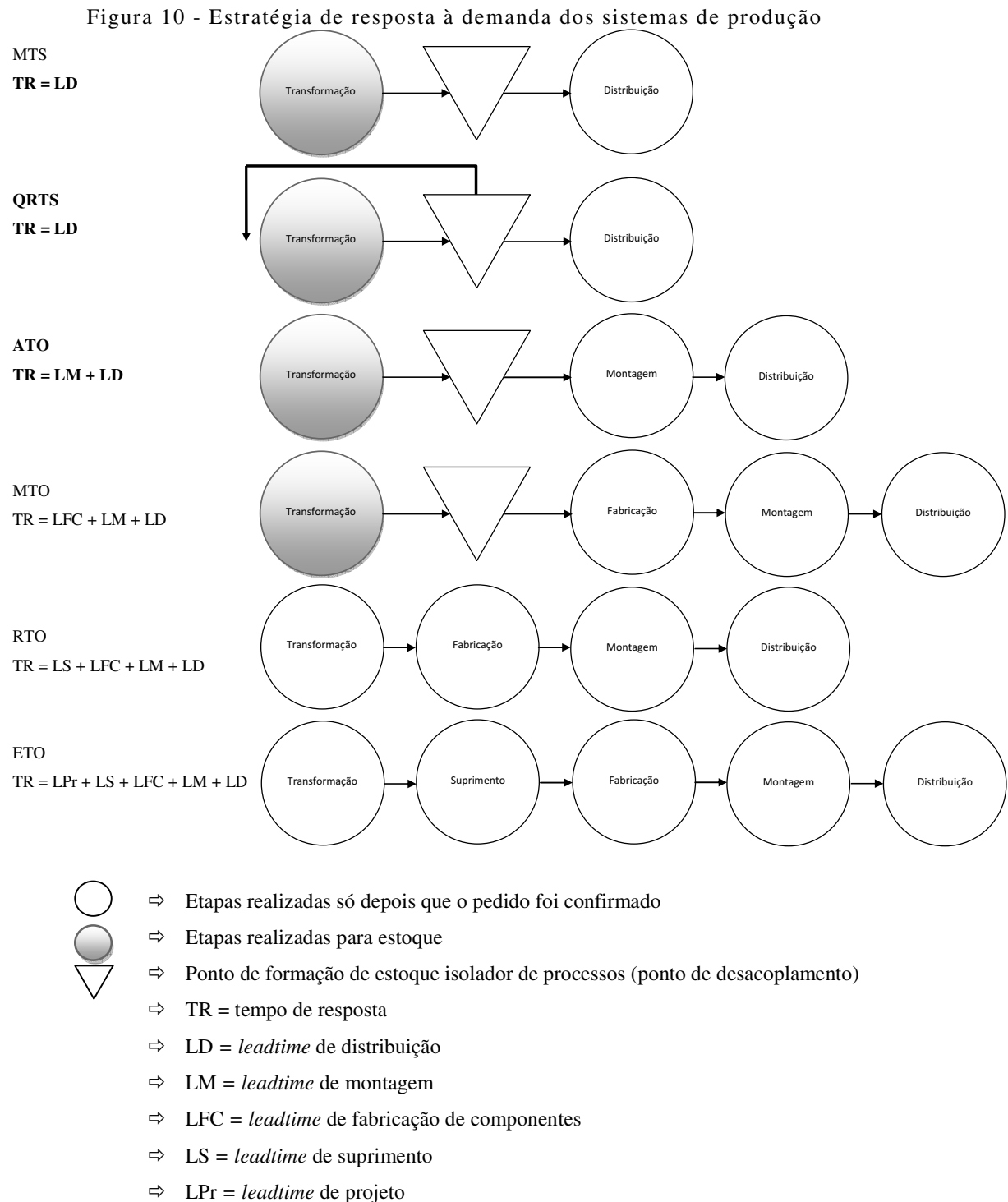
O conjunto de decisões que os alunos devem tomar pode ser desmembrado em dois grupos:

- Decisões de constituição da empresa (explicitação da estratégia de competição no que diz respeito à capacidade produtiva e ao uso de recursos de terceiros; e a constituição de uma empresa é um momento crítico da vida dela). Ao introduzir esse momento no processo de decisão do jogo, esperava-se que os alunos se ativessem aos aspectos gerais associados à configuração de uma empresa:
  - 1) A demanda que ela pretende suprir;
  - 2) A capacidade da demanda para isso;
  - 3) Compara o volume de investimento necessário com os recursos financeiros disponíveis;
  - 4) Realização de ajustes, se necessário;
  - 5) Montar a empresa;
  - 6) Geri-la.
- Decisões sobre a operação da empresa com base em relatórios (controle e direção). As equipes têm como tarefa inicial o dimensionamento da empresa, ou seja, devem utilizar conhecimentos de análise de investimento. As condições de mercado, de operação dos equipamentos, tempos necessários para cada produto em cada estação de trabalho, a taxa de juros para aplicação e captação de recursos financeiros (linha de crédito normal e linha de crédito rotativo), o consumo de energia, tributação, relação entre equipamento e operário, horas de montagem e demais condições de jogo são detalhadas no manual de instrução do jogo.

A empresa fictícia simulada utiliza o sistema de produção *make to stock* (MTS). O sistema MTS é o processo produtivo que ocorre antes da realização da venda ou da confirmação do pedido do cliente. Nesse sistema, os produtos são totalmente padronizados e as decisões influenciadas por previsões e têm a característica de ser uma estratégia com alto volume de produção, baixa variedade de produtos, nenhum grau de customização, altos custos de estoque e baixo tempo de resposta da demanda (MACIEL, 2012).

De acordo com Fernandes e Godinho Filho (2010), existem várias classificações baseadas na estratégia de resposta à demanda. Eles propõem seis estratégias, as quais: *make to stock* (MTS = produção para estoque com base em previsão de demanda); *quick response to*

*stock* (QRTS = produção para estoque com base em uma rápida reposição de estoque); *assembly to order* (ATO = montagem sob encomenda), *make to order* (MTO = fabricação sob encomenda, porém, existe estoque dos insumos), *resources to order* (RTO = recursos insumos sob encomenda) e *engineering to order* (ETO = projeto sob encomenda). A Figura 10 se ilustra cada uma dessas estratégias de resposta de demanda.





### **3.2 TAREFAS DOS JOGADORES**

Os jogadores deverão gerenciar uma organização industrial com um mix de produção composto por quatro produtos (P1, P2, P3 e P4). Todos eles são da mesma família e estão crescendo em escala e sofisticação de importância para o consumidor. As empresas iniciam com as mesmas condições de capital e os jogadores devem tomar as seguintes decisões a cada rodada:

- Definir a dimensão da empresa na primeira jogada, escolhendo a quantidade de máquinas a serem compradas e o número de trabalhadores na montagem (deve-se comprar, pelos menos, uma máquina de cada tipo e um trabalhador);
- Definir os produtos que serão fabricados e as respectivas quantidades, se preocupando com as horas extras dos funcionários e com as máquinas gargalos (não será possível alterar a capacidade);
- Decidir o nível de endividamento da empresa, assim como, as aplicações, empréstimo e amortização de empréstimo;
- Definir os preços dos produtos a serem vendidos;
- Determinar os valores dos investimentos em P&D, marketing, qualidade e publicidade, para obter vantagens competitivas no mercado;
- Analisar e adequar à estratégia. Após cada jogada as equipes devem analisar seus resultados, avaliar os pontos positivos e negativos, identificar as possibilidades de mercado, elaborar novas jogadas, procurando corrigir deficiências identificadas e explorar vantagens obtidas.

### **3.3 TOMADA DE DECISÃO**

Após cada período, a decisão é feita seguindo os seguintes passos:

- Verificação da disponibilidade de recursos: essa etapa tem como objetivo determinar se a decisão do grupo está de acordo com a capacidade da empresa. Se a quantidade demandada de produtos for superior à capacidade de produção, o processo será desacelerado conforme a porcentagem de redução das máquinas gargalos (semelhante ao sistema de RCCP);
- Verificação financeira: se o volume de recursos financeiros necessários excede a capacidade de caixa da empresa sem nenhum pedido de empréstimo, será

feito um empréstimo-ponte com juros anuais de 36%, sendo que o patrimônio da empresa não pode ser negativo;

- Verificação da equipe: o número de pessoas colocadas em administração, produção e apoio será calculado de acordo com a regra de horas e horas extras. A produção será reduzida pelo montante apropriado à capacidade de pessoas;
- A atratividade da empresa é composta por uma combinação de vários fatores destacados na folha de decisão e há uma grande importância para cada item específico;
- A relação entre oferta e demanda será considerada para a classificação do preço cobrado pela empresa na definição dos volumes de vendas de cada produção. Os investimentos em qualidade, P&D, marketing e publicidade também são refletidos na atratividade do produto;
- Com base no lucro da jogada apurado na Demonstração do Relatório de Resultados (Figura 11), no lucro acumulado apurado no Balanço Patrimonial (Figura 12) e em outras variáveis, o jogo Mercado Virtual proporciona a classificação dos jogadores de acordo com o resultado das suas empresas. Além de ajudar os alunos a tomarem decisões mais consistentes, o jogo irá obrigá-los a pensar sobre o lucro esperado e estimulará a competição entre eles.

Finalizando a sessão, o jogo Mercado Virtual faz uma analogia aos sistemas de planejamento e controle da produção S&OP e MPS. Ele trabalha com um planejamento em cada jogada, analisando previsões mensais e com contínuos ajustes de acordo com as flutuações da demanda. Além disso, define a aquisição e a disponibilidade de recursos, separa o plano agregado em planos mais detalhados dos produtos, realiza a análise de capacidade dos recursos e outras atividades. Conforme já mencionado, o projeto objetiva inserir um módulo do sistema MRP no jogo, a fim de agregar mais informações e funcionalidade, o que será desenvolvido no capítulo 5.

Figura 11 - Relatório Demonstração de Resultado

| Nome do Lançamento                                | Valor         |
|---------------------------------------------------|---------------|
| Receita (P1*Q1+P2*Q2+P3*Q3+P4*Q4)                 | 59.256.450,00 |
| - Custo do Material Vendido (CMV)                 | 23.842.087,54 |
| Lucro Bruto (= Receita - CMV)                     | 35.414.362,46 |
| - Depreciação                                     | 76.242,48     |
| - Salários Administrativos                        | 1.764.000,00  |
| - FGTS (8% salário bruto)                         | 141.120,00    |
| - INSS (29% salário bruto)                        | 511.560,00    |
| - ICMS (4% do faturamento)                        | 2.370.258,00  |
| - PIS (3,5% faturamento)                          | 2.073.975,75  |
| - COFINS (4% faturamento)                         | 2.370.258,00  |
| - Ociosidade                                      | 0,00          |
| - Pesquisa e Desenvolvimento                      | 388.000,00    |
| - Publicidade                                     | 1.210.000,00  |
| - Despesas Gerais (1,5% faturamento)              | 888.846,75    |
| - Custos de Estocagem (\$30 por unidade restante) | 414.780,00    |
| - Qualidade                                       | 137.000,00    |
| - Marketing                                       | 700.000,00    |
| - Energia Administrativo                          | 64.756,49     |
| Lucro Operacional                                 | 22.303.564,99 |
| + Receitas não-operacionais                       | 400,00        |
| - Despesas não operacionais                       | 300,00        |
| Lucro antes do IR                                 | 22.303.264,99 |
| - IRPJ                                            | 6.691.099,50  |
| Lucro Líquido do Exercício                        | 15.612.565,49 |

Fonte: Mercado Virtual (2014).

Figura 12 - Balanço Patrimonial

| Ativo                |                | Passivo             |                |
|----------------------|----------------|---------------------|----------------|
| <b>DISPONÍVEL</b>    |                | <b>EXIGÍVEL</b>     |                |
| Caixa                | 128.423.143,80 | Empréstimos         | 20.000,00      |
| Aplicações           | 40.000,00      | Crédito Emergencial | 0,00           |
|                      |                | Salários à Pagar    | 2.066.708,33   |
| <b>REALIZÁVEL</b>    |                | Contas à Pagar      | 744.699,60     |
| Estoque              | 696.344,22     | Impostos à Pagar    | 14.270.273,34  |
| Duplicatas à Receber | 0,00           | Fornecedores        | 0,00           |
|                      |                | Juros à Pagar       | 300,00         |
|                      |                | Total Exigível      | 17.101.981,27  |
|                      |                |                     |                |
| <b>IMOBILIZADO</b>   |                | <b>NÃO-EXIGÍVEL</b> |                |
| Construções          | 13.666.410,72  | Capital             | 50.000.000,00  |
| Equipamentos         | 36.498.041,25  | Lucros Acumulados   | 112.221.958,72 |
| Total Ativo          | 179.323.939,99 | Total Passivo       | 179.323.939,99 |

IMOBILIZADO (Construções + Equipamentos) = 50.164.451,97

Fonte: Mercado Virtual (2014).

## 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Obedecendo à classificação de Silva e Menezes (2005), essa pesquisa é de natureza aplicada, pois objetiva a aplicação dos conhecimentos na prática dos jogos de empresa e o aprendizado voltado à gestão das necessidades de materiais, além de uma abordagem qualitativa com objetivos exploratórios, visando o reconhecimento das variáveis do sistema de gestão.

A abordagem de caráter qualitativa é o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo fornecer respostas aos problemas propostos. A pesquisa exploratória visa proporcionar uma visão geral de um determinado fato com ajuda do levantamento bibliográfico (GIL, 1991).

De acordo com Bertrand e Fransoo (2002), é possível classificar essa pesquisa como axiomática e descritiva, pois visa o entendimento do processo na base da simulação/modelagem. A pesquisa axiomática produz conhecimento sobre o comportamento de certas variáveis no modelo, baseada na suposição sobre o comportamento de outras variáveis de desempenho; já o termo descritiva denota o entendimento do processo em si. A pesquisa não se classifica como normativa por não demonstrar interesse no desenvolvimento de políticas, estratégias e ações da organização, além de não objetivar a melhoria dos resultados disponíveis na literatura existente nem pretende encontrar uma solução ideal para um problema recém-definido ou comparar diferentes estratégias para lidar com um problema específico. Também não será empírica, pois não tem a intenção de construir modelos que explicam o comportamento dos processos operacionais reais ou a tomada de decisão enfrentadas pelos gestores em situações reais. No Quadro 7, a pesquisa se enquadra como AD, o processo de simulação/modelagem é o assunto central, no qual o pesquisador possui um modelo conceitual, principalmente a partir da literatura, e a partir dele constrói um modelo científico. Além disso, o pesquisador realiza algumas análises sobre esse modelo científico, a fim de obter *insights* sobre seu comportamento.

Quadro 7 – Classificação de pesquisas quantitativa (baseado em simulação/modelagem) de gestão operacional

|            | Descritivo | Normativo |
|------------|------------|-----------|
| Empírico   | ED         | EM        |
| Axiomático | AD         | NA        |

Fonte: Bertrand e Fransoo (2002).

De acordo com Vincente (2005), usualmente uma ideia baseada na literatura teórica é um ponto de partida para se buscar um modelo funcionalista do objeto estudado. Deve-se partir do mais simples para o mais complexo, sempre se embasando em teorias existentes e evitando variáveis não descritas na literatura, visando criar um modelo que seja sólido tanto do ponto de vista matemático-computacional quanto do teórico.

O presente trabalho se inicia com uma revisão bibliográfica sobre os jogos educacionais (Jogos *Serious Games*, *Business Games*, *Beer Games*, Simulação de Gestão Empresarial, Jogo de Gestão, Jogo de Empresas, Jogo Empresarial, Jogo de Negócios), estratégia de negócio, Planejamento e Controle da Produção e sistema integrado de gestão do empreendimento (MRP, MRP II e ERP) e um levantamento de conceitos teóricos de livros consagrados como a *Administração da Produção* (2009) de Nigel Slack, Stuart Chambers e Robert Johnston; *Planejamento e Controle da Produção: MRP II/ ERP* (2013) de Henrique Luiz Corrêa, Irineu Gustavo Nogueira Giansesi e Mauro Caon; e *Planejamento e Controle da Produção: Dos Fundamentos ao Essencial* (2010) de Flávio Cesar Faria Fernandes e Moacir Godinho Filho e entre outros.

As outras etapas são a modelagem do sistema de necessidades de materiais em Microsoft Excel com base na literatura, elaborar uma proposta de integração do módulo com os dados do jogo Mercado Virtual e, por fim, a validação da ferramenta pelo Prof. Dr. José de Souza Rodrigues do departamento de Engenharia de Produção. O programa MS Excel foi escolhido devido, principalmente, à praticidade e ao conhecimento das ferramentas do software; foram utilizados cálculos padrões da ferramenta e programação baseadas em *Visual Basic for Applications* (VBA).

## 5 DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO MRP

As empresas estão cada vez mais preocupadas com a qualificação dos funcionários, fator agora considerado para a elaboração da estratégia empresarial. Berretini (2010) cita que, a partir do entendimento da importância da capacitação dos recursos humanos, vem se discutindo quais são as ferramentas pedagógicas mais adequadas que poderiam ser utilizadas na preparação de gestores e funcionários.

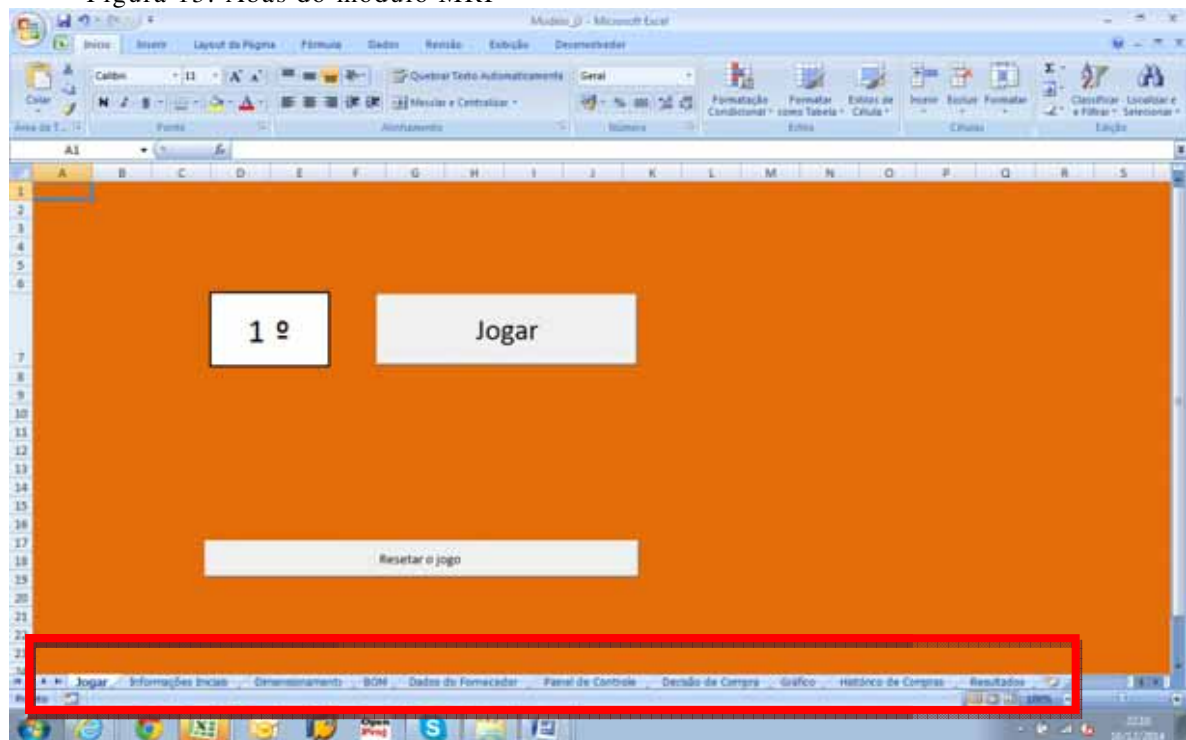
As linhas que melhor se definem nas estratégias pedagógicas são agrupadas em quatro grandes modelos que têm dominado os métodos e técnicas do ensino nos últimos decênios: os cognitivos, cujo princípio fundamental é a formação pela obtenção de conhecimentos; os behavioristas, que destacam a modificação do comportamento pelo treino, *feedback* e reforço; os personalistas, que dão prioridade à autoaprendizagem permanente como desenvolvimento dos valores pessoais; e os sociológicos, que visam, acima de tudo, a integração dos alunos em um meio propício (CABRAL, 2001). No presente trabalho, realizamos uma união de dois grupos, o cognitivo e o behaviorista, pois ambos, neste caso, levantam fundamentos teóricos sobre o sistema MRP e utilizam o jogo de empresas para treinar e dar *feedback* das tomadas de decisão.

Este capítulo aborda temas e assuntos didáticos sobre o planejamento da necessidade de materiais e as funções desenvolvidas na modelagem. O módulo, em MS Excel, contém 11 abas (Figura 13) e cada uma será detalhada ainda nesta sessão. A seguir estão os nomes das abas e uma breve explicação:

- “Jogar” – Aba utilizada para computar as jogadas e “resetar” o jogo após seu término (10 períodos<sup>2</sup>);
- “Informações Iniciais” – Aba para inserir as Informações de previsão de demanda e definir o estoque inicial, estoque de segurança e ponto de reposição;
- “Dimensionamento” – Aba para auxiliar o jogador a analisar a capacidade de produção (Planejamento Grosseiro de Capacidade - RCCP);
- “BOM” – Aba para simular a estrutura dos produtos P1, P2, P3 e P4 (*Bill of Material*);
- “Dados do fornecedor” – Informações dos custos de materiais, da taxa de qualidade e da taxa de lead time de cada fornecedor;

- “Painel de Controle” – Aba utilizada para controlar a quantidade de materiais no estoque e utilizada na produção;
- “Decisão de compra” – Aba para realizar a ordem de compra e escolher as variáveis;
- “Gráfico” – Aba com o gráfico de controle de materiais;
- “Histórico de Compras” – Armazena as informações das ordens de compras realizadas e/ou canceladas;
- “Resultado” – Aba com o resultado da quantidade produzida, do estoque utilizado e do estoque final disponível e o custo final de cada jogada.

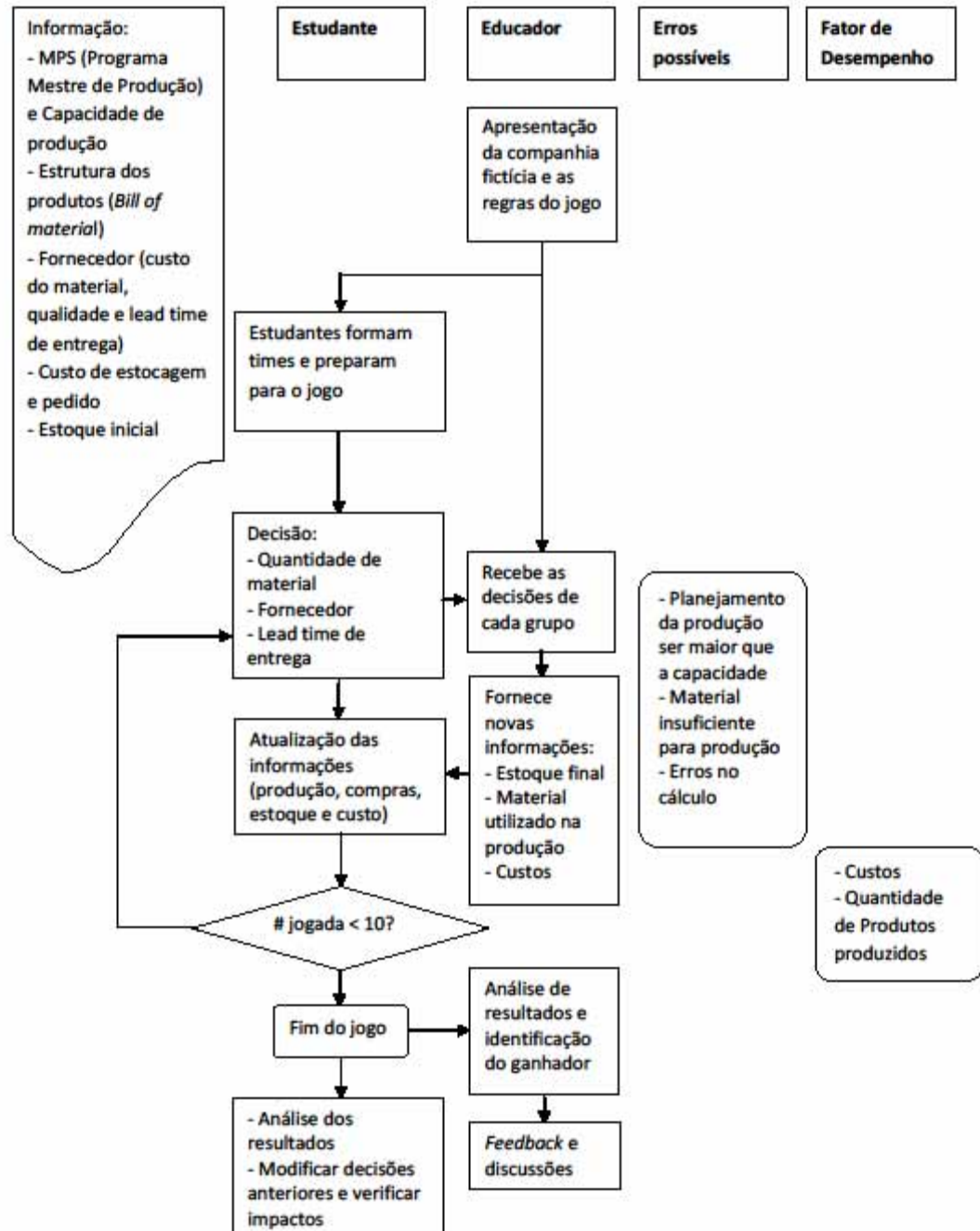
Figura 13: Abas do módulo MRP



Fonte: Módulo MRP (2015).

A Figura 14 apresenta o fluxo macro das atividades e tomada de decisões; e também proporciona a relação do estudante, educador, erros possíveis e fator desempenho no módulo MRP.

Figura 14 - Fluxograma do módulo MRP



Fonte Adaptado de Pasin e Giroux (2011).



## 5.1 ENTRADA DE INFORMAÇÃO

Para iniciar a modelagem do sistema foi necessário ligar as informações entre o Mercado Virtual e o módulo proposto, e as decisões tomadas no jogo serão utilizadas como entrada de dados para o módulo. De acordo com Sipper e Buffin (1997, apud FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010), três informações de entrada são necessárias ao sistema MRP:

- MPS (Programa Mestre de Produção);
- O BOM (*Bill of Material*) ou a estrutura do produto;
- Estoques disponíveis.

As informações do MPS virão da tomada de decisão do Mercado Virtual, o estoque disponível inicial será decidido na primeira jogada e o BOM será disponibilizado para tomada de decisão de compras. Os detalhes de cada informação são descritos a seguir.

### 5.1.1 Programa Mestre de Produção (MPS)

O Programa Mestre de Produção (MPS) é a mais importante atividade do Planejamento e Controle da Produção e tem como objetivo estabelecer quais produtos finais serão fabricados em um determinado período de tempo e em que quantidade; ele também direciona toda a operação em termos do que será montado, manufaturado e comprado (SLACK et al., 2009; FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010).

A demanda de produtos finais é definida no Mercado Virtual (Figura 15), e os jogadores precisam decidir a quantidade de produtos a ser produzida em cada jogada. Além disto, o jogo analisa a capacidade de produção, baseada nas quantidades de máquinas e funcionários, que foram determinados na primeira jogada do Mercado Virtual. Essa análise simples e rápida, conhecida na literatura por Análise Grosseira da Capacidade (*RCCP = Rough-Cut Capacity Planning*), é crucial para planejar corretamente a produção e requisitar o material adequadamente.

Tanto a previsão de demanda quanto a análise de capacidade são importantíssimas para que o jogador consiga realizar um planejamento e controle de materiais, sem que haja excessos ou escassez de materiais no período demandado. No atual ambiente competitivo, é inegável que esses fatores têm um papel fundamental, servindo como guia para o planejamento estratégico da produção, finanças e vendas de uma empresa.

No Mercado Virtual, em cada jogada é possível uma adequação da demanda e, por consequência, é também possível replanejar ou criar outra estratégia para atender as demandas sem aumentar o custo de estoque do produto final. Existem inúmeros métodos para calcular a

previsão de demandas baseando-se, por exemplo, em médias, regressões estatísticas, suavização exponencial, séries temporais etc. O jogador, porém, terá que escolher qual se adapta melhor à sua estratégia.

Figura 15 - Tomada de decisão

| Produtos  |             |                      |                 |                 |                   |           |
|-----------|-------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------|
|           | Preço (R\$) | Quantidade           | Marketing (R\$) | Qualidade (R\$) | Publicidade (R\$) | P&D (R\$) |
| Produto 1 | 0,00        | <input type="text"/> | 0,00            | 0,00            | 0,00              | 0,00      |
| Produto 2 | 0,00        | <input type="text"/> | 0,00            | 0,00            | 0,00              | 0,00      |
| Produto 3 | 0,00        | <input type="text"/> | 0,00            | 0,00            | 0,00              | 0,00      |
| Produto 4 | 0,00        | <input type="text"/> | 0,00            | 0,00            | 0,00              | 0,00      |

| Número de Máquinas              |                      | Funcionários          |               |                     |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------|---------------------|
| Máquina 1                       | <input type="text"/> | Número                | Salário (R\$) | Salário Total (R\$) |
| Máquina 2                       | <input type="text"/> | Operários na Montagem | 0,00          | 0,00                |
| Máquina 3                       | <input type="text"/> | Operadores de Máquina | 0,00          | 0,00                |
| Máquina 4                       | <input type="text"/> | Demais Funcionários   | 0,00          | 0,00                |
| Máquina 5                       | <input type="text"/> | Administrativo        | 0,00          | 0,00                |
| Máquina 6                       | <input type="text"/> |                       |               |                     |
| Máquina 7                       | <input type="text"/> |                       |               |                     |
|                                 |                      | Salário Médio         | 0,00          |                     |
|                                 |                      | Totais                |               | 0,00                |
| Empréstimo (R\$)                |                      |                       | 0,00          |                     |
| Amortização de Empréstimo (R\$) |                      |                       | 0,00          |                     |
| Aplicação (R\$)                 |                      |                       | 0,00          |                     |

Fonte: Mercado Virtual (2014).

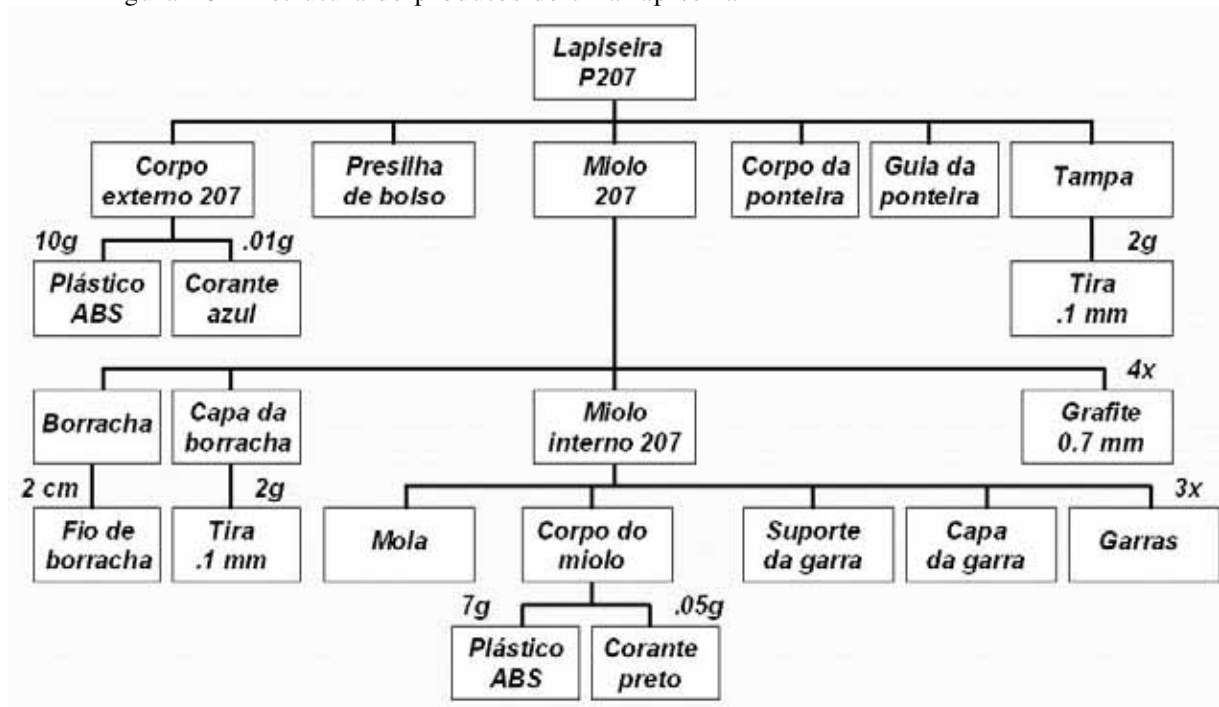
### 5.1.2 BOM (*Bill of Material*)

Os materiais podem ser classificados em matérias-primas, componentes e produtos semiacabados. O registro dos materiais que compõem a estrutura do produto é denominada Lista de Materiais ou, em inglês, “Bill of Material” (BOM) (LAURINDO e MESQUITA, 2000).

A estrutura dos produtos auxilia na resposta a duas das questões fundamentais que os sistemas de produção buscam responder: o que (pois as estruturas trazem univocamente quais componentes são necessários à produção de determinado produto) e quanto (pois as informações de quantidades de itens “filho” por unidade de itens “pai” produzido permitem saber quantos itens “filhos” são necessários para qualquer quantidade de item “pai” necessária) produzir ou comprar. No MRP, se utiliza o jargão “filho” e “pai”, sendo que os itens “filho” são componentes diretos de outros itens, os quais são chamados itens “pai” de seus componentes diretos. A “estrutura dos produtos” ou “árvore do produto” traz todas as

relações pai-filho entre todos os itens de um determinado produto (CORRÊA et al., 2013). A Figura 16 mostra uma estrutura de produtos de diversos níveis e com uma relação pai-filho.

Figura 16 – Estrutura de produtos de uma lapiseira



Fonte: Corrêa et al. (2013, p. 81).

No jogo Mercado Virtual se utiliza o mix de produção composto por quatro produtos (P1, P2, P3 e P4). Todos são da mesma família e estão em escala crescente de sofisticação e importância para o consumidor. No total, são compostos por 12 diferentes tipos de materiais (MP01, MP02, MP03, MP04, MP05, MP06, MP07, MP08, MP09, MP10, MP11 e MP12), podendo ser compartilhados com um ou mais produtos. Por exemplo, o material MP01 é utilizado tanto no produto P1 quanto no P3. Para diminuir a complexidade do jogo, a estrutura dos produtos é de apenas um nível, sendo cada item independente do outro (sem relação pai-filho).

O produto P1 (Figura 17) apresenta a menor margem de contribuição e necessita de grandes investimentos em marketing (principalmente publicidade, propaganda e promoção). Tem como característica a venda de grandes volumes e a necessidade de investimentos consideráveis na área de qualidade (custo de prevenção, custo de avaliação, custo das falhas internas e externas). Na área de P&D requer investimentos pequenos, se comparados com os demais produtos, principalmente porque os conhecimentos necessários à sua concepção e processos são amplamente disponíveis e de custo acessível.

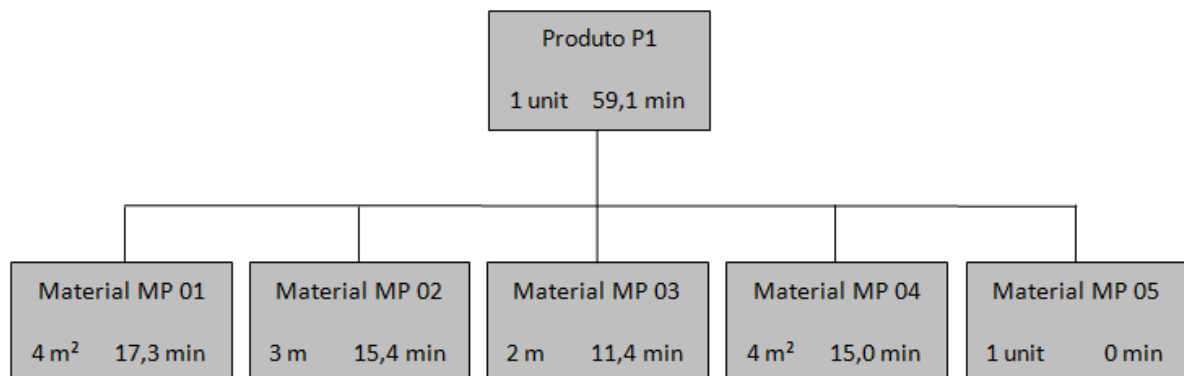
O P2 (Figura 18) apresenta uma margem maior que o P1 e seu processo produtivo é um pouco mais complexo. Seu mercado consumidor é menor do que o P1, no entanto, ainda necessita de investimentos razoáveis em qualidade. Na área de P&D exige investimentos maiores, quando em comparação com o P1.

O produto P3 (Figura 19) é o *top* de linha da empresa. Entretanto, o design e acabamento são inferiores ao P4. Necessita de investimentos significativos com P&D e qualidade (aprimoramento e desenvolvimento de novas funções para o produto). Investimentos igualmente significativos devem ser feitos em marketing (principalmente em análise de mercado, comportamento do consumidor, grau de satisfação, tendências e detecção de ameaças – potenciais ou reais).

Por fim, o P4 (Figura 20) é o produto que apresenta o design mais avançado e um acabamento de primeira linha. É direcionado a um público mais sofisticado e com maior poder aquisitivo, além de altamente sensível ao design, materiais empregados e ao poder e ostentação conferidos pelo produto. Os maiores investimentos são direcionados para área de projetos (P&D em desenvolvimento de conceito, teste de novos materiais, design, afeição e/ou remoção de funções, desempenho, acabamentos, processos, etc.).

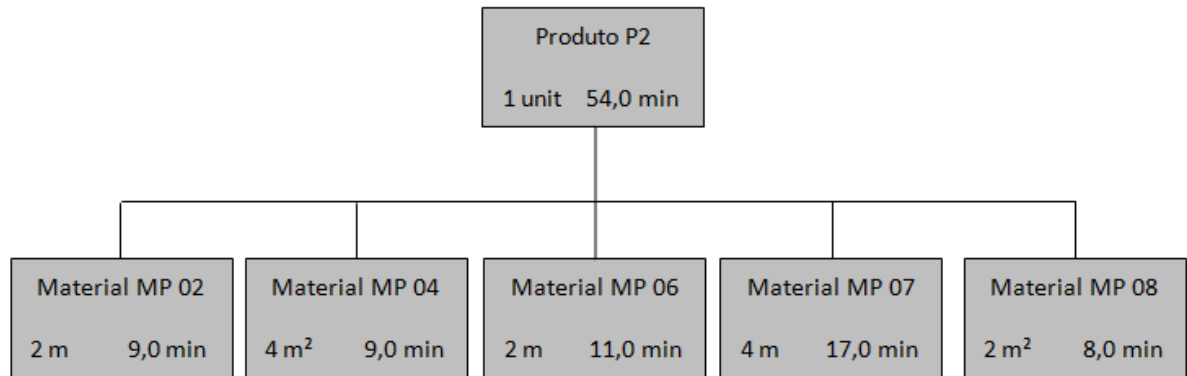
Utilizando o BOM de cada produto e a previsão de demanda realizada no Mercado Virtual, é possível calcular as quantidades de material necessárias em um único nível, simulando uma das atividades realizadas pelo sistema MRP. A Figura 21 representa a aba “Informações Iniciais” do módulo de MS Excel. Se o jogador inserir a quantidade da previsão do produto nas células de cor laranja-clara, o módulo calcula automaticamente a demanda de materiais por período; e com estes dados é possível realizar um melhor planejamento das ordens de compras dos materiais e sua periodicidade.

Figura 17 - Composição do produto P1



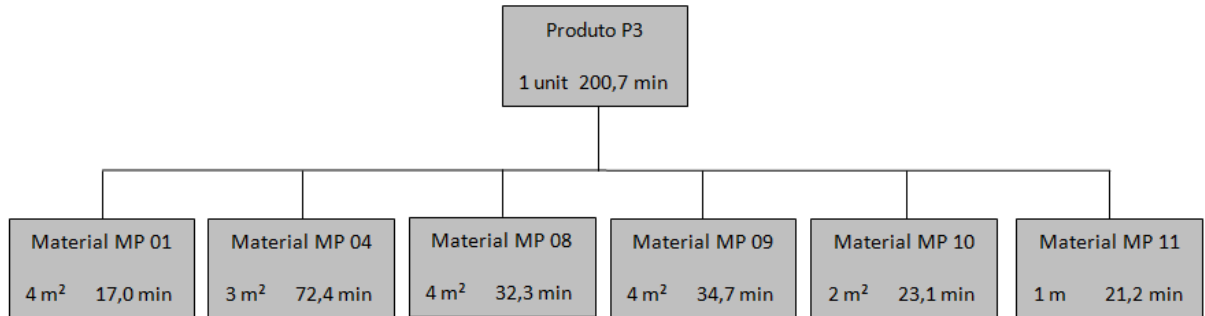
Fonte: Autor (2015).

Figura 18 - Composição do produto P2



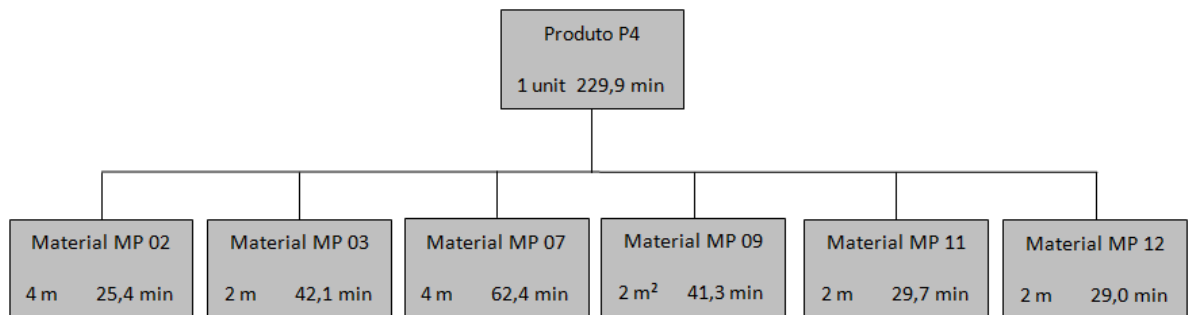
Fonte: Autor (2015).

Figura 19 - Composição do produto P3



Fonte: Autor (2015).

Figura 20 - Composição do Produto P4



Fonte: Autor (2015).

Figura 21 – Cálculo das necessidades de materiais

\*Demanda de produto (utilizar a aba "Dimensionamento" para realizar uma demanda mais precisa)

| Material | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10     |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| MP01     | 1.630 | 797   | 1.868 | 1.108 | 633   | 1.261 | 1.632 | 775   | 632   | 1.654  |
| MP02     | 1.966 | 1.368 | 1.928 | 1.631 | 1.218 | 1.221 | 2.303 | 917   | 737   | 2.242  |
| MP03     | 2.355 | 1.250 | 2.528 | 2.000 | 1.032 | 1.708 | 2.750 | 858   | 725   | 2.858  |
| MP04     | 3.769 | 2.725 | 3.832 | 2.500 | 1.945 | 2.089 | 3.614 | 1.739 | 1.064 | 3.975  |
| MP05     | 7.986 | 4.000 | 8.995 | 6.000 | 2.000 | 5.400 | 8.000 | 2.000 | 1.000 | 10.000 |
| MP06     | 1.026 | 1.200 | 800   | 600   | 879   | 200   | 900   | 600   | 260   | 1.000  |
| MP07     | 1.091 | 1.108 | 851   | 929   | 1.160 | 501   | 1.393 | 787   | 661   | 1.073  |
| MP08     | 929   | 948   | 806   | 529   | 767   | 339   | 839   | 625   | 382   | 805    |
| MP09     | 633   | 325   | 695   | 450   | 560   | 633   | 789   | 633   | 679   | 369    |
| MP10     | 218   | 100   | 259   | 112   | 155   | 218   | 218   | 218   | 218   | 100    |
| MP11     | 431   | 284   | 366   | 538   | 584   | 431   | 823   | 431   | 548   | 392    |
| MP12     | 287   | 200   | 223   | 400   | 426   | 287   | 600   | 287   | 380   | 287    |

\*Demanda de matéria-prima

Fonte: Módulo MRP (2015).

### 5.1.3 Estoque

O estoque abrange os itens guardados por um tempo para posterior consumo por parte dos clientes internos ou externos, ou seja, é um “buffer” (pulmão) entre o suprimento e a demanda (FERNANDES E GODINHO FILHO, 2010 p. 163). Para Slack et al. (2009, p. 356), “Estoque é definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação.”

- Em termos de desequilíbrio entre as taxas de fornecimento e de demanda em pontos diferentes de operação, Slack et al. (2009) classifica cinco tipos de estoque:
- Estoque de segurança: o propósito é compensar as incertezas inerentes ao fornecimento e demanda.
- Estoque de ciclo: ocorre porque um ou mais estágios da operação não podem fornecer simultaneamente todos os itens que produzem.
- Estoque de desacoplamento: cria oportunidade para programação e velocidades de processamento independentes entre os estágios do processo.
- Estoque de antecipação: utilizado em demanda sazonal, mais comumente usado quando as flutuações de demanda são significativas, porém relativamente previsíveis.

- Estoques no canal (de distribuição): para materiais que não podem ser transportados instantaneamente entre o ponto de fornecimento e o ponto de demanda.

Em questão de posição de estoque em relação aos estágios produtivos, os estoques são classificados em três grandes grupos: estoque de materiais e componentes; estoque de material em processo e estoque de produtos acabados e/ou peças de reposição (SIPPER e BULDIN, 1997 apud FERNANDES et al., 2010; SLACK et al., 2009). O módulo desenvolvido trabalha somente com o estoque de matérias-primas, pois no jogo não existem produtos semiacabados e nem estoque de material em processo. Já o estoque de produtos acabados é gerenciado no Mercado Virtual.

Na primeira jogada do módulo é necessário a definição do estoque disponível inicial, estoque de segurança e o ponto de reposição (Figura 22). A compra do estoque inicial é para atender a demanda na primeira jogada e seu custo não é diferenciado, sendo padronizado independentemente do fornecedor e do *lead time*, porém o custo é alto e varia para cada material. Nesse momento, o jogador precisará decidir entre realizar uma compra alta na primeira jogada ou comprar uma pequena quantidade para fazer um pedido de compra para o período mais próximo. O uso de estoque de segurança e de ponto de reposição é importantíssimo para a gestão de materiais, pois objetivam amenizar os efeitos da incerteza da demanda e do suprimento. Para CORRÊA et al. (2013), quando há incertezas tanto no fornecimento quanto no consumo esperado de determinado item, os tomadores de decisão podem optar por manter certos níveis de estoque de segurança.

As razões para o uso de estoques de segurança são as incertezas quanto à fase de fornecimento de matéria-prima, quanto ao processo de produção ou demanda do produto final (CORRÊA et al., 2013). Como o módulo trabalha com incertezas, tais como a falta de materiais ou o descarte dos mesmos por sua baixa qualidade, é importante optar pela manutenção de um estoque de segurança. Para Fernandes e Godinho Filho (2010), o estoque de segurança é uma forma do PCP se proteger de possíveis efeitos das variações da demanda e/ou das variações do *lead time* de suprimentos. Portanto, quanto maior a incerteza maior também será o estoque de segurança de produção. E quanto maior for o estoque de reserva, menor a probabilidade de ocorrer falta.

Figura 22 - Dados de entrada no módulo MRP

| Material | Estoque Inicial | Estoque de Segurança | Ponto de reposição |
|----------|-----------------|----------------------|--------------------|
| MP01     | 3.000           | 1.351                | 4.948              |
| MP02     | 2.000           | 1.777                | 6.436              |
| MP03     | 6.000           | 2.355                | 7.774              |
| MP04     | 8.000           | 3.769                | 11.945             |
| MP05     | 5.000           | 7.986                | 24.600             |
| MP06     | 3.000           | 1.026                | 3.266              |
| MP07     | 4.000           | 1.091                | 3.957              |
| MP08     | 2.000           | 929                  | 3.020              |
| MP09     | 3.000           | 633                  | 2.363              |
| MP10     | 2.000           | 218                  | 763                |
| MP11     | 5.000           | 431                  | 1.879              |
| MP12     | 5.000           | 287                  | 1.300              |

1. Estoque Inicial
2. Estoque de Segurança
3. Ponto de reposição

Fonte: Módulo MRP (2015).

Conforme Corrêa et al. (2010), o estoque de segurança é calculado pela seguinte fórmula:

$$Eseg = FS \times \sigma \times \sqrt{\frac{LT}{PP}} \quad (1)$$

Onde:

$Eseg$  = Estoque de segurança

$FS$  = fator de segurança, que é uma função do nível de serviço que se pretende.

$\sigma$  = desvio-padrão estimado para a demanda futura

$LT$  = Lead time de ressuprimento

$PP$  = periodicidade à qual se refere o desvio-padrão



Na Tabela 1, podemos encontrar o fator de segurança correspondente aos vários níveis de serviço possíveis. O fator de serviço representa o número de desvios-padrão que devem ser mantidos no estoque de segurança para garantir o correspondente nível de serviço.

Tabela 1 - Fatores de segurança

| Nível de Serviço | Fator de Serviço |
|------------------|------------------|
| 50%              | 0                |
| 60%              | 0,254            |
| 70%              | 0,525            |
| 80%              | 0,842            |
| 85%              | 1,037            |
| 90%              | 1,282            |
| 95%              | 1,645            |
| 96%              | 1,751            |
| 97%              | 1,880            |
| 98%              | 2,055            |
| 99%              | 2,325            |
| 99,9%            | 3,100            |
| 99,99%           | 3,620            |

Fonte Corrêa et al. (2013, p. 45).

Por exemplo, suponhamos que estamos interessados em dimensionar o estoque de segurança da matéria-prima MP01. Usando a fórmula e supondo que o *lead time* de obtenção do item em questão é de três jogadas, a periodicidade do desvio-padrão de 1 jogada, e que se pretenda um nível de serviço de 95%, temos:

$$FS = 1,645$$

$$\sigma = 474,13$$

$$LT = 3$$

$$PP = 1$$

$$Eseg = 1,645 \times 474,13 \times \sqrt{\frac{3}{1}} \quad (1.1)$$

$$Eseg = 1350,90 \text{ ou, arredondando, } 1351$$

Observação: como o módulo é em MS Excel, para obter o desvio padrão basta utilizar a função DESVPAD na previsão de demanda do material. O resultado do cálculo foi um estoque de segurança de 1351 unidades. Com esse valor, é possível utilizar a fórmula de ponto de reposição, que determina o momento em que se deve disparar um pedido de ressuprimento, dado por:

$$PR = D \times LT + Eseg \quad (2)$$

$PR$  = Ponto de ressuprimento

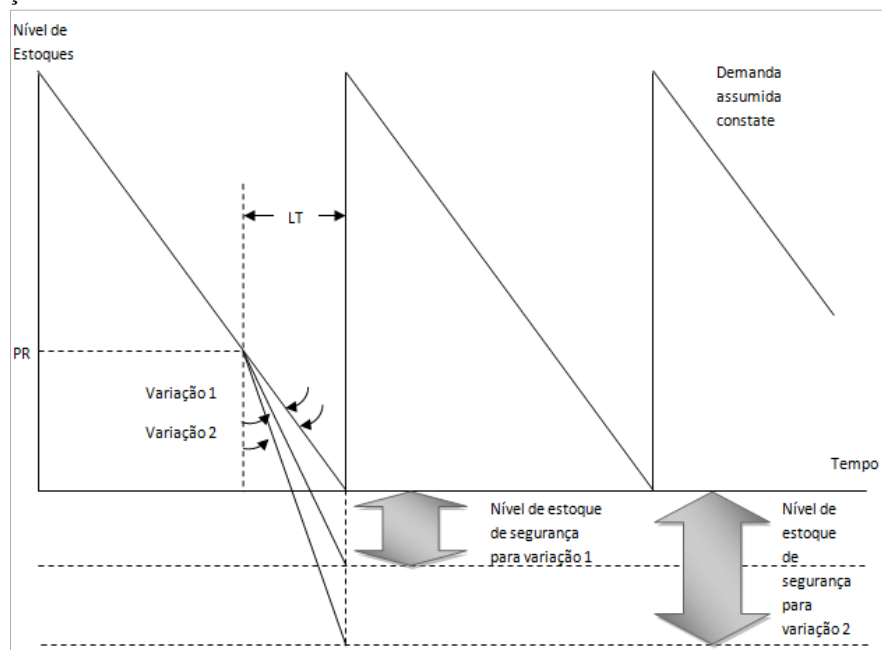
$D$  = Taxa de demanda

O ponto de ressuprimento da situação acima, considerando uma demanda média de 1199 unidades, é então:

$$PR = 1199 \times 3 + 1351 = 4948 \text{ unidades} \quad (2.1)$$

Essas informações são importantes para que os jogadores consigam tomar uma decisão quanto ao melhor período para realizar uma ordem de compra, eliminando o risco de falta de material. A Figura 23 mostra que a quantidade de estoque de segurança é proporcional ao nível de incerteza da demanda, ou seja, o quanto a demanda real terá de probabilidade de variar em retorno da média assumida.

Figura 23 - Relação entre níveis de incerteza da demanda e níveis de estoque de segurança.



Fonte: Corrêa et al. (2013, p. 42).

## 5.2 GESTÃO NO MÓDULO DE MRP

Esta sessão tem como escopo apresentar as variáveis que ajudarão os jogadores a fazerem uma boa gestão do módulo de necessidades de materiais. Elas serão utilizadas como fonte de informações-base para traçar a melhor estratégia de planejamento, de tomada de decisão e de controle, buscando suprir as necessidades das demandas dos produtos e obter os menores custos para empresa.

De acordo com os autores Corrêa, Giancesi e Caon (2013, p.2), os sistemas de administração da produção devem se apoiar em 7 decisões logísticas, a fim de atingirem os objetivos estratégicos da organização:

- 1) Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização.
- 2) Planejar os materiais comprados.
- 3) Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais, nos pontos certos.
- 4) Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas coisas certas e prioritárias.
- 5) Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, matérias) e das ordens (de compra e produção).
- 6) Ser capaz de promover os menores prazos possíveis aos clientes e depois cumpri-los.
- 7) Ser capaz de reagir de maneira eficaz.

O desenvolvimento do módulo de planejamento e controle de materiais se baseia principalmente nos itens 2, 3, 5 e 7. O “2 - Planejar os materiais comprados” consiste em planejar a chegada do material no período correto e na quantidade correta, a fim de atender a demanda e não arcar com custos decorrentes de erro. O item “3- Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais, nos pontos certos” compreende reduzir os estoques aos níveis mínimos necessários para atender às necessidades estratégicas da organização. O item “5 - Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, matérias) e das ordens (de compra e produção)” é uma função do sistema de administração de produção que se refere ao controle da produção e obtenção de informação para melhorar a tomada de decisão. Por fim, o item “7 – Ser capaz de reagir eficazmente” afirma que os sistemas

produtivos sejam capazes de adaptar-se rapidamente às mudanças: mudanças no processo produtivo, mudanças na disponibilidade de suprimentos e, acima de tudo, mudanças na demanda (CORRÊA et al., 2013).

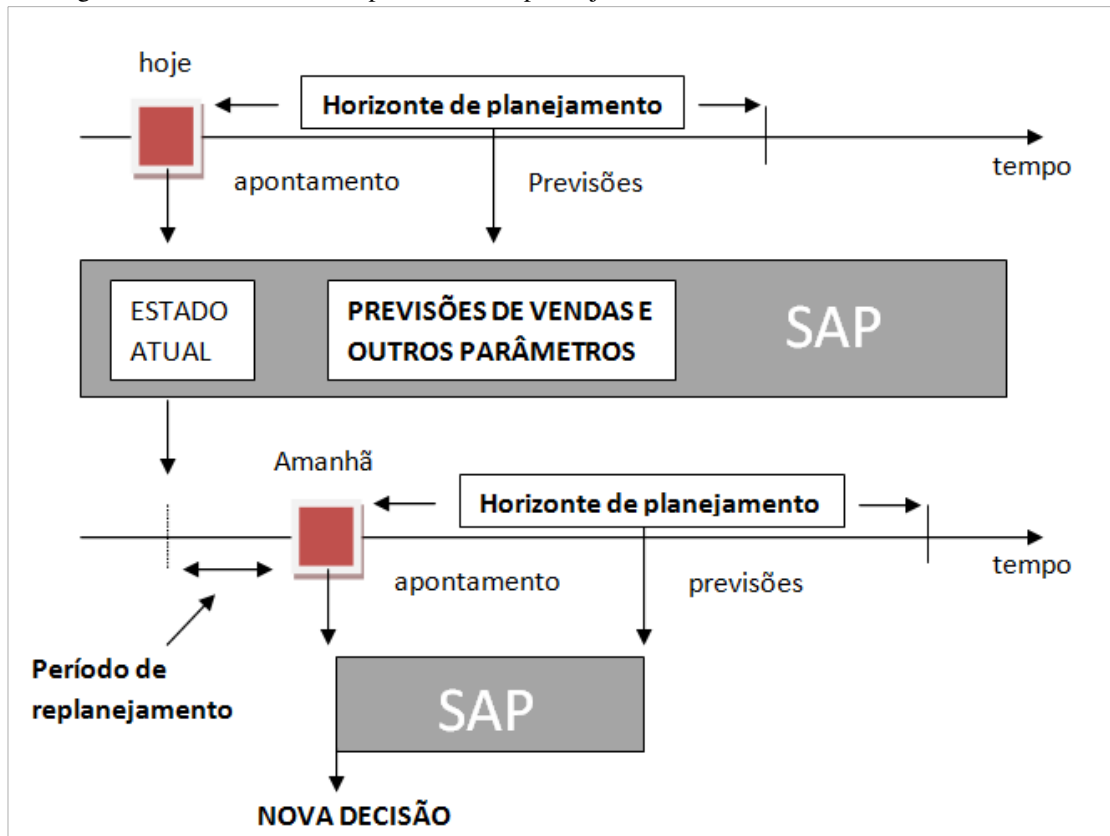
De acordo com SKINNER (1969), o fundamental na tomada de decisão é garantir que a alternativa selecionada seja apropriada às tarefas da manufatura determinada pela estratégia competitiva da empresa, a qual neste caso é a estratégia do jogador. A proposição de Skinner (1969, apud OLIVEIRA et al., 2006), aponta para certas incompatibilidades entre as prioridades competitivas e, por isso, a necessidade de realização de *tradeoffs* tem sido responsável por umas das principais controvérsias existentes na literatura relativas ao conceito de estratégia de produção.

### 5.2.1 Planejamento

Uma tarefa importante é o planejamento das necessidades futuras das matérias-primas, por ser essencial na tomada de decisões e fazer com que os jogadores exercitem seus raciocínios e treinem suas habilidades de administração de produção para obter sucesso no jogo. Corrêa et al. (2013) relatam que o processo de planejamento deve ser contínuo. Em cada momento, devemos ter a noção da situação presente, a visão de futuro, os objetivos pretendidos (que podem alterar-se ao longo do tempo) e o entendimento de como esses elementos afetam as decisões a serem tomadas no presente. À medida em que o tempo passa, o “planejador” deve realizar uma revisão periódica, de forma a atender os objetivos pretendidos (Figura 24).

O módulo trabalha com uma visão de “horizonte de planejamento” de dez jogadas e o período de replanejamento e tomada de nova decisão a cada jogada. As previsões de venda dos produtos, com restrição de capacidade de produção, se originam das decisões do jogador no Mercado Virtual. Com essa informação sobre a quantidade e o período de produtos, o módulo utiliza as informações do BOM e as do MPS para calcular as previsões de utilização das matérias-primas (MP01, MP02,..., MP12). Assim, com tais valores, o jogador consegue tomar uma decisão mais precisa quanto a ordem de compra do material, com base no *lead time* de entrega, para que não falte material e nem compre mais do que o necessário para a produção dos produtos.

Figura 24 - Dinâmica do processo de planejamento



Fonte: Corrêa et al. (2013, p. 18).

No MS Excel, a aba “Informações Iniciais” apresenta a previsão de demanda (células cor rosa claro), que são as mesmas informações do Mercado Virtual, e calcula as quantidades de materiais por período (células cor branca), conforme representado na Figura 25. Após cada jogada, os valores realizados e as quantidades de produtos produzidos no período, são atualizados na aba mencionada (células em vermelho), demonstrando as visões atual e futura da produção (Figura 26). Nessa mesma aba encontramos várias informações importantes que podem ser utilizadas para a tomada de decisão do jogador.

Entretanto, ela não garante a disponibilidade do estoque para produção. Como se pode notar na Figura 26, a produção do P3 na terceira jogada foi zero e sua causa foi a falta do material MP08, totalmente utilizado na produção do P2, que é mais prioritária que P3. A gestão de estoque será discutida no item 5.2.5.

Figura 25 - Previsão de demanda de produtos e materiais

| Produtos | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10     |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P1       | 7.986 | 4.000 | 8.995 | 6.000 | 2.000 | 5.400 | 8.000 | 2.000 | 1.000 | 10.000 |
| P2       | 5.130 | 6.000 | 861   | 3.000 | 4.392 | 1.000 | 4.500 | 3.000 | 1.300 | 5.000  |
| P3       | 1.956 | 900   | 1.100 | 1.000 | 1.387 | 1.956 | 1.956 | 1.956 | 1.956 | 900    |
| P4       | 1.432 | 1.000 | 1.113 | 2.000 | 2.127 | 1.432 | 2.999 | 1.432 | 1.900 | 1.432  |

\*Demanda de produto (utilizar a aba "Dimensionamento" para realizar uma demanda mais precisa)

| Material | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10     |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| MP01     | 1.630 | 797   | 1.560 | 1.108 | 633   | 1.261 | 1.632 | 775   | 632   | 1.654  |
| MP02     | 1.966 | 1.368 | 1.643 | 1.631 | 1.218 | 1.221 | 2.303 | 917   | 737   | 2.242  |
| MP03     | 2.355 | 1.250 | 2.528 | 2.000 | 1.032 | 1.708 | 2.750 | 858   | 725   | 2.858  |
| MP04     | 3.769 | 2.725 | 2.740 | 2.500 | 1.945 | 2.089 | 3.614 | 1.739 | 1.064 | 3.975  |
| MP05     | 7.986 | 4.000 | 8.995 | 6.000 | 2.000 | 5.400 | 8.000 | 2.000 | 1.000 | 10.000 |
| MP06     | 1.026 | 1.200 | 173   | 600   | 879   | 200   | 900   | 600   | 260   | 1.000  |
| MP07     | 1.091 | 1.108 | 402   | 929   | 1.160 | 501   | 1.393 | 787   | 661   | 1.073  |
| MP08     | 929   | 948   | 233   | 529   | 767   | 339   | 839   | 625   | 382   | 805    |
| MP09     | 633   | 325   | 387   | 450   | 560   | 633   | 789   | 633   | 679   | 369    |
| MP10     | 218   | 100   | 123   | 112   | 155   | 218   | 218   | 218   | 218   | 100    |
| MP11     | 431   | 284   | 320   | 538   | 584   | 431   | 823   | 431   | 548   | 392    |
| MP12     | 287   | 200   | 223   | 400   | 426   | 287   | 600   | 287   | 380   | 287    |

\*Demanda de matéria-prima

Fonte: Módulo MRP (2015).

Figura 26 - Previsão de demanda e realização da produção.

| Produtos | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10     |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P1       | 7.986 | 4.000 | 8.995 | 6.000 | 2.000 | 5.400 | 8.000 | 2.000 | 1.000 | 10.000 |
| P2       | 5.130 | 6.000 | 861   | 3.000 | 4.392 | 1.000 | 4.500 | 3.000 | 1.300 | 5.000  |
| P3       | 1.956 | 900   | 1.100 | 1.000 | 1.387 | 1.956 | 1.956 | 1.956 | 1.956 | 900    |
| P4       | 1.432 | 1.000 | 1.113 | 2.000 | 2.127 | 1.432 | 2.999 | 1.432 | 1.900 | 1.432  |

\*Demanda de produto (utilizar a aba "Dimensionamento" para realizar uma demanda mais precisa)

| Material | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10     |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| MP01     | 1.630 | 797   | 1.560 | 1.108 | 633   | 1.261 | 1.632 | 775   | 632   | 1.654  |
| MP02     | 1.966 | 1.368 | 1.643 | 1.631 | 1.218 | 1.221 | 2.303 | 917   | 737   | 2.242  |
| MP03     | 2.355 | 1.250 | 2.528 | 2.000 | 1.032 | 1.708 | 2.750 | 858   | 725   | 2.858  |
| MP04     | 3.769 | 2.725 | 2.740 | 2.500 | 1.945 | 2.089 | 3.614 | 1.739 | 1.064 | 3.975  |
| MP05     | 7.986 | 4.000 | 8.995 | 6.000 | 2.000 | 5.400 | 8.000 | 2.000 | 1.000 | 10.000 |
| MP06     | 1.026 | 1.200 | 173   | 600   | 879   | 200   | 900   | 600   | 260   | 1.000  |
| MP07     | 1.091 | 1.108 | 402   | 929   | 1.160 | 501   | 1.393 | 787   | 661   | 1.073  |
| MP08     | 929   | 948   | 233   | 529   | 767   | 339   | 839   | 625   | 382   | 805    |
| MP09     | 633   | 325   | 387   | 450   | 560   | 633   | 789   | 633   | 679   | 369    |
| MP10     | 218   | 100   | 123   | 112   | 155   | 218   | 218   | 218   | 218   | 100    |
| MP11     | 431   | 284   | 320   | 538   | 584   | 431   | 823   | 431   | 548   | 392    |
| MP12     | 287   | 200   | 223   | 400   | 426   | 287   | 600   | 287   | 380   | 287    |

\*Demanda de matéria-prima

Fonte: Módulo MRP (2015).

### 5.2.2 Fornecedor

O módulo trabalha com três fornecedores distintos e cada um possui suas peculiaridades, vantagens e desvantagens competitivas. Todos fornecem as dozes matérias-primas, porém com preço diferentes. O preço dos materiais também varia de acordo com a escolha do *lead time* de entrega, podendo ser entre 1 a 5 jogadas. O *lead time* é o tempo de obtenção/ressuprimento do material. Corrêa et al. (2013) o define como o tempo que decorre entre a liberação de uma ordem (de compra ou produção) e o momento em que o material correspondente está pronto e disponível para uso. O *lead time* padrão do módulo é de 3 jogadas. Se houver uma ordem de compra com o tempo menor que o padrão, haverá um aumento no preço do material e, quando ocorrer o contrário, haverá um desconto. Essas informações se encontram na aba ‘Dados de Fornecedores’ no módulo MRP (Figura 27). Os fornecedores têm as seguintes características:

- Fornecedor 1: Preço e qualidade média. Variação média de preço do material com relação ao *lead time*.
- Fornecedor 2: Preço mais barato e baixa qualidade. Baixa variação de preço do material com relação ao *lead time*.
- Fornecedor 3: Preço mais alto e qualidade maior. Alta variação de preço do material com relação ao *lead time*.

O módulo também trabalha com uma qualidade por fornecedor, na qual se encontram inclusos os motivos: o fornecedor pode ser pouco confiável e não entregar a quantidade esperada; o material pode vir com defeito ou perda de material no trajeto. O módulo utiliza a porcentagem para realizar uma probabilidade de perda do material comprado. Por exemplo, o fornecedor 1 tem uma qualidade de 92%. Existe, então, uma probabilidade de 8% do material comprado não ser utilizado na produção. O fornecedor 3 possui uma qualidade melhor do que o fornecedor 1, ou seja, o máximo de material descartado será de 2% do total da compra, totalizando 6% a menos de descarte do que fornecedor 1.

A variação do custo por *lead time* também utiliza porcentagem para calcular o valor final da ordem de compra. Por exemplo, se o fornecedor 2 realizar uma compra com 5 jogadas de antecedência, o preço final terá um desconto de 3%. Caso realizar a compra para a próxima jogada, o preço final do material terá um aumento de 12%. Essa porcentagem varia de acordo com o fornecedor, sendo o fornecedor 3 o mais sensível à variação e o fornecedor 2, o menos.

Figura 27 – Dados dos fornecedores

| Preço por unidade | Fornecedor 1 | Fornecedor 2 | Fornecedor 3 |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| MP01              | R\$ 0,56     | R\$ 0,49     | R\$ 0,60     |
| MP02              | R\$ 1,92     | R\$ 1,89     | R\$ 2,00     |
| MP03              | R\$ 1,20     | R\$ 1,19     | R\$ 1,24     |
| MP04              | R\$ 1,90     | R\$ 1,80     | R\$ 2,01     |
| MP05              | R\$ 0,20     | R\$ 0,19     | R\$ 0,30     |
| MP06              | R\$ 2,46     | R\$ 2,29     | R\$ 2,72     |
| MP07              | R\$ 1,90     | R\$ 1,79     | R\$ 2,02     |
| MP08              | R\$ 5,63     | R\$ 5,49     | R\$ 5,82     |
| MP09              | R\$ 2,57     | R\$ 2,19     | R\$ 2,75     |
| MP10              | R\$ 8,32     | R\$ 8,21     | R\$ 8,62     |
| MP11              | R\$ 6,92     | R\$ 6,62     | R\$ 7,11     |
| MP12              | R\$ 8,14     | R\$ 7,93     | R\$ 8,36     |

| Preço por Lead Time | Fornecedor 1 | Fornecedor 2 | Fornecedor 3 |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| 5                   | 92%          | 97%          | 86%          |
| 4                   | 98%          | 99%          | 96%          |
| 3                   | 100%         | 100%         | 100%         |
| 2                   | 115%         | 107%         | 202%         |
| 1                   | 126%         | 112%         | 217%         |

| Qualidade por materia-prima | Fornecedor 1 | Fornecedor 2 | Fornecedor 3 |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Porcentagem de variação     | 92%          | 87%          | 98%          |

| Fornecedor   | Descrição                      |
|--------------|--------------------------------|
| Fornecedor 1 | Preço e qualidade médio        |
| Fornecedor 2 | Menor preço e pior qualidade   |
| Fornecedor 3 | Maior preço e melhor qualidade |

1. Preço do material por fornecedor
2. Qualidade por fornecedor
3. Lead time por fornecedor

Fonte: Módulo MRP (2015).

### 5.2.3 Lote

Os lotes de compras são predeterminados no módulo e os valores do tamanho são variados para os jogadores simularem diferentes estratégias de compras. As compras deverão ser realizadas por quantidade de lote e nem sempre a quantidade do lote será econômica ou terá a quantidade adequada.

O tamanho do lote é um parâmetro vital do sistema MRP. A definição do tamanho do lote pode ser devida em função da análise de uma série de custos: (i) custo de preparação; (ii) custo de estocagem; (iii) custo de variação de carga de trabalho (lotes maiores geram cargas mais instáveis); (iv) custo verdadeiro da ociosidade (em gargalos, a ociosidade é muito custosa, portanto, os lotes podem ser maiores; já em outras máquinas, a ociosidade não é tão custosa); ou pode levar em conta certas conveniências de produção (por exemplo, é conveniente ou mesmo imperioso respeitar certa condição tecnológica) ou conveniências de transporte (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010).

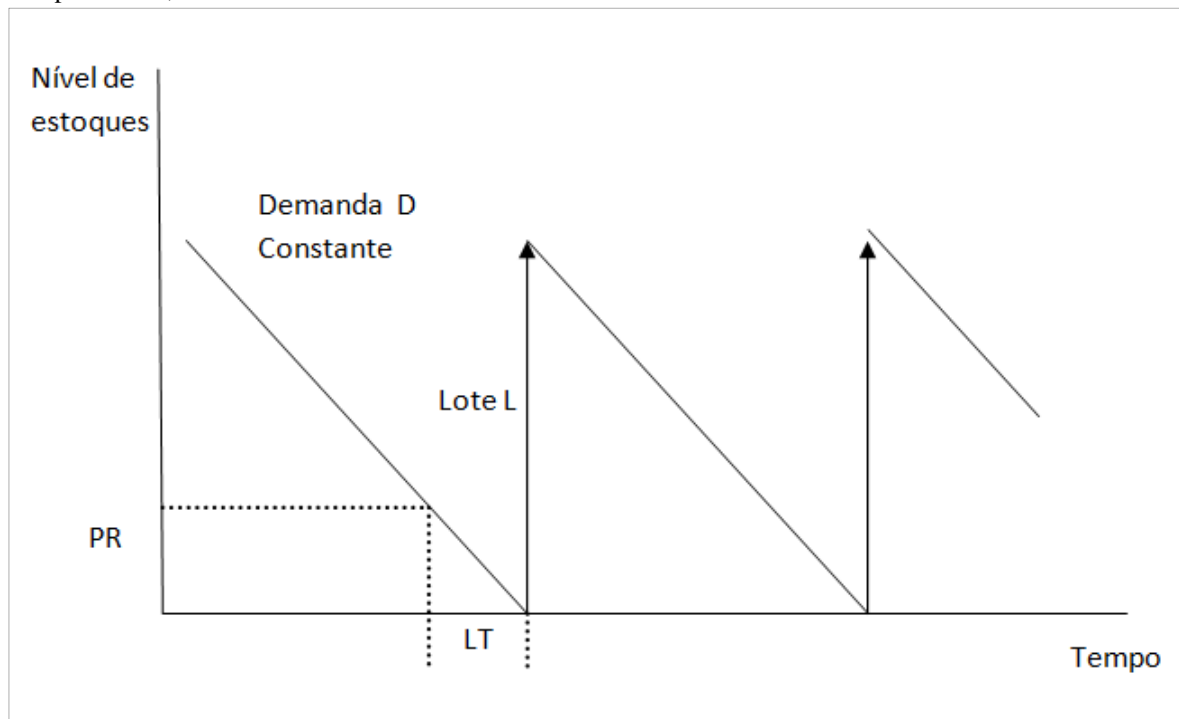
Os lotes a serem comprados devem estar o mais próximo possível das necessidades estritas, com o intuito de reduzir níveis médios de material estocado. Os lotes só devem ser



maiores do que a necessidade quando, por algum motivo de restrição da produção (que pode ser a falta de alternativas economicamente mais interessantes, restrições tecnológicas incontornáveis ou outra), o fornecedor não consegue impor tamanhos mínimos de lotes de fornecimento ou quando os custos fixos de obtenção do item por parte do cliente forem relevantes: custos de fazer o pedido, custos de frete, custos fixos e outros (CORRÊA et al., 2013).

Na etapa de compra de material é preciso definir o momento do ressuprimento e a quantidade a ser ressuprida, para que o estoque possa atender às necessidades da demanda. Nesse momento, é possível utilizar o modelo de “lote econômico” e “ponto de ressuprimento” ou “ponto de reposição” (descrito anteriormente na item 5.1.2). O modelo funciona da seguinte forma: todas as vezes que determinado quantidade do item é retirada do estoque, verifica-se a quantidade restante. Se essa quantidade restante for menor que uma quantidade predeterminada (ponto de ressuprimento), compra-se uma certa quantidade chamada “lote de ressuprimento”. O fornecedor leva tempo ( $LT = lead\ time$ ) até que possa entregar a quantidade pedida como pode ser verificado na figura abaixo (Figura 28).

Figura 28 - Modelagem para determinação dos parâmetros do sistema de ponto de ressuprimento, assumindo a demanda constante



Fonte: Corrêa et al. (2013, p. 38)

Para determinar os parâmetros do sistema, adota-se uma abordagem de custos. Os custos envolvidos com o sistema são: o fixo, o unitário anual de estocagem, de armazenagem e de pedido. Os cálculos do custo de armazenagem e o custo de pedido se encontram nas equações a seguir. Para simplificar o cálculo do estoque médio, se assume a hipótese de demanda constante.

$$CA = C_e \times \frac{L}{2} \quad (3)$$

Onde:

$C_e$  = Custo unitário anual de estocagem (inclui todos os custos incorridos por manter o item em estoque).

$L$  = Tamanho do Lote

$CA$  = Custo de armazenagem calculado pela equação

$$CP = C_f \times \frac{DA}{L} \quad (4)$$

Onde:

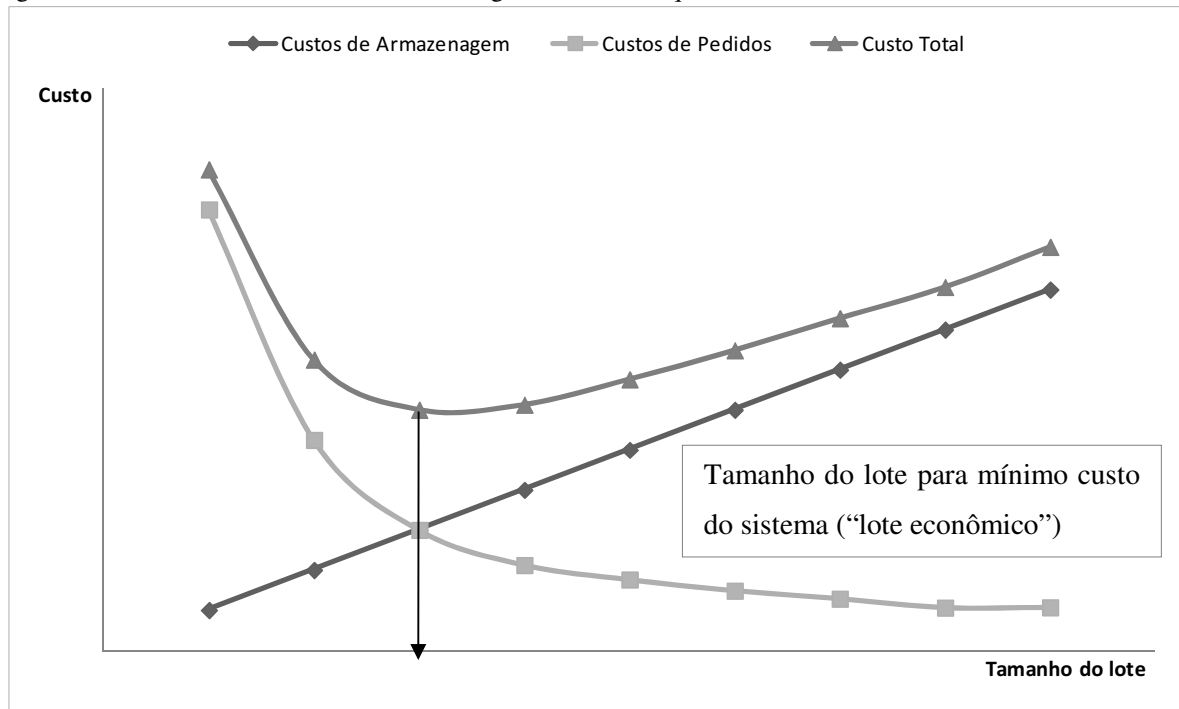
$CP$  = Custo de Pedido calculado pela equação

$DA$  = Demanda Anual

$C_f$  = Custo fixo de fazer um pedido de ressuprimento (não varia com a quantidade pedida).

Analisando os custos envolvidos de diferentes tamanhos de lotes, pode-se concluir que o “lote econômico” se dá quando o custo de armazenagem é o mesmo que o custo de pedido (Figura 29), considerando uma demanda constante.

Figura 29 - Custos totais do sistema de gestão de estoques



Fonte: Corrêa et al. (2013, p. 41).

Assim, podemos demonstrar que, para essa modelagem simplificada, os custos mínimos de operação do sistema ocorrem quando os custos totais de armazenagem se igualam aos custos totais com pedidos. Estabelece, então, a equação:

$$C_f \times \frac{DA}{L_e} = C_e \times \frac{L_e}{2} \quad (5)$$

De onde temos que o lote econômico da produção é dado por:

$$L_e = \sqrt{\frac{2 \times DA \times C_f}{C_e}} \quad (5.1)$$

$L_e$  = Lote econômico

Por exemplo, uma situação em que temos um sistema de gestão de estoques conforme os seguintes parâmetros no módulo. Observação: como o módulo não trabalha com período anual, foi considerado o período das 10 jogadas e uma demanda constante.

Demanda Anual ( $DA$ ) = 11.407 unidades

Custo de preparação (ou de pedido)  $C_f$  = R\$ 345

Custos unitário anual de carregar estoque = R\$ 0,61

$$L_e = \sqrt{\frac{2 \times 11.407 \times 345}{0,61}} \cong 3.622 \text{ unidades} \quad (5.2)$$

O resultado do lote econômico é de aproximadamente 3.622 unidades. Como dito anteriormente, o lote do modelo será predeterminado. Entretanto, existem alguns materiais que trabalham com lote mínimo de 1 unidade. O cálculo de lote econômico, então, serve para realizar o pedido com menor custo e melhorar o resultado da empresa.

#### 5.2.4 Tomada de decisão (Ordem de compra)

Em consideração as decisões logísticas e aos objetivos estratégicos da empresa, no módulo MRP os jogadores enfrentarão *tradeoffs* e terão que tomar a decisão das variáveis: quantidade ideal de matéria-prima, o melhor fornecedor e o período correto da ordem de compra. As variáveis estão relacionadas a outras informações como, por exemplo, diferentes preços de matéria-prima por fornecedor, a taxa de *lead time* de entrega e a qualidade das entregas do fornecedor. As escolhas farão com que o jogador ganhe ou perca o jogo Mercado Virtual.

Na tomada de decisão do módulo, que consiste na realização de ordem de compras por período (jogada), as opções a serem escolhidas são as células em amarelo (Figura 30). Dependendo das escolhas do fornecedor, do material, do lead time e da quantidade de lote, serão gerados o valor do custo da compra e a quantidade total. Os valores das células brancas (Qualidade, Custo, Lote e Total) são alterados automaticamente conforme as escolhas feitas pelo jogador. As células em vermelho-claro são informativas e correspondem ao número da compra, o que é útil para registrar a sequência das ordens de compra; e a jogada, que é o período no qual o jogador se encontra.

Figura 30 - Ordem de compra

|              |      |                    |              |           |       |         |
|--------------|------|--------------------|--------------|-----------|-------|---------|
| Nº da Compra | 1    | Fornecedor         | Fornecedor 1 | Qualidade | 92%   | Comprar |
| Jogada       | 1ª   | Lead Time          | 3            | Custo     | R\$ - |         |
| Material     | MP01 | Quantidade de Lote |              | Total     | 0     |         |
| Lote         | 1000 |                    |              |           |       |         |

Fonte: Módulo MRP (2015).

Na ordem de compra, o fornecedor, o material e o *lead time* funcionam como lista, ou seja, só poderão ser escolhidas as opções que o módulo oferece. A única opção que deve ser preenchida manualmente é a quantidade de lote e, ao inserir o valor, o custo e o valor total de quantidade são calculados automaticamente (Figura 31). É importante lembrar que o lote já é predeterminado no módulo e não poderá ser alterado pelo jogador.

Figura 31 - Exemplo de ordem de compra por quantidade de lote

|              |      |                    |              |           |            |         |
|--------------|------|--------------------|--------------|-----------|------------|---------|
| Nº da Compra | 1    | Fornecedor         | Fornecedor 1 | Qualidade | 92%        | Comprar |
| Jogada       | 1ª   | Lead Time          | 3            | Custo     | R\$ 560,00 |         |
| Material     | MP01 | Quantidade de Lote | 1            | Total     | 1000       |         |
| Lote         | 1000 |                    |              |           |            |         |

Fonte: Módulo MRP (2015).

Com esse quadro de tomada de decisão de ordem de compra, os jogadores poderão realizar diversas combinações, a fim de melhor atender suas estratégias. Por exemplo (Figura 32), ao alterar o *lead time* para um tempo maior, o custo será reduzido segundo a tabela de *lead time* por fornecedor (Figura 27) descrito anteriormente.

Figura 32 - Exemplo de ordem de compra por *lead time*

|              |      |                    |              |           |            |         |
|--------------|------|--------------------|--------------|-----------|------------|---------|
| Nº da Compra | 1    | Fornecedor         | Fornecedor 1 | Qualidade | 92%        | Comprar |
| Jogada       | 1ª   | Lead Time          | 5            | Custo     | R\$ 515,20 |         |
| Material     | MP01 | Quantidade de Lote | 1            | Total     | 1000       |         |
| Lote         | 1000 |                    |              |           |            |         |

Fonte: Módulo MRP (2015).

Caso altere do fornecedor 1 para o fornecedor 2 (Figura 33), o custo será modificado de acordo com o preço do material por fornecedor e a qualidade da entrega dos materiais será ajustada conforme sua qualidade (Figura 27).

Figura 33 - Exemplo de ordem de compra por fornecedor 2

|              |      |                    |              |           |            |         |
|--------------|------|--------------------|--------------|-----------|------------|---------|
| Nº da Compra | 1    | Fornecedor         | Fornecedor 2 | Qualidade | 87%        | Comprar |
| Jogada       | 1ª   | Lead Time          | 5            | Custo     | R\$ 475,30 |         |
| Material     | MP01 | Quantidade de Lote | 1            | Total     | 1000       |         |
| Lote         | 1000 |                    |              |           |            |         |

Fonte: Módulo MRP (2015).

O mesmo acontece se houver alteração do fornecedor 2 para o fornecedor 3 (Figura 34).

Figura 34 - Exemplo de ordem de compra por fornecedor 3

|              |      |                    |              |           |            |         |
|--------------|------|--------------------|--------------|-----------|------------|---------|
| Nº da Compra | 1    | Fornecedor         | Fornecedor 3 | Qualidade | 98%        | Comprar |
| Jogada       | 1ª   | Lead Time          | 5            | Custo     | R\$ 516,00 |         |
| Material     | MP01 | Quantidade de Lote | 1            | Total     | 1000       |         |
| Lote         | 1000 |                    |              |           |            |         |

Fonte: Módulo MRP (2015).

Por fim, pode-se alterar o tipo de material (Figura 35). A lista de material contempla os doze diferentes materiais (MP01, MP02, ..., MP12) e os valores variam conforme a Figura 27.

Figura 35 - Exemplo de ordem de compra por material

|              |      |                    |              |           |              |         |
|--------------|------|--------------------|--------------|-----------|--------------|---------|
| Nº da Compra | 1    | Fornecedor         | Fornecedor 3 | Qualidade | 98%          | Comprar |
| Jogada       | 1ª   | Lead Time          | 5            | Custo     | R\$ 1.720,00 |         |
| Material     | MP02 | Quantidade de Lote | 1000         | Total     | 1000         |         |
| Lote         | 1    |                    |              |           |              |         |

Fonte: Módulo MRP (2015).

Após escolher as variáveis, o jogador precisa concretizar a ordem de compra. Para que isso ocorra, é necessário apertar o botão “Comprar”, para que surja um aviso de confirmação. Após pressionar “sim”, o módulo registra a compra, caso contrário ela não será computada (Figura 36). Depois de confirmar a compra, o valor será registrado na liberação de compra (Figura 37). Esse quadro será detalhado na próxima sessão “Controle de Estoque”.

Para evitar erros, foi criado um mecanismo antifalha. Todos os campos precisam ser preenchidos corretamente, caso contrário aparecerá uma mensagem alertando sobre o erro, a fim de evitar uma compra incorreta (Figura 38).

Figura 36 - Finalizar a ordem de compra

The screenshot shows the MRP module interface with the following data:

| Material                    | MPQ2 | Período | Q      | 1     | 2     | 3     | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|-----------------------------|------|---------|--------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Necessidade Bruta           |      |         |        |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |
| Estoque Inicial             |      |         |        |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |
| Estoque Final               |      |         | 8558,6 |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |
| Ordens Planejadas           |      |         |        |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |
| Ordens - Qualidade          |      |         |        |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |
| Liberação de Ordens         |      |         |        |       |       |       |     |     |     |     |     |     |     |
| Possibilidade de Utilização |      |         | 1.510  | 1.551 | 1.695 | 1.739 | 512 | 413 | 413 | 413 | 413 | 413 | 413 |
| Utilizado                   |      |         | 1.510  | 1.551 | 1.695 | 1.291 | 99  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

Buttons: Cancelar Compra, Comprar

Fonte: Módulo MRP (2015).

Figura 37: Ordem de compra concluída

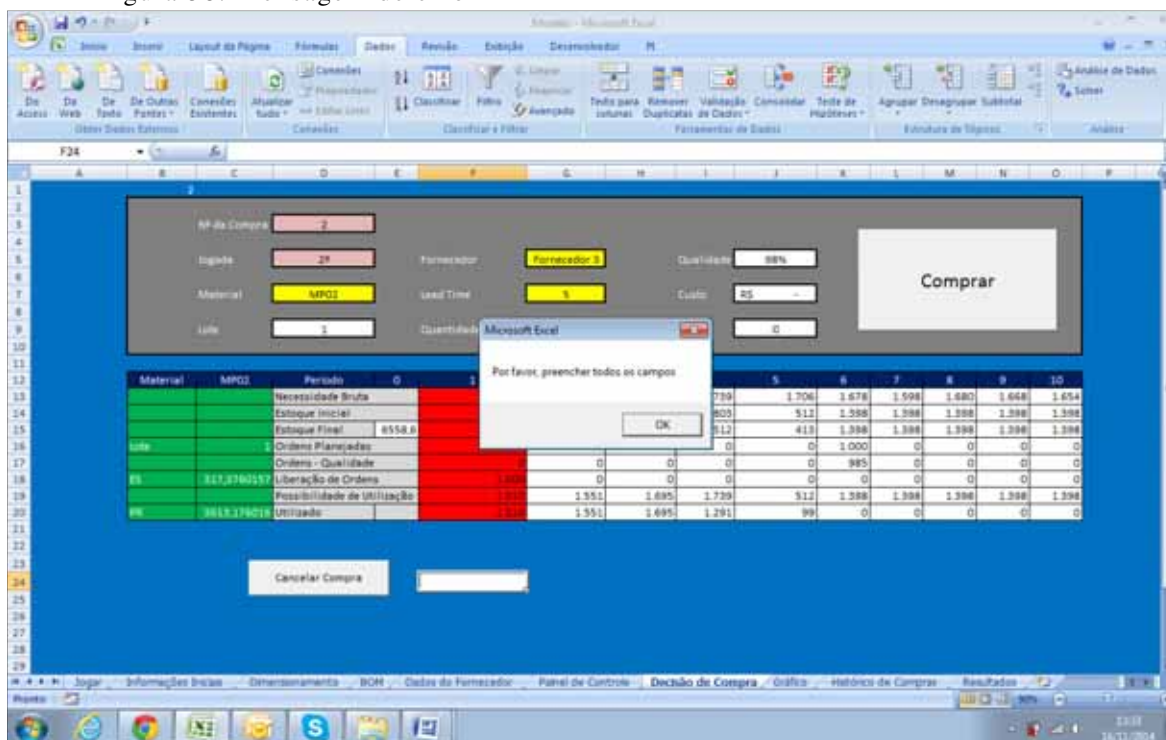
The screenshot shows the MRP module interface with the following data:

| Material                    | MPQ2 | Período | Q      | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|-----------------------------|------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Necessidade Bruta           |      |         |        | 1.510 | 1.551 | 1.695 | 1.739 | 1.706 | 1.678 | 1.598 | 1.680 | 1.648 | 1.654 |
| Estoque Inicial             |      |         |        | 6.559 | 5.048 | 3.498 | 1.803 | 512   | 1.398 | 1.398 | 1.398 | 1.398 | 1.398 |
| Estoque Final               |      |         | 8558,6 | 5.048 | 3.498 | 1.739 | 512   | 413   | 1.398 | 1.398 | 1.398 | 1.398 | 1.398 |
| Ordens Planejadas           |      |         |        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1.000 | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Ordens - Qualidade          |      |         |        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 995   | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Liberar a ordem             |      |         |        | 1.510 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Possibilidade de Utilização |      |         | 1.510  | 1.551 | 1.695 | 1.739 | 512   | 1.398 | 1.398 | 1.398 | 1.398 | 1.398 | 1.398 |
| Utilizado                   |      |         | 1.510  | 1.551 | 1.695 | 1.291 | 99    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

Buttons: Cancelar Compra, Comprar

Fonte: Módulo MRP (2015).

Figura 38: Mensagem de erro



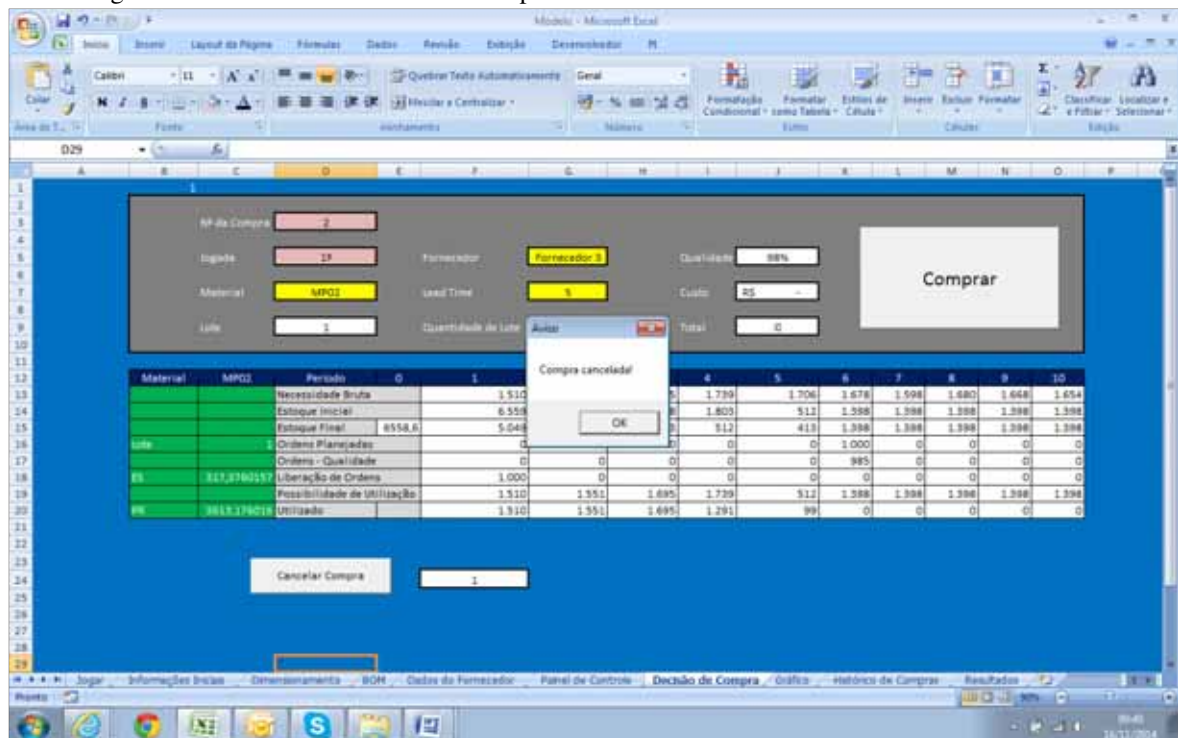
Fonte: Módulo MRP (2015).

Caso o jogador conclua uma compra e se arrependa, existe a possibilidade de cancelá-la (Figura 39). Entretanto, é preciso realizar a mesma jogada e o custo fixo da compra ainda assim será contabilizado. Se, eventualmente, o jogador realizar um cancelamento de outra jogada, o módulo sinaliza uma mensagem de erro, evitando o cancelamento (Figura 40).

Todos os registros são armazenados na aba “Histórico de Compras” (Figura 41), que contém as ordens realizadas ou canceladas. Estas informações são importantes para os jogadores realizarem uma análise crítica de suas tomadas de decisão, compreenderem como o sistema funciona e melhorarem continuamente sua performance.

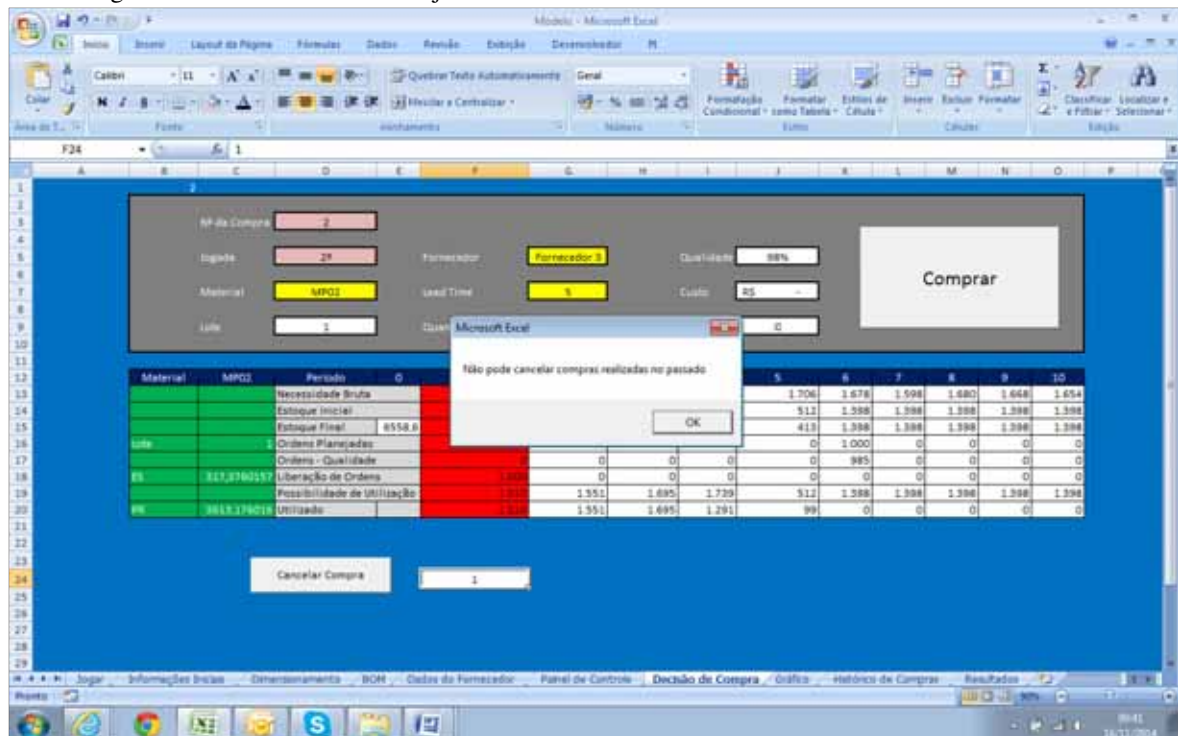


Figura 39: Cancelar ordem de compra



Fonte: Módulo MRP (2015).

Figura 40: Cancelamento rejeitado



Fonte: Módulo MRP (2015).

Figura 41: Histórico de compras

| Nr da Compra | Jogador | Fornecedor   | Qualidade | Material | Lead Time | Custo         | Lote | unidade de L | Total | Lote com Gu | Período | Status   |
|--------------|---------|--------------|-----------|----------|-----------|---------------|------|--------------|-------|-------------|---------|----------|
| 1            | 18      | Fornecedor 3 | 98%       | MP05     | 5         | R\$ 1.290,00  | 5000 | 1            | 5000  | 4970        | 6       | Comprado |
| 2            | 18      | Fornecedor 3 | 98%       | MP09     | 3         | R\$ 3.103,60  | 400  | 3            | 1200  | 1188        | 4       | Comprado |
| 3            | 29      | Fornecedor 3 | 98%       | MP05     | 3         | R\$ 1.500,00  | 5000 | 1            | 5000  | 4957        | 5       | Comprado |
| 4            | 29      | Fornecedor 3 | 98%       | MP10     | 3         | R\$ 862,00    | 1    | 100          | 100   | 98          | 5       | Comprado |
| 5            | 38      | Fornecedor 3 | 98%       | MP12     | 2         | R\$ 2.347,04  | 1    | 139          | 139   | 137         | 5       | Comprado |
| 6            | 38      | Fornecedor 1 | 92%       | MP02     | 2         | R\$ 2.208,00  | 1    | 1000         | 1000  | 981         | 5       | Compreto |
| 7            | 38      | Fornecedor 1 | 92%       | MP10     | 2         | R\$ 956,34    | 1    | 100          | 100   | 92          | 5       | Compreto |
| 8            | 48      | Fornecedor 1 | 92%       | MP04     | 2         | R\$ 19.665,00 | 4500 | 2            | 9000  | 8827        | 6       | Comprado |
| 9            | 48      | Fornecedor 2 | 87%       | MP07     | 2         | R\$ 3.834,88  | 2000 | 1            | 2000  | 1951        | 6       | Comprado |
| 10           | 48      | Fornecedor 2 | 87%       | MP03     | 2         | R\$ 11.435,81 | 9000 | 1            | 9000  | 8659        | 6       | Comprado |
| 11           | 48      | Fornecedor 2 | 87%       | MP01     | 3         | R\$ 490,00    | 1000 | 1            | 1000  | 875         | 7       | Comprado |
| 12           | 48      | Fornecedor 2 | 87%       | MP02     | 3         | R\$ 3.780,00  | 1    | 2000         | 2000  | 1847        | 7       | Comprado |
| 13           | 58      | Fornecedor 2 | 87%       | MP05     | 2         | R\$ 1.027,20  | 5000 | 1            | 5000  | 4910        | 7       | Compreto |
| 14           | 58      | Fornecedor 2 | 87%       | MP05     | 3         | R\$ 2.880,00  | 5000 | 3            | 15000 | 14593       | 8       | Comprado |
| 15           | 58      | Fornecedor 2 | 87%       | MP06     | 2         | R\$ 9.311,14  | 200  | 19           | 3800  | 3480        | 7       | Comprado |
| 16           | 68      | Fornecedor 2 | 87%       | MP11     | 2         | R\$ 8.497,51  | 200  | 6            | 1200  | 1154        | 8       | Compreto |
| 17           | 68      | Fornecedor 2 | 87%       | MP08     | 2         | R\$ 11.752,88 | 1000 | 2            | 2000  | 1966        | 8       | Compreto |
| 18           | 68      | Fornecedor 2 | 87%       | MP12     | 2         | R\$ 848,30    | 1    | 100          | 100   | 87          | 8       | Comprado |
| 19           | 68      | Fornecedor 2 | 87%       | MP01     | 2         | R\$ 1.572,90  | 1000 | 2            | 3000  | 2980        | 8       | Comprado |
| 20           | 68      | Fornecedor 2 | 87%       | MP02     | 3         | R\$ 5.670,00  | 1    | 3000         | 3000  | 2751        | 9       | Comprado |
| 21           | 78      | Fornecedor 2 | 87%       | MP10     | 1         | R\$ 2.759,23  | 1    | 300          | 300   | 281         | 8       | Comprado |
| 22           | 78      | Fornecedor 2 | 87%       | MP09     | 1         | R\$ 4.910,08  | 400  | 3            | 2000  | 1938        | 8       | Comprado |
| 23           | 88      | Fornecedor 2 | 87%       | MP10     | 1         | R\$ 1.839,49  | 1    | 200          | 200   | 175         | 9       | Compreto |
| 24           | 88      | Fornecedor 1 | 92%       | mp10     | 2         | R\$ 2.208,00  | 1    | 1000         | 1000  | 100         | 2       | Comprado |

Fonte: Módulo MRP (2015).

### 5.2.5 Gestão/Controle de Estoque

São várias as definições de gestão de estoque, porém é a importância das decisões (o que pedir, quando pedir, quanto pedir na forma de ordens, quanto manter de estoques de segurança e definir o ponto ressuprimento) que tem recebido destaque pelos autores.

Para obter um bom desempenho no jogo, o jogador precisa ser capaz de reagir de maneira eficaz às mudanças, além de ter a capacidade de replanejar o futuro, levando em conta as novas consequências. Vale ressaltar que o módulo não trabalha com material semi-acabado, ou seja, o material é utilizado por completo no período, sem criar um estoque de material entre os processos (intermediário). A previsão de demanda pode ser reavaliada a cada jogada, podendo ser modificada conforme a necessidade e as influências no mercado. Lembrando que o estoque de materiais no jogo é de itens de demanda independente e, portanto, não depende ou se liga a nenhum outro item.

A técnica de ABC, apesar de um método importante na gestão de estoque, não será utilizada no módulo, uma vez que não existe uma classificação de materiais mais e menos importante no módulo. Os materiais são compartilhados (utilizado em um ou mais produtos) e os produtos são da mesma família, utilizando os mesmos sistemas de produção.

Figura 42 - Quadro de controle de estoque

| Material | MP01        | Período                     | 0      | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|----------|-------------|-----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          |             | Necessidade Bruta           |        | 1.353 | 1.369 | 1.355 | 1.430 | 1.346 | 1.364 | 1.322 | 1.441 | 1.338 | 1.395 |
|          |             | Estoque inicial             |        | 6.747 | 5.394 | 4.377 | 3.364 | 2.767 | 2.767 | 2.767 | 2.767 | 2.767 | 2.767 |
|          |             | Estoque Final               | 6746,8 | 5.394 | 4.377 | 3.364 | 2.767 | 2.767 | 2.767 | 2.767 | 2.767 | 2.767 | 2.767 |
| Lote     | 1000        | Ordens Planejadas           |        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|          |             | Ordens - Qualidade          |        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| ES       | 171,0726947 | Liberação de Ordens         |        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|          |             | Possibilidade de Utilização |        | 1.353 | 1.369 | 1.355 | 1.430 | 1.346 | 1.364 | 1.322 | 1.441 | 1.338 | 1.395 |
| PR       | 2913,672695 | Utilizado                   |        | 1.353 | 1.017 | 1.013 | 597   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

Fonte: Módulo MRP (2015).

A utilização dos materiais será priorizada conforme a sequência de produção, iniciando por P1, P2, P3 e P4. O controle de estoque pode ser feito através do quadro de controle de estoque (Figura 42), o qual consiste das seguintes informações:

- Estoque inicial: estoque inicial da jogada, ou seja, estoque final da jogada anterior somada à quantidade de material (Ordens – Qualidade) recebida no período;
- Estoque final: estoque inicial do período menos o material utilizado na produção;
- Ordens Planejadas: recebimento de material advindo da ordem de compra com *lead time* de entrega;
- Ordens – Qualidade: quantidade de material proveniente das “Ordens Planejadas” com o descarte devido à taxa de qualidade do fornecedor;
- Liberação de Ordens: quantidade de material comprado no período por ordem de compra;
- Possibilidade de Utilização: valor do estoque a ser utilizado, podendo ser o valor da necessidade bruta ou o valor do estoque inicial;
- Utilizado: valor utilizado na produção (o valor pode ser menor do que a “possibilidade da utilização”, devido à restrição de outros materiais na manufatura do produto);
- Lote: tamanho do lote do material;
- ES: valor do estoque de segurança determinado pelo jogador;
- PR: ponto de ressuprimento determinado pelo jogador.

Na Figura 43, o jogador realizou a compra de um lote de 1.000 unidades com um *lead time* de 3 jogadas e teve um descarte de 110 unidades, devido à qualidade do fornecedor. É possível verificar, também, que apesar de ter material disponível para produção na jogada 5, a utilização foi zero, provavelmente por conta de uma restrição de outro material para a produção. O quadro facilita a visualização das informações e o jogador consegue gerir melhor o estoque de materiais.

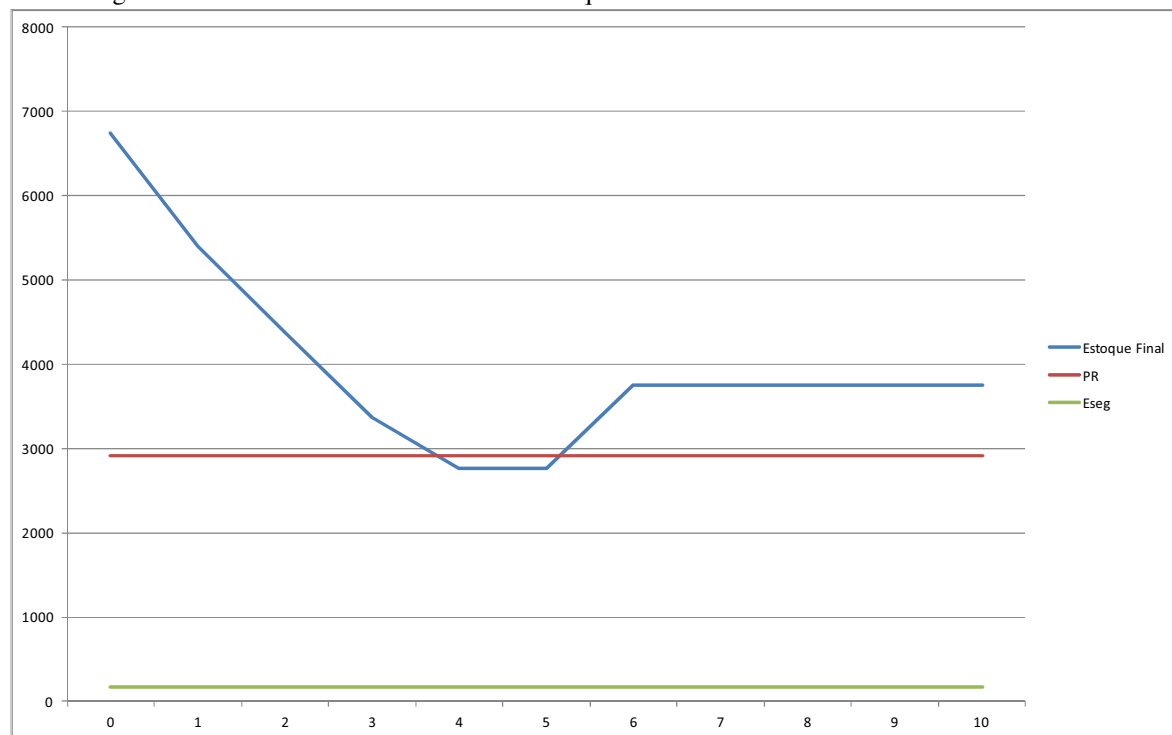
Figura 43: Quadro de controle de estoque

| Material | MP01  | Período                     | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|----------|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          |       | Necessidade Bruta           |       | 1.353 | 1.369 | 1.355 | 1.430 | 1.346 | 1.364 | 1.322 | 1.441 | 1.338 | 1.395 |
|          |       | Estoque inicial             |       | 6.747 | 5.394 | 4.377 | 4.354 | 3.757 | 3.757 | 3.757 | 3.757 | 3.757 | 3.757 |
|          |       | Estoque Final               | 6.747 | 5.394 | 4.377 | 3.364 | 3.757 | 3.757 | 3.757 | 3.757 | 3.757 | 3.757 | 3.757 |
| Lote     | 1.000 | Ordens Planejadas           |       | 0     | 0     | 0     | 1.000 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|          |       | Ordens - Qualidade          |       | 0     | 0     | 0     | 990   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| ES       | 171   | Liberção de Ordens          |       | 1.000 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|          |       | Possibilidade de Utilização |       | 1.353 | 1.369 | 1.355 | 1.430 | 1.346 | 1.364 | 1.322 | 1.441 | 1.338 | 1.395 |
| PR       | 2.914 | Utilizado                   |       | 1.353 | 1.017 | 1.013 | 597   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

Fonte: Módulo MRP (2015).

Outra ferramenta de visualização que o módulo proporciona é a visualização gráfica (Figura 44). Ela contém as quantidades do estoque final, o valor do ponto de ressuprimento e o valor do estoque de segurança.

Figura 44 - Gráfico de controle de estoque



Fonte: Módulo MRP (2015).

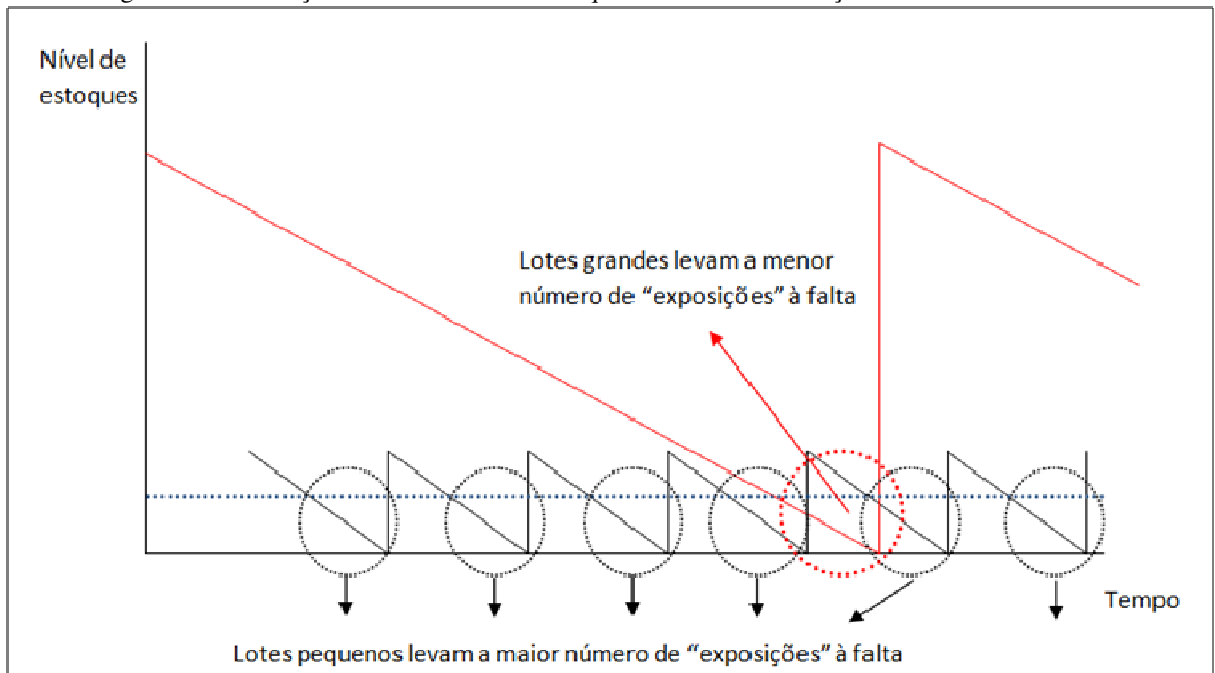
De acordo com Corrêa et al. (2013), é importante observar o risco de falta de estoque com o dimensionamento dos níveis de estoque. Os autores fazem uma relação com a probabilidade de não haver risco, nível de serviço 100%, e um alto estoque, contra uma probabilidade maior de risco à falta e um baixo estoque (Figura 45).

Nessa situação, ocorre um *tradeoff*. Uma alta quantidade de estoque gera um maior custo de estocagem, porém dá a certeza de 100% do nível de serviço e proporciona uma menor preocupação com o controle de estoque e menos trabalho com as ordens de compra.

Por outro lado, uma baixa quantidade de estoque gera o risco de não atender a demanda e ficar sem produzir devido à restrição de materiais. Sua vantagem, porém, é um menor custo de estocagem.

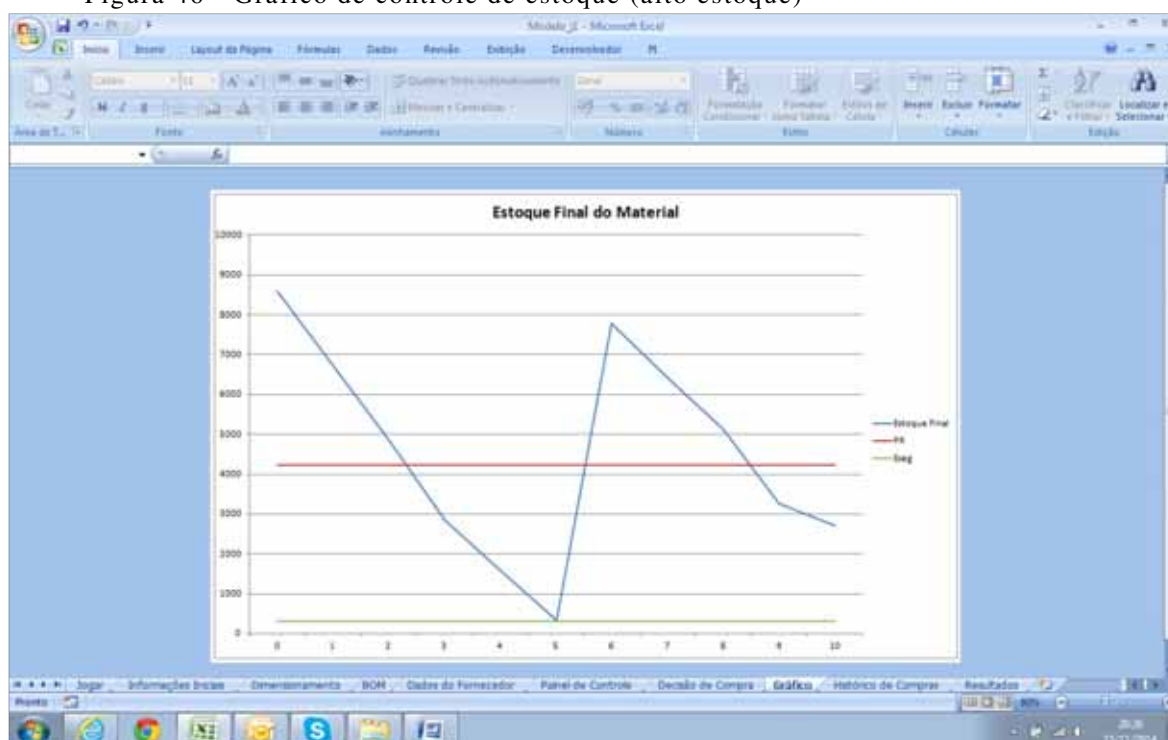
As duas estratégias são válidas e dependem do jogador. Não existe uma opção incorreta, basta escolher por manter um alto estoque (Figura 46) ou um baixo estoque (Figura 47).

Figura 45 - Relação entre nível de estoque e nível de serviço



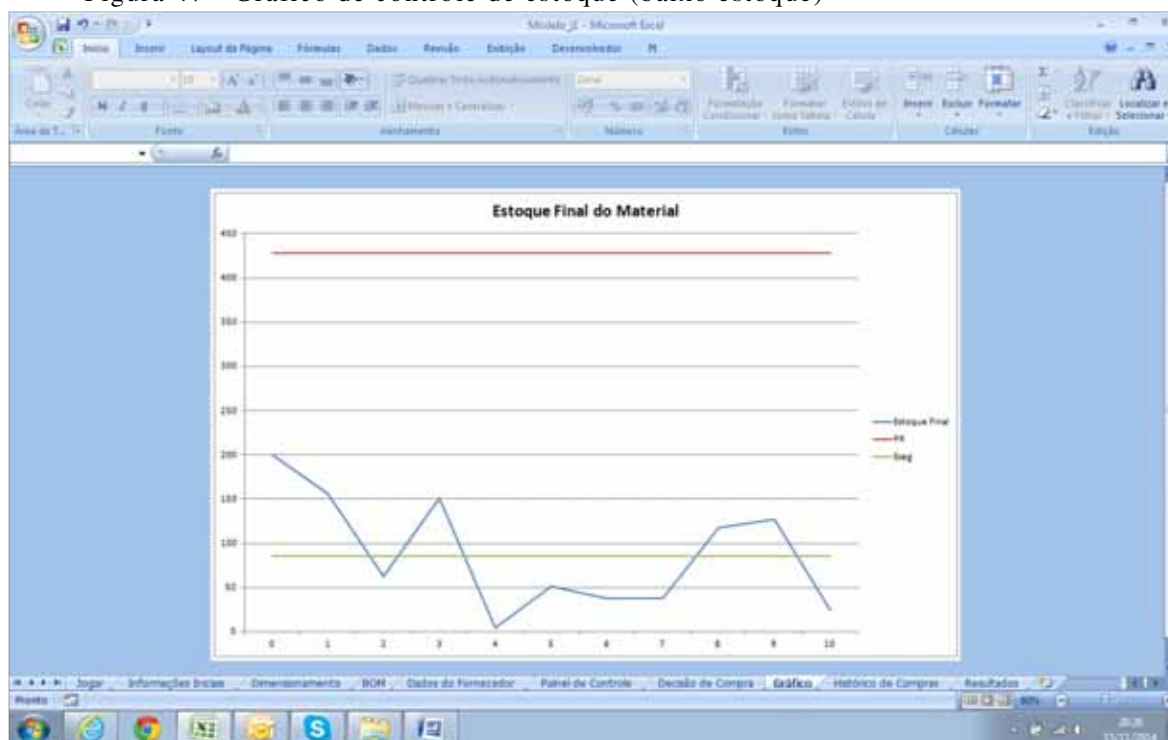
Fonte: Corrêa et al. (2013, p. 42)

Figura 46 - Gráfico de controle de estoque (alto estoque)



Fonte: Módulo MRP (2015).

Figura 47 - Gráfico de controle de estoque (baixo estoque)



Fonte: Módulo MRP (2015).

### 5.2.6 Custo

Conforme mencionado anteriormente, uma dos objetivos estratégicos da empresa é a redução de custo para obtenção de lucro maior. O módulo tem como meta estimular os jogadores a obterem o menor custo de estoque, pedido e aquisição, evitando que a organização arque com os custos decorrentes da eventual sobra material ou interrupções prejudiciais de utilização dos recursos por falta de material, funcionando, também, como um indicador de desempenho dos jogadores.

A cada jogada, o módulo calcula os custos envolvidos na compra de materiais e os custos de estocagem. O custo de falta de materiais para produção, a perda de receita de venda e a confiança dos clientes, não serão calculados no módulo, pois o mesmo é realizado no Mercado Virtual. No final, esses custos são inseridos no balanço patrimonial da empresa fictícia como “despesas”.

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), o custo de aquisição é o que se paga pelo item; o custo de pedido é o custo pelo preparo e monitoramento de cada pedido, independentemente do tamanho do lote adquirido; e o custo para manter o estoque, que compreende:

- Custo de oportunidade do capital investido em estoque;
- Custos de armazenar e manusear estoque;
- Impostos e seguros;
- Estrago, obsolescência e etc.

O custo do material por jogada é calculado pela equação abaixo, sendo o custo total a somatória dos custos dos materiais em todas as jogadas. O custo do pedido é fixo (R\$ 345,00), independe do tipo de material e período e não varia conforme a quantidade comprada - alta ou baixo. O custo de aquisição ocorre de acordo com o material e o fornecedor, já o custo de estocagem depende do tipo de material (Figura 48).

O custo do estoque inicial é diferenciado, pois cada material tem um preço fixado, por ser independente da escolha do fornecedor e ter um *lead time* igual à zero (Figura 48). Por conta disso, existem materiais que compensam um alto estoque inicial e outros que compensam a aquisição de um estoque inicial baixo e uma posterior compra para a próxima jogada.



Equação de custo de aquisição, pedido e estocagem:

$$C_{n,j} = (\sum EMP_{n,j} \times CE_n) + (\sum PMP_{n,j} \times CP) + (\sum MP_{n,j} \times CC_n) \quad (6)$$

$C_{n,j}$  = Custo do material no período

$EMP_{n,j}$  = Quantidade de estoque do material no período

$CE_n$  = Custo de estocagem

$PMP_{n,j}$  = Quantidade de pedido do material no período

$CP$  = Custo de pedido

$MP_{n,j}$  = Material comprado no período

$CC_n$  = Custo do material

Equação dos custos totais dos materiais de todas as jogadas:

$$C_t = \sum_{n=1}^{12} \sum_{j=1}^{10} C_{n,j} \quad (7)$$

$C_t$  = Custo Total

Figura 48 - Custo da aquisição, estoque inicial e custo de estocagem

| Preço por unidade | Fornecedor 1 | Fornecedor 2 | Fornecedor 3 | Estoque Inicial | Custo de estocagem |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------------|
| MP01              | R\$ 0,56     | R\$ 0,49     | R\$ 0,60     | R\$ 0,99        | R\$ 0,06           |
| MP02              | R\$ 1,92     | R\$ 1,89     | R\$ 2,00     | R\$ 3,38        | R\$ 0,22           |
| MP03              | R\$ 1,20     | R\$ 1,19     | R\$ 1,24     | R\$ 2,10        | R\$ 0,13           |
| MP04              | R\$ 1,90     | R\$ 1,80     | R\$ 2,01     | R\$ 3,36        | R\$ 0,21           |
| MP05              | R\$ 0,20     | R\$ 0,19     | R\$ 0,30     | R\$ 0,46        | R\$ 0,03           |
| MP06              | R\$ 2,46     | R\$ 2,29     | R\$ 2,72     | R\$ 4,50        | R\$ 0,28           |
| MP07              | R\$ 1,90     | R\$ 1,79     | R\$ 2,02     | R\$ 3,37        | R\$ 0,21           |
| MP08              | R\$ 5,63     | R\$ 5,49     | R\$ 5,82     | R\$ 9,85        | R\$ 0,63           |
| MP09              | R\$ 2,57     | R\$ 2,19     | R\$ 2,75     | R\$ 4,54        | R\$ 0,28           |
| MP10              | R\$ 8,32     | R\$ 8,21     | R\$ 8,62     | R\$ 14,61       | R\$ 0,93           |
| MP11              | R\$ 6,92     | R\$ 6,62     | R\$ 7,11     | R\$ 12,03       | R\$ 0,76           |
| MP12              | R\$ 8,14     | R\$ 7,93     | R\$ 8,36     | R\$ 14,18       | R\$ 0,90           |

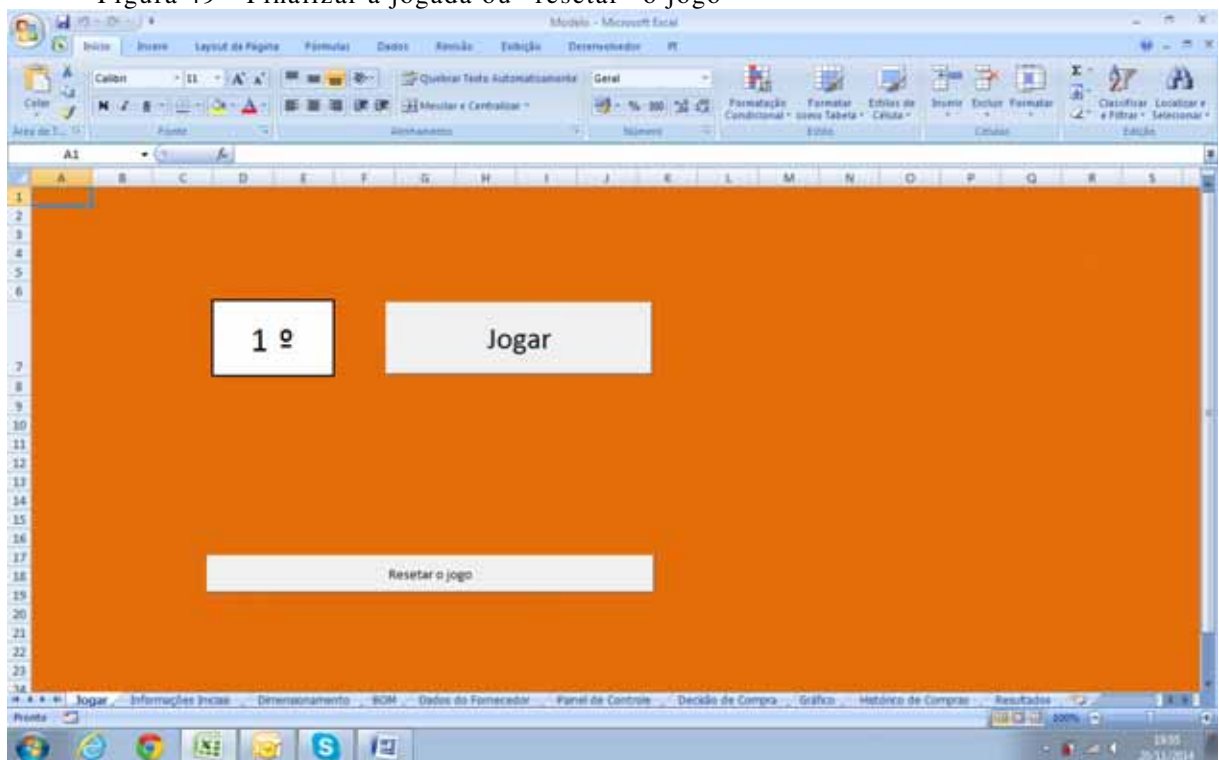
Fonte: Módulo MRP (2015).



### 5.3 RESULTADOS

Para finalizar cada jogada, o jogador precisa retornar à aba “Jogar” do Excel e apertar o botão com mesmo nome, a fim de computar todas as informações das ordens de compras, custos e estoques no período (Figura 49). Todas as vezes que apertar o botão, uma mensagem de confirmação da jogada aparecerá na tela, prevenindo erros, e o número da jogada será alterado para o próximo período. Depois de finalizadas as 10 jogadas, existe na mesma aba a possibilidade de “resetar” e iniciar o jogo novamente apertando o botão “Resetar o jogo”.

Figura 49 - Finalizar a jogada ou “resetar” o jogo

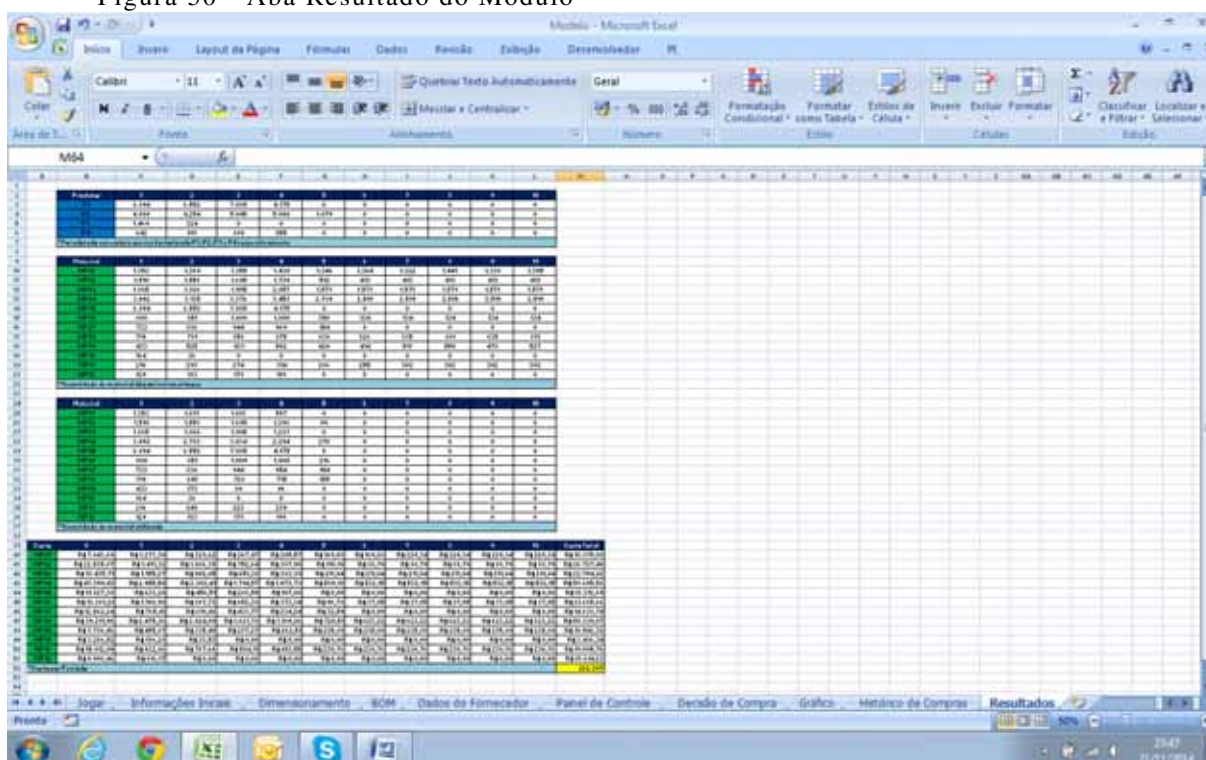


Fonte: Módulo MRP (2015).

No fim de cada jogada, na aba “Resultados” (Figura 50), o módulo entrega os seguintes resultados:

- Quantidade de estoque final dos materiais;
- Quantidade de produtos produzidos e quantidade de materiais utilizados;
- Custos de aquisição, estocagem e pedido dos materiais.

Figura 50 - Aba Resultado do Módulo



Fonte: Módulo MRP (2015).

O módulo restringe a produção conforme a disponibilidade dos materiais, que podem estar em estoque ou em recebimento em ordens de compras. O valor final dos produtos produzidos no período será utilizado no Mercado Virtual para contabilizar a quantidade de produção do Relatório Estoque de Produtos (Figura 51). É importante lembrar que a ação está no futuro porque ainda não há uma integração entre eles. A falta de matéria-prima e/ou recebimento da ordem de compra no período incorreto causará prejuízos, pois a empresa não atenderá a demanda prometida, aumentando o *backorder*.

Figura 51 - Relatório de Estoque de Produtos

| Produto | Est.Ant | Produção | Vendas | BackOrder | Est.Final | ValEst     | ValUnit  |
|---------|---------|----------|--------|-----------|-----------|------------|----------|
| 1       | 0       | 6443     | 6443   | 2487      | 0         | 0,00       | 935,44   |
| 2       | 1388    | 5558     | 6946   | 1426      | 0         | 0,00       | 1.656,00 |
| 3       | 0       | 2389     | 2058   | 0         | 331       | 696.344,22 | 2.103,76 |
| 4       | 0       | 714      | 714    | 394       | 0         | 0,00       | 2.767,93 |

Fonte: Mercado Virtual (2014).

O cálculo de restrição é realizado de acordo com a equação de restrição de produção devido a materiais. Ele utiliza o estoque disponível dos materiais (estoque inicial mais a quantidade recebida de ordens de compras no período) menos o consumo de materiais usados

na produção dos outros produtos mais prioritários, multiplicado pela quantidade necessária para produzir um produto. O menor resultado é a quantidade de produtos produzidos, e caso o resultado for negativo, a produção é zero.

Lembrando que os produtos são priorizados de acordo com o grau de importância, P1, P2, P3 e P4, respectivamente, e o cálculo é realizado de acordo com BOM (Bill of material) de cada produto. O estoque final é o estoque disponível menos a quantidade de material utilizado na produção do P1, P2, P3 e P4.

Equação de restrição de produção devido a material:

$$P_t = IF(MIN((MPO_1^{12} - \sum_{t-1}^t CMPO_1^{12}) \times P_t MP O_1^{12}) > P'_t; P'_t; MIN((MPO_1^{12} - \sum_{t-1}^t CMPO_1^{12}) \times P_t MP O_1^{12})) \quad (8)$$

$P_t$  = Quantidade produzida

$P'_t$  = Demanda inicial

MIN = Mínimo

$MPO_1^{12}$  = Estoque disponível

$CMPO_1^{12}$  = Material consumido na produção dos produtos priorizados

$P_t MPO_1^{12}$  = Material requisitado para produção de um produto.

$t$  = Tipo de Produto

Os custos farão parte do relatório de “Demonstração de Resultados” da empresa no Mercado Virtual. O crédito de material no relatório será composto pela soma dos custos de aquisição dos materiais e de pedido, sendo que custo de estocagem contabilizará tanto a estocagem de produtos finais quanto a de materiais. O fluxo de caixa e a análise de saldo deverão ser feitas no jogo e não no módulo MRP (Figura 52).

O Mercado Virtual utiliza esse relatório de demonstração de resultados para elaborar o ranking dos jogadores. Considerando que futuramente haverá a interação entre o módulo e o jogo, um péssimo ou um ótimo desempenho no módulo MRP influenciará completamente o resultado e a pontuação do jogo. Esse tipo de competição traz benefícios para os jogadores, motivando e incentivando o aprendizado.

Figura 52 - Relatório de Caixa

| Nome do lançamento       | Débito        | Crédito       | Saldo          |
|--------------------------|---------------|---------------|----------------|
| Caixa inicial da jogada  |               |               | 108.873.391,98 |
| + Vendas à Vista         | 59.256.450,00 |               | 168.129.841,98 |
| + Empréstimo solicitado  | 0,00          |               | 168.129.841,98 |
| + Crédito Emergencial    | 0,00          |               | 168.129.841,98 |
| + Juros Recebidos        | 400,00        |               | 168.130.241,98 |
| + Aplicação Anterior     | 10.000,00     |               | 168.140.241,98 |
| + Recebimento Duplicatas | 0,00          |               | 168.140.241,98 |
| - Fornecedores           |               | 0,00          | 168.140.241,98 |
| - Aplicação Atual        |               | 40.000,00     | 168.100.241,98 |
| - Amortização            |               | 0,00          | 168.100.241,98 |
| - Construções            |               | 0,00          | 168.100.241,98 |
| - Equipamentos           |               | 0,00          | 168.100.241,98 |
| - Material               |               | 20.921.021,10 | 147.179.220,88 |
| - Energia                |               | 680.088,09    | 146.499.134,79 |
| - Salários               |               | 2.084.177,36  | 144.414.957,43 |
| - INSS                   |               | 604.411,43    | 143.810.546,00 |
| - FGTS                   |               | 166.734,19    | 143.643.811,81 |
| - ICMS                   |               | 2.043.088,00  | 141.600.723,81 |
| - PIS                    |               | 1.787.702,00  | 139.813.021,81 |
| - COFINS                 |               | 2.043.088,00  | 137.769.933,81 |
| - P&D                    |               | 388.000,00    | 137.381.933,81 |
| - Publicidade            |               | 1.210.000,00  | 136.171.933,81 |
| - Despesas Gerais        |               | 888.846,75    | 135.283.087,06 |
| - Custos de Estocagem    |               | 414.780,00    | 134.868.307,06 |
| - Qualidade              |               | 137.000,00    | 134.731.307,06 |
| - Marketing              |               | 700.000,00    | 134.031.307,06 |
| - Juros Pagos            |               | 300,00        | 134.031.007,06 |
| - IRPJ                   |               | 5.607.863,26  | 128.423.143,80 |

Fonte: Mercado Virtual (2014).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca de excelência e melhoria nas táticas de ensino-aprendizagem em Engenharia de Produção e a crescente utilização de ferramentas computacionais e jogos de empresas nas instituições de ensino e organizações, incentivaram o desenvolvimento do trabalho e a ampliação do conteúdo do jogo Mercado Virtual. O módulo MRP, construído no MS Excel, levanta conceitos e informações essenciais no aprendizado do Planejamento e Controle da Produção (PCP) e simula práticas de um sistema de gestão das necessidades de materiais e tomadas de decisões, os quais, possivelmente, o estudante de engenharia de produção vivenciará em sua vida profissional. Isso permite que o jogador aprenda a controlar as operações de manufatura; determinar os prazos de entregas; analisar a viabilidade da produção; gerar ordem de compras; verificar o *lead time* de entrega e os custos; verificar a classificação de fornecedores em questão de confiabilidade e preço do material; lidar com vários itens e estrutura de produtos; gerir estoque para evitar falta ou excesso de materiais; e por fim atualizar o planejamento da produção.

O resultado final do trabalho é uma ferramenta para estimular o raciocínio lógico e a visão sistêmica de uma empresa, pois um bom engenheiro de produção deve ser capaz de, por meio de informação, integrar a função de operações dos sistemas e obter melhoramentos competitivos. Entretanto, o módulo não incorpora todas as variáveis envolvidas na estratégia da organização e os fatores externos (conhecimento, motivação, treinamento e sistema de informação), porque é impossível simular todas as variáveis reais e, além disso, a intenção é simplificar o jogo para não desmotivar e aborrecer o jogador. A ferramenta poderá ser utilizada no curso de graduação ou pós-graduação de Engenharia de Produção e proporcionar oportunidades de projetos futuros. Ela foi validada pelo Prof. Dr. José de Souza Rodrigues, membro do Departamento de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB) – UNESP/Bauru.

Como trabalho futuro, o próximo passo é colocar o módulo em prática no curso de Engenharia de Produção para testar a usabilidade do jogo, a interação com o aluno/jogador, receber feedback e sugestões de melhorias; além de corrigir a inexatidão e validar a consistência dos valores, pois apesar dos testes, das análises lógicas e os mecanismo anti-falhas, sempre existe a possibilidade de ocorrer erros. Para trabalhos futuros as intenções são programar o módulo para a linguagem em PHP integrando completamente com o Mercado Virtual e analisar empiricamente a influência no aprendizado com a utilização da ferramenta e fazer um comparativo com o ensino convencional e tradicional.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, John C.; CLEVELAND, Gary; SCHROEDER, Roger G. Operations strategy: a literature review. **Journal of Operations Management**, v. 8, n. 2, p. 133-158, 1989.

ANDREWS, K. R. 5 **The Concept of Corporate Strategy. Resources, Firms, and Strategies: A Reader in the Resource-based Perspective**, p. 52, 1991.

ANTUNES JÚNIOR, J. A. V.; KLIPPEL, M. Estratégia de produção: conceituação, critérios competitivos e categorias de decisão. In: III Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006, **Anais**. Resende, 2006.

AZRIEL, Jay A.; ERTHAL, Margaret J.; STARR, Ervin. Answers, questions, and deceptions: What is the role of games in business education?. **Journal of Education for Business**, v. 81, n. 1, p. 9-13, 2005.

BAHL, Harish C.; RITZMAN, Larry P. An empirical investigation of different strategies for material requirements planning. **Journal of Operations Management**, v. 3, n. 2, p. 67-77, 1983.

BARNES, David. The complexities of the manufacturing strategy formation process in practice. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 10, p. 1090-1111, 2002.

BENTON, W. C.; SHIN, H. Manufacturing planning and control: The evolution of MRP and JIT integration. **European Journal of Operational Research**, v. 110, n. 3, p. 411-440, 1998.

BEN-ZVI, Tal. The efficacy of business simulation games in creating Decision Support Systems: An experimental investigation. **Decision Support Systems**, v. 49, n. 1, p. 61-69, 2010.

BERCHET, Claire; HABCHI, Georges. The implementation and deployment of an ERP system: An industrial case study. **Computers in Industry**, v. 56, n. 6, p. 588-605, 2005.

BERRETINI, A. **Uma análise de jogos de empresas na área de planejamento da produção e uso integrado de sistemas de informações**. 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2010.

BERRETINI, A.; CAMPOS, R. Comparação de jogos de empresas no Brasil com foco no planejamento e controle da produção. XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção, 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil, **Anais**. 15 a 18 de outubro de 2012. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012\\_TN\\_STP\\_166\\_963\\_20662.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STP_166_963_20662.pdf) Acessado em: 26 de abr. 2014.

BERTRAND, J.W.M e FRANSOO, J. C Modelling and simulation: Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n.2, p. 241–264, 2002.



BORRAJO, F., BUENO, Y., DE PABLO, I., SANTOS, B., FERNÁNDEZ, F., GARCÍA, J., e SAGREDO, I. SIMBA: A simulator for business education and research. **Decision Support Systems**, v. 48, n. 3, p. 498-506, 2010.

BRANDENBURGER, A. M.; NALEBUFF, B. J. (1995). 'The right game: Use game theory to shape strategy', **Harvard Business Review**, v. 73, n.4, p. 57-71, 1995

BRANDON-JONES, Alistair; PIERCY, Niall; SLACK, Niguel. Bringing teaching to life: Exploring innovative approaches to operations management education; **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n.12, p. 1369-1374, 2012  
Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/0144-3577.htm> Acessado em: 28 de abr. 2014

CABRAL, António. **O jogo no ensino**. 1ª ed., Lisboa: Notícia Editorial, 2001.

CAULFIELD, C., XIA, J., VEAL, D., & MAJ, S. P. A Systematic Survey of Games Used for Software Engineering Education. **Modern Applied Science**, v.5, n.6, 2011.

CHANDLER JUNIOR, A.D., **Strategy and Structure**. Doubleday, Anchor Books Edition, New York, 1996

COCKBURN, Iain; HENDERSON, Rebecca; STERN, Scott. Untangling the origins of competitive advantage. **Strategic Management Journal**, October-November Special Issue 21, p. 1123-1145, 2000.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G.N. e CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP**. São Paulo: Atlas, 2000, 452p.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G.N. e CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP**. São Paulo: Atlas, 5ª Edição, 2013.

CORRÊA NETO, D.A.; DELÁZARO FILHO, J. A **influencia do sistema MRP no desempenho das empresas industriais**. 2001. Disponível em: [http://www.gestori.com.br/website2/diversos/artigos/influencia\\_sistema.pdf](http://www.gestori.com.br/website2/diversos/artigos/influencia_sistema.pdf) Acessado em: 02 de mai. 2013

CORNÉLIO FILHO, Plínio. **O modelo de simulação do GPCP-1: jogo do planejamento e controle da Produção**. 1998. Florianópolis, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), 1998

CROOKALL, David. Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline. **Simulation & Gaming**, v. 41, n. 6, p. 898-920, 2010.

DETERDING S.; DIXON, D.; KHALED R.; NACKE L. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In **Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments**, p. 9-15, ACM, 2011.

DIERICKX, I.; COOL, K. Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage, **Management Science**, v. 35, n.12, p. 1504-1511, 1989

DOSI, G.; TEECE, D. J.; WINTER, S. **Toward a theory of corporate coherence: Preliminary remarks**, unpublished paper, Center for Research in Management, University of California at Berkeley, 1989

EISENHARDT, Kathleen M.; MARTIN, Jeffrey A. Dynamic capabilities: what are they?. **Strategic management journal**, v. 21, n. 10-11, p. 1105-1121, 2000.

FARIA, A. J., e WELLINGTON, W. J. A survey of simulation game users, former- users, and never-users. **Simulation & Gaming**, v. 35, n. 2, p. 178-207, 2004.

FEINSTEIN, Andrew Hale; CANNON, Hugh M. Constructs of simulation evaluation. **Simulation & Gaming**, v. 33, n. 4, p. 425-440, 2002.

FERNANDES, F. C. F., & GODINHO FILHO, M. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. 1 ed., São Paulo: Atlas, 2010

FITÓ-BERTRAN, Àngels; HERNÁNDEZ-LARA, Ana Beatriz; SERRADELL-LÓPEZ, Enric. Comparing student competences in a face-to-face and online business game. **Computers in Human Behavior**, v. 30, p. 452-459, 2014.

FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. **Administração de Materiais e do Patrimônio**, 1 ed., São Paulo: Cengage Learning, 2010.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

GARY, M. S. e WOOD, R. E. Mental models, decision rules, and performance heterogeneity, **Strategic Management Journal**, v. 32, p. 569-594; 2011

GARRIS, R; AHLER, R; DRISKELL, J. E. Games, Motivation and Learning: A Research and Practice Model, **Simulation Gaming**, p. 441-466, 2002.

GARVIN, D. A. A Manufacturing Strategy Planning. **California Management Review**. Vol. 35 (4), p. 85-106, Summer. 1993.

GELDERS, Ludo F.; VAN WASSENHOVE, Luk N. Capacity planning in MRP, JIT and OPT: a critique. **Engineering Costs and Production Economics**, v. 9, n. 1, p. 201-209, 1985.

GHEMAWAT, P. Sustainable advantage, **Harvard Business Review**, v. 64, n.5, p. 53–58, 1986

GHEMAWAT, P. **A estratégia e o cenário de negócios**. Porto Alegre, Bookman, 2000.

GIANESI, I. G. N. & CORRÊA, H. L. O Uso de Jogo de Empresas e Simulação no Ensino de Estratégias de Manufatura e Treinamento de Operação de Sistemas MRP II., **Anais do XII ENEGEP**, São Paulo, 1992.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, Editora Atlas, 1991.



GLUCK, Frederick W., KAUFMAN, Stephen P., and WALLECK, A. Steven. Strategic management for competitive advantage. **Harvard Business Review**, v. 58, n. 4, p. 154-161, 1980.

GODOY, A. S.; CUNHA, M. A. V. C. **Ensino em pequenos grupos**. Didática do ensino superior: técnicas e tendências. São Paulo: Pioneira, p. 83-100, 1997

GRANT, R. M., Toward a knowledge-based theory of the firm. **Strategic Management Journal**, Summer Special v. 17, p. 109–122, 1996.

GRECO, Marco; BALDISSIN, Nicola; NONINO, Fabio. An exploratory taxonomy of business games. **Simulation & Gaming**, v. 44, n. 5, p. 645-682, 2013.

GREITZER, F.L., KUCHAR, O.A., AND HUSTON, K. (2007) Cognitive science implications for enhancing training effectiveness in a serious gaming context. **ACM J. Edu. Resources in Comput.**, v. 7, No. 3, Article 2 (August 2007), 10 pages. DOI=10.1145/1281320.1281322 <http://doi.acm.org/10.1145/1281320.1281322>

GUIMARÃES, F.S. ; MÂSIH, R. T. ; ANDRADE, M.H.S. . Planejamento De Compras De Matérias-Primas - Aplicação De Uma Metodologia Integrada Como Apoio À Gestão De Projetos (artigo 1305). In: SIMPEP 2009, 2009, Bauru. **ANAIS DO SIMPEP 2009**.

GUNTER, G. A.; KENNY, R. F.; VICK, E. H. (2008). Taking educational games seriously: using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. **Educational Technology Research and Development**, v. 56, n. 5-6, p. 511-537, 2008.

HAYES, Robert H.; PISANO, Gary P. Article Review# 1 “Beyond World-Class: The New Manufacturing Strategy”. **Harvard Business Review**, 1994.

HAYES, Robert H.; WHEELWRIGHT, Steven C. **Restoring our competitive edge: competing through manufacturing**. New York: John Wiley & Sons, 1984.

HAUGE, J. B.; RIEDEL, J. C. K. H. Evaluation of simulation games for teaching engineering and manufacturing. **Procedia Computer Science**, v.15, p. 210-220, 2012.

HENDERSON, B. D. As origens da estratégia. In: MONTGOMERY, C.; PORTER, M. **Estratégia: a busca da vantagem competitiva**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

HENDERSON, R.; COCKBURN, I. Measuring competence? Exploring firm effects in pharmaceutical research. **Strategic Management Journal**, Winter Special v. 15, p. 63–84, 1994.

HOLT, Knut. Management and organization through 100 years. **Technovation**, v. 19, n. 3, p. 135-140, 1999.

KATSALIAKI, K.; MUSTAFEE, N.; KUMAR, S. A game-based approach towards facilitating decision making for perishable products: An example of blood supply chain; **Expert Systems with Applications**; v. 41, n. 9, p. 4043–4059, July 2014.

KRAJEWSKI, Lee J.; KING, B. E.; RITZMAN, L. P.; e WONG, D. S.; Kanban, MRP, and shaping the manufacturing environment. **Management science**, v. 33, n. 1, p. 39-57, 1987.

KLINGSTAM, Pär; GULLANDER, Per. Overview of simulation tools for computer-aided production engineering. **Computers in Industry**, v. 38, n. 2, p. 173-186, 1999.

LANE, David C. On a resurgence of management simulations and games. **Journal of Operational Research Society**. [S.l.], v. 46, n. 5, p. 604-625, maio 1995.

LAURINDO, F. J. B. e MESQUITA, M. Material Requirements Planning: 25 anos de história - Uma revisão do passado e prospecção do futuro. **Revista Gestão Produção**. vol.7, n.3, p. 320-337, 2000.

LIU, Yang; LIANG, Liting; Evaluating and developing resource-based operations strategy for competitive advantage: na exploratory study of Finnish high-tech manufacturing industries. **International Journal of Production Research**, ahead-of-print, p. 1-19, 2014.

LOBATO, D. M.; FILHO, J. M.; TORRES, M. C. D; RODRIGUES, M. R. A. **Estratégia de empresas**. 8. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2008.

LOWSON, Robert H. Retail operational strategies in complex supply chains. **International Journal of Logistics Management**, v. 12, n. 1, p. 97-111, 2001.

MACHADO, A. O. **Jogos de empresas criado e implementando um modelo para simulação de operações logísticas**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte do Fluminense – UENF. Rio de Janeiro, 2005.

MACIEL, M. R. **Desenvolvimento de um *software* de apoio ao ensino de métodos de planejamento e controle da produção em ambientes MTS baseado na teoria das restrições**. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2012.

MAES, Jozef; VAN WASSENHOVE, Luk N. Functionalities of production-inventory control systems. **Production Planning & Control**, v. 2, n. 3, p. 219-227, 1991.

MARUCHECK, Ann; PANNESI, Ronald; ANDERSON, Carl. An exploratory study of the manufacturing strategy process in practice. **Journal of Operations Management**, v. 9, n. 1, p. 101-123, 1990.

MICHAEL, D. R., & CHEN, S. L. **Serious games: Games that educate, train, and inform**. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.

MILLS, John; PLATTS, Ken; NEELY, Andy; RICHARDS, Huw; GREGORY, Mike; e BOURNE, Mike. **Creating a winning business formula**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. **Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MOTOMURA, O.; BOOG, G. G. **Jogos de empresa. Manual de Treinamento e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1980.

MOUAHEB, Houda et al. The serious game: what educational benefits?. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 46, p. 5502-5508, 2012.

MOUAHEB, H.; FAHLI, A., MOUSSETAD, M., & ELJAMALI, S. The serious game: what educational benefits?. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 46, p. 5502-5508, 2012.

OLHAGER, Jan. Evolution of operations planning and control: from production to supply chains. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 23-24, p. 6836-6843, 2013.

OLIVEIRA, G. T; MAIA, J. L.; MARTINS, R. A. Estratégia de produção e desenvolvimento de produto em uma empresa do setor de cosméticos; **SISTEMAS & GESTÃO**, v. 1, n. 1, p. 58-74, janeiro a abril de 2006

ORLICKY, J., **Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management**. New York: McGraw-Hill, 1975.

PAIVA, Ely L.; CARVALHO JUNIOR, José M.; FENSTERSEIFER, Jaime E. **Estratégia de Produção e de Operações: Conceitos, Melhores Práticas e Visão de Futuro**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PASIN, Federico; GIROUX, Hélène. The impact of a simulation game on operations management education. **Computers & Education**, v. 57, n. 1, p. 1240-1254, 2011.

PEREZ, L. R. **Jogos de Empresas: Estudo das suas contribuições para o curso de pós-graduação Lato Sensu em Administração de Empresas**. Dissertação de Mestrado apresentada à banca examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

PISANO, G. P. Knowledge, integration, and the locus of learning: an empirical analysis of process development. **Strategic Management Journal**, Winter Special v. 15, p. 85–100, 1994.

PLENERT, Gerhard. Focusing material requirements planning (MRP) towards performance. **European Journal of Operational Research**, v. 119, n. 1, p. 91-99, 1999.

PORTER, M. E. **Competitive Strategy**. Free Press, New York, 1980

PORTER, M. E. **The Competitive Advantage of Nations**. Free Press, New York, 1990

PORTER, M. E. Como as forças competitivas moldam a estratégia. In: PORTER, M. E. **Estratégia: a busca da vantagem competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, v. 7, p. 11-27, 1998.

POURABDOLLAHIAN, B; TAISCH, M.; KERGA, E. Serious Games in Manufacturing Education: Evaluation of Learners' Engagement, **Procedia Computer Science**, v. 15, p. 256-265, 2012.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation, **Harvard Business Review**, v.68, n.3, p. 79–91, 1990

PROSERPIO, L.; GIOIA, D. A. Teaching the virtual generation. **Academy of Management Learning and Education**, v. 6, n. 1, p. 69–80, 2007.

RAYBOURN, Elaine M. Applying simulation experience design methods to creating serious game-based adaptive training systems. **Interacting with Computers**, v. 19, n. 2, p. 206-214, 2007.

RODRIGUES, J. S. **Ensino de gestão da capacidade e da empresa com o apoio do jogo Mercado Virtual no curso de Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da UMINHO/Azurém e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da FEB/Bauru/UNESP**. 2010. 123 f. Tese (Livro-docência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2010.

RUMELT, R. P. **Strategy, Structure, and Economic Performance**. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1974

SANTOS, Luciano C.; GOHR, Cláudia F. **Introdução à estratégia de produção**. Cadernos acadêmicos UFGD. Engenharia; Dourados, MS : Ed.UFGD, 2010. 120p .

SARKAR, Bidyut Biman; CHAKI, Nabendu. A Distributed Retail Beer Game for Decision Support System. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 65, p. 278-284, 2012.

SAUAIA, A. C. A. **Satisfação e aprendizagem em jogos de empresas – contribuições para a educação gerencial**. 2000. 272 f. Tese de Doutorado em Administração – Universidade de São Paulo, 2000.

SCHILKE, O. On the contingent value of dynamic capabilities for competitive advantage: the nonlinear moderating effect of environmental dynamism. **Strategic Management Journal**, v.25, n.2, p. 179-203, 2014.

SHAPIRO, C. The theory of business strategy, **RAND Journal of Economics**, v. 20, n.1, p. 125–137, 1989

SIDDIQUI, Atiq; KHAN, Mehmood; AKHTAR, Sohail. Supply chain simulator: A scenario-based educational tool to enhance student learning. **Computers & Education**, v. 51, n. 1, p. 252-261, 2008.

SILVA, E. D.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**, 4 ed., UFSC, Florianópolis, 2005.

SKINNER, Wickham. Manufacturing – missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, v. 47, n. 3, p. 136-145, may/june 1969.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009

SLACK, Nigel; LEWIS, Michael. **Operations strategy**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2003.

SCHROEDER, R. G., ANDERSON, J. C., TUPY, S. E., & WHITE, E. M. A study of MRP benefits and costs. **Journal of Operations Management**, v. 2, n. 1, p. 1-9, 1981.

SCHROEDER, Roger G.; ANDERSON, John C.; CLEVELAND, Gary. The content of manufacturing strategy: an empirical study. **Journal of Operations Management**, v. 6, n. 3, p. 405-415, 1986.

SIPPER, D.; BULFIN JR., R. L. **Production planning, control and integration**. New York: McGraw-Hill, 1997.

STERMAN, J. D. **Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World**. Irwin/McGraw-Hill: New York, 2000

SUITS, B. What is a Game?. **Philosophy of Science**, v. 34, n. 2, p.148–156, 1967.

SUM, C. C., Yang, K. K., Ang, J. S., & Quek, S. A. An analysis of material requirements planning (MRP) benefits using alternating conditional expectation (ACE). **Journal of operations management**, v. 13, n. 1, p. 35-58, 1995.

SWAMIDASS, Paul M. Manufacturing strategy: its assessment and practice. **Journal of Operations Management**, v. 6, n. 4, p. 471-484, 1986.

SWINK, Morgan; WAY, Michael H. Manufacturing strategy: propositions, current research, renewed directions. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 7, p. 4-26, 1995.

TEECE, D. J. Economics of scope and the scope of the enterprise, **Journal of Economic Behavior and Organization**, v.1, p. 223–247, 1980

TEECE, D. J. Towards an economic theory of the multiproduct firm, **Journal of Economic Behavior and Organization**, v.3, p. 39–63, 1982

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic Capabilities and Strategic Management, **Strategic Management Journal**, v. 18, n.7, p. 509-533, 1997.

UPTON, D., HAYES, R., PISANO, G., e WHEELWRIGHT, S. **Operations, strategy and technology: pursuing the competitive edge**. John Wiley and Sons, 2004.

VAN DER ZEE, Durk-Jouke; HOLKENBORG, Bart; ROBINSON, Stewart. Conceptual modeling for simulation-based serious gaming. **Decision Support Systems**, v. 54, n. 1, p. 33-45, 2012.

WARREN, K and LANGLEY, P. The effective communication of system dynamics to improve insight and learning in management education. **Journal of the Operational Research Society**, v. 50, p. 296-404, 1999.

WERNERFELT, B. A resource-based view of the firm, **Strategic Management Journal**, v.5, n.2, p. 171–180, 1984

WESTERA, W.; NADOLSKI, R.J., HUMMEL, H.G., WOPEREIS, I.G. Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 24, n. 5, p. 420-432, 2008

WINTER, S. G. Understanding dynamic capabilities. **Strategic Management Journal**, v. 24, n.10, p. 991 – 995, 2003.

ZANON, Edemar José, **Logística empresarial**, Ed. Unijuí (Coleção educação a distância. Série livro-texto), Unijuí – Rio Grande do Sul/RS, 2008

ZYDA, M. From Visual Simulation to Virtual Reality to Games, **IEEE Computer Society**, September 2005