



SENAI CIMATEC

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM
COMPUTACIONAL E TECNOLOGIA INDUSTRIAL**
Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Dissertação de Mestrado

**Proposta de infra-estrutura computacional de baixo custo
para jogos empresariais online em cursos de graduação**

Apresentada por: José Luís de Almeida Carneiro
Orientador: Prof.^a Dra. Lynn Rosalina Gama Alves
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Albano Moret

Setembro de 2009

José Luís de Almeida Carneiro

Proposta de infra-estrutura computacional de baixo custo para jogos empresariais online em cursos de graduação

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial, Curso de Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do SENAI Cimatec, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial**.

Área do conhecimento: Interdisciplinar

Orientador: Prof.^a Dra. Lynn Rosalina Gama Alves
SENAI CIMATEC

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Albano Moret
SENAI CIMATEC

Salvador
SENAI CIMATEC

2009



Copyright © 2009, José Luís de Almeida Carneiro. Alguns direitos reservados.

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-Uso Não-Comercial-Vedada a Criação de Obras Derivadas 2.5 Brasil.

Você pode:

 copiar, distribuir, exibir e executar a obra.

Sob as seguintes condições:

-  Atribuição. Você deve dar crédito ao autor original, da forma especificada pelo autor ou licenciante.
 -  Uso Não-Comercial. Você não pode utilizar esta obra com finalidades comerciais.
 -  Vedada a Criação de Obras Derivadas. Você não pode alterar, transformar ou criar outra obra com base nesta.
- Para cada novo uso ou distribuição, você deve deixar claro para outros os termos da licença desta obra.
 - Qualquer uma destas condições pode ser renunciada, desde que você obtenha permissão do autor.
 - Nada nesta licença afeta ou restringe os direitos morais do autor.

Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/br/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.

Ficha Catalográfica

Elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec

C289p

Carneiro, José Luís de Almeida

Proposta de infra-estrutura computacional de baixo custo para jogos empresariais online em cursos de graduação / José Luís de Almeida

Carneiro. – Salvador, 2009.

136 f.; il.

Orientador: Prof.^a Dra. Lynn Rosalina Gama Alves

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Albano Moret

Dissertação (mestrado) – SENAI Cimatec, 2009.

1. Jogos empresariais – Internet. 2. Método de ensino – Tecnologia. 3. Modelo computacional. I. SENAI Cimatec. II. Alves, Lynn Rosalina Gama. III. Moret, Marcelo Albano. IV. Título.

CDD 003.3

SENAI CIMATEC

Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial
Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, leu e recomenda a aprovação da Dissertação de Mestrado intitulada “Proposta de infra-estrutura computacional de baixo custo para jogos empresariais online em cursos de graduação”, apresentada no dia 14 de setembro de 2009, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial**.

Orientador:

Prof.^a Dra. Lynn Rosalina Gama Alves
SENAI CIMATEC

Coorientador

Prof. Dr. Marcelo Albano Moret
SENAI CIMATEC

Membro da Banca:

Prof. Dr. Hernane Borges de Barros Pereira
SENAI CIMATEC

Membro externo da Banca:

Prof. Dr. Esteban Walter Gonzalez Chua
SENAI CIMATEC

À minha família, meu porto seguro.

Agradecimentos

Aos meus pais, por me ensinarem o valor do caráter e dos estudos.

A minha Carla, por seu amor e carinho, nos bons e nos maus momentos.

A toda minha família, em especial Drisa e Daira, que tanto se privaram de minha companhia.

Ao professor e amigo José Roberto Fontoura, sempre compreensivo. Suas sugestões e cobranças foram inestimáveis.

Aos amigos Antônio Cláudio Neiva, pelas dicas de PHP e MySQL, e José Rosa, pelas sugestões, sempre pertinentes.

Aos professores Lynn Alves, Marcelo Moret, Frede Carvalho e Marccone da Silva, pela paciência.

Àqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta realização.

A todos, minha eterna gratidão: sem vocês, esta jornada não seria possível.

A Deus, por me permitir conhecer pessoas tão maravilhosas.

Salvador, Brasil

José Luís de Almeida Carneiro

14 de setembro de 2009

“Eu escuto e esqueço. Eu vejo e lembro. Eu faço e entendo.”

Confúcio

Resumo

Este trabalho propõe um modelo tecnológico como infraestrutura de baixo custo para jogos empresariais usando a internet, permitindo que essa ferramenta seja oferecida como complemento às técnicas tradicionais de ensino, a um maior número de alunos das áreas de Administração e Gestão de Negócios. Primeiro, é realizada uma pesquisa sobre a literatura existente, comparando os jogos empresariais ao método do caso adotado em Harvard e identificando as características, vantagens e desvantagens dessas duas ferramentas. Em seguida, é proposto um modelo tecnológico capaz de servir como infraestrutura para jogos empresariais de baixo custo via internet, descrevendo e justificando a escolha de cada um de seus componentes. Nesse ponto, é apresentado o jogo empresarial Simulador de Ações, desenvolvido durante este trabalho, a partir de modelos de jogos empresariais encontrados na literatura, para demonstrar a viabilidade de um jogo empresarial de baixo custo usando o modelo tecnológico proposto. O jogo proporciona, aos participantes, um contato inicial com a dinâmica do mercado de capitais de maneira lúdica e sem os riscos encontrados na realidade. Finalmente, são feitas algumas observações e sugestões para trabalhos futuros.

Palavras-chave: Método do caso. Jogos empresariais. Simulação. Mercado de ações.

Abstract

This work proposes a technological model as a low cost infrastructure for business games over the internet, that may be used by a greater number of students from areas such as Business Administration and Management. Starting from a literature review on business games and Harvard's case method, several aspects of these learning strategies, related to their characteristics, advantages and disadvantages, are presented. Then, it is introduced a technological model capable of serving as an infrastructure for low cost business games over the internet, describing and justifying the choice of its architecture and components. At this point, it is presented a business game, developed during this work and based on business game models found in literature, to demonstrate the feasibility of the technological model. The game offers an initial contact with the dynamics of the stock market, yet being playful and free of risks currently found in the real world. Finally, some observations and suggestions for future works are presented.

Keywords: Case method. Business games. Simulation. Stock market.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Definição do problema.....	2
1.2	Objetivo da pesquisa.....	4
1.3	Importância da pesquisa.....	4
1.4	Limites e limitações.....	5
1.5	Aspectos metodológicos.....	6
1.6	Organização da dissertação.....	7
2	Considerações iniciais	8
3	Método do caso e jogos empresariais	12
3.1	Método do Caso.....	12
3.1.1	Breve histórico.....	12
3.1.2	Objetivos e características.....	13
3.1.3	Vantagens e limitações.....	14
3.2	Jogos Empresariais.....	17
3.2.1	Computadores como apoio aos jogos empresariais.....	20
3.2.2	Objetivos e características.....	22
3.2.3	Classificação.....	24
3.2.4	Estrutura básica.....	25
3.2.5	Vantagens e limitações.....	26
3.2.6	Alguns jogos empresariais.....	30
4	Descrição do modelo proposto	37
4.1	Seleção do sistema a ser modelado.....	37
4.2	Jogos empresariais semelhantes: o Folhainvest.....	39
4.3	Protótipo desenvolvido: o Simulador de Ações.....	40
4.3.1	Características e restrições.....	41
4.3.2	Documentação resultante da análise.....	45
4.3.3	Dimensionamento do protótipo.....	48
4.3.4	Interface com o usuário.....	49
5	Descrição da infraestrutura adotada	60
5.1	Arquiteturas de rede.....	61
5.1.1	Terminal-computador central (mainframe).....	62
5.1.2	Cliente/servidor (client/server).....	62
5.1.3	Ponto-a-ponto (peer-to-peer).....	64
5.1.4	Reflexões sobre a arquitetura cliente/servidor.....	64
5.2	Desenvolvimento para a arquitetura cliente/servidor.....	65
5.2.1	Desenvolvimento em duas camadas.....	66
5.2.2	Desenvolvimento em múltiplas camadas.....	67
5.2.3	Desenvolvimento de aplicações web.....	70
5.3	Sistema operacional.....	73
5.3.1	Máquinas clientes.....	74
5.3.2	Máquinas servidoras.....	76
5.4	Programas necessários nas máquinas clientes.....	78
5.5	Programas servidores.....	80
5.5.1	Servidor web.....	81

5.5.2	Servidor de aplicações.....	85
5.5.3	Servidor de banco de dados.....	88
5.5.4	Escolha do serviço de hospedagem.....	92
5.6	Linguagens de programação.....	93
5.7	Considerações finais sobre a infraestrutura.....	101
6	Considerações finais	104
6.1	Conclusões e contribuições deste trabalho.....	105
6.2	Sugestões para novos trabalhos.....	106
	Referências Bibliográficas	111
	Apêndice A – Estudos sobre jogos empresariais na UFSC	122
	Apêndice B – Documentação dos Casos de Uso	125
	Apêndice C – Cálculo de Pontos de Função Não Ajustados	134
	Apêndice D – Cálculo do Valor de Ajuste	135
	Apêndice E – Algoritmo de flutuação nas ações	136

Lista de figuras

Figura 1 – Jogos empresariais nas pesquisas realizadas na UFSC.....	33
Figura 2 – Evolução do número de participantes no Folhainvest.....	39
Figura 3 – Diagrama de Casos de Uso do Simulador de Ações.....	46
Figura 4 – Diagrama de Classes do Simulador de Ações.....	47
Figura 5 – Tela de apresentação do Simulador de Ações.....	50
Figura 6 – Tela de manutenção de partidas do Simulador de Ações.....	52
Figura 7 – Tela de inclusão de usuários do Simulador de Ações.....	52
Figura 8 – Tela de inclusão de ações do Simulador de Ações.....	53
Figura 9 – Tela de resumo do jogador do Simulador de Ações.....	53
Figura 10 – Tela de venda de ações do Simulador de Ações.....	54
Figura 11 – Gráficos das ações do Simulador de Ações.....	55
Figura 12 – Placar do Simulador de Ações.....	55
Figura 13 – Evolução das cotações fictícias usando a função com crescimento.....	57
Figura 14 – Crescimento acelerado das cotações fictícias (de 25/09/2007 a 27/11/2007).....	58
Figura 15 – Evolução das cotações fictícias usando a função sem crescimento.....	59
Figura 16 – Arquiteturas terminal-computador central, cliente/servidor e ponto-a-ponto.....	61
Figura 17 – Aplicações em duas camadas: cliente “magro” e cliente “gordo”.....	67
Figura 18 – Representação de uma aplicação multicamadas.....	68
Figura 19 – Cliente web “magro” versus cliente web “gordo”.....	71
Figura 20 – O sistema operacional como uma camada de abstração de hardware.....	73
Figura 21 – Mercado de sistemas operacionais – clientes (mar./2009).....	75
Figura 22 – Mercado de sistemas operacionais – servidores (2007/2008).....	77
Figura 23 – Evolução e Tendências SO no Servidor.....	77
Figura 24 – Planos para transição de plataforma em servidores (mar./2006).....	78
Figura 25 – Mercado de navegadores web (mar./2009).....	79
Figura 26 – Evolução do mercado de navegadores web (abr./2007 a mar./2009).....	79
Figura 27 – Participação no mercado de servidores web (jul./1995 a abr./2009).....	82
Figura 28 – Total de servidores web (jul./2000 a abr./2009).....	83
Figura 29 – Servidores usados pelos sítios mais acessados (mar./2009).....	84
Figura 30 – Plataformas de desenvolvimento para servidores de aplicações em 2007.....	86
Figura 31 – Distribuição do mercado de servidores de aplicações web em 2007.....	87
Figura 32 – Estrutura básica do funcionamento de uma Máquina Virtual Java (JVM).....	95
Figura 33 – Mercado de plug-ins multimídia em dez./2008.....	96
Figura 34 – Evolução do acesso à internet nos países membros da OECD (1999-2005).....	97
Figura 35 – Comparação entre modelos de aplicações web: clássica versus AJAX.....	99
Figura 36 – Comparação de tráfego entre aplicações web: clássica versus AJAX.....	99
Figura 37 – Interface do serviço de cotações da ADVFN Brasil.....	108
Figura 38 – Interface do Folhainvest.....	109
Figura 39 – Proposta de interface para o módulo de inclusão de regras.....	109

Índice de quadros

Quadro 1 – Alguns tipos de jogos, duração e número desejável de participantes.....	21
Quadro 2 – Classificação dos jogos empresariais.....	25
Quadro 3 – Alguns jogos empresariais via internet.....	35
Quadro 4 – Cálculo de Pontos de Função.....	49
Quadro 5 – Desenvolvimento em duas camadas e em múltiplas camadas.....	69
Quadro 6 – Servidores web de algumas universidades públicas brasileiras.....	84
Quadro 7 – Planos econômicos de alguns provedores brasileiros em março/2009.....	92
Quadro 8 – Alguns frameworks para desenvolvimento AJAX.....	100
Quadro 9 – Resumo da infraestrutura adotada na máquina servidora.....	102
Quadro 10 – Resumo da infraestrutura sugerida para as máquinas clientes.....	102
Quadro 11 – Atores que interagem com o Simulador de Ações.....	125
Quadro 12 – Documentação do Caso de Uso Inscrição de Jogador.....	125
Quadro 13 – Documentação de Caso do Uso Processar Evento.....	126
Quadro 14 – Documentação do Caso de Uso Registrar Evento.....	126
Quadro 15 – Documentação do Caso de Uso Evento Automático.....	127
Quadro 16 – Documentação do Caso de Uso Manter Partida.....	127
Quadro 17 – Documentação do Caso de Uso Iniciar/Pausar Partida.....	128
Quadro 18 – Documentação do Caso de Uso Encerrar Partida.....	128
Quadro 19 – Documentação do Caso de Uso Manter Ação.....	129
Quadro 20 – Documentação do Caso de Uso Atualizar Cotação.....	129
Quadro 21 – Documentação do Caso de Uso Comprar Ações.....	130
Quadro 22 – Documentação do Caso de Uso Vender Ações.....	130
Quadro 23 – Documentação do Caso de Uso Resumo.....	131
Quadro 24 – Documentação do Caso de Uso Placar do Jogo.....	131
Quadro 25 – Documentação do Caso de Uso Gráfico.....	132
Quadro 26 – Documentação do Caso de Uso Manter Usuário.....	132
Quadro 27 – Documentação de Caso do Uso Trocar Senha.....	133

Lista de abreviaturas e siglas

ABC	<i>Activity Based Costing</i>
AJAX	<i>Asynchronous Javascript and XML</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
BM&F	Bolsa de Mercadorias & Futuros
BOVESPA	Bolsa de Valores de São Paulo
CGI-BR	Comitê Gestor da Internet no Brasil
CLR	<i>Common Language Runtime</i>
CNE	Conselho Nacional de Educação
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
E-mail	<i>Electronic Mail</i>
EAESP-FGV	Escola de Administração de Empresas de São Paulo
EPS-UFSC	Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina
FAE/CDE	Faculdade Católica de Administração e Economia de Curitiba
FEA-USP	Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FPA	<i>Floating Point Analysis</i>
FUA	Universidade do Amazonas
FURB	Universidade Regional de Blumenau
GB	<i>Gigabyte</i>
GHz	<i>Gigahertz</i>
GI-EPS	Gestão Industrial da Engenharia de Produção e Sistemas
GNU	<i>GNU is not Unix</i>
GNU GPL	<i>GNU General Public License</i>
GPL	<i>GNU General Public License</i>
GS-ENE	Gestão Simulada na Escola de Novos Empreendedores
GUI	<i>Graphic User Interface</i>
HD	<i>Hard disk</i>
HP	<i>Hewlett-Packard</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
IBOPE	Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
IDC	<i>International Data Corporation</i>

IES	Instituição de Ensino Superior
IIS	<i>Internet Information Services</i>
Java EE	<i>Java Platform, Enterprise Edition</i>
JVM	<i>Java Virtual Machine</i>
LAMP	Linux, Apache, MySQL e PHP
MB	<i>Megabyte</i>
MD5	<i>Message-Digest Algorithm 5</i>
MIE	Metodologia de Integração de Empresas
MPL	<i>Mozilla Public License</i>
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
OS	<i>Operating System</i>
P2P	<i>Peer-to-peer</i>
PC	<i>Personal computer</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PHP	<i>PHP: Hypertext Preprocessor</i>
PPGEP-UFSC	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina
PPGMCTI	Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial
RAM	<i>Random Access Memory</i>
RIA	<i>Rich Internet Applications</i>
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Bancos de Dados
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SWF	<i>Shockwave Flash</i>
TCL	<i>Tool Command Language</i>
TCP/IP	<i>Transfer Control Protocol/Internet Protocol</i>
UCPEL	Universidade Católica de Pelotas
UEP	Unidades de Esforço de Produção
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UNB	Universidade Federal de Brasília
UNEB	Universidade Estadual da Bahia
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIR	Universidade Federal de Rondônia
UNIVILLE	Universidade da Região de Joinville
UNOESC	Universidade do Oeste de Santa Catarina
UPE	Universidade Estadual de Pernambuco
USP	Universidade de São Paulo
VM	<i>Virtual Machine</i>
WAMP	Windows, Apache, MySQL e PHP
WWW	<i>World Wide Web</i>
XFPA	<i>Extended Floating Point Analysis</i>

Introdução

As empresas fazem parte de um sistema econômico competitivo e concorrem entre si por uma maior fatia de mercado objetivando um faturamento traduzido em recursos oriundos da preferência dos clientes e quaisquer outras vantagens que possam assegurar sua sobrevivência.

Segundo Gavira (2003), atualmente esta concorrência está mais acirrada. Alguns autores, como Webster (1992) e Echeveste et al. (1999), avaliam que os avanços tecnológicos e o acirramento da concorrência ajudaram a desenhar um novo ambiente de negócios e que, nesse novo ambiente, o valor dos produtos está no conhecimento embutido neles (BORGES, 1995).

Entre as características desse novo ambiente, Lopes (2001) elenca:

- mudança nos padrões de consumo, atualmente mais exigentes quanto à qualidade e preço;
- redução do ciclo de vida dos produtos e das tecnologias de processo e gestão; e
- maior uso da tecnologia da informação e comunicação, transpondo as antigas barreiras naturais de tempo e espaço.

Kallás (2003a) conclui que o foco no mercado, no cliente e na criação de valor tornaram insuficiente a antiga estratégia de buscar uma vantagem competitiva por meio da priorização dos processos internos de produção, custos e qualidade.

Desenvolver produtos e serviços sob essas novas condições requer profissionais com muito conhecimento, experiência e facilidade em realizar um intercâmbio de conhecimento com outros profissionais. Entretanto, objetivando reduzir custos, as empresas destinam cada vez menos recursos à capacitação de seus empregados. Cabe, então, ao meio acadêmico propiciar aos alunos a capacitação exigida pelo mercado (COSENTINO, 2002).

1.1 Definição do problema

Olivier e Rosas (2004) observam que as aulas expositivas, com professores apoiados nos conhecimentos obtidos na própria atividade de docência, continuam sendo uma das principais estratégias de ensino nos cursos de Administração e Gestão de Negócios. Porém, essa realidade não mais atende às expectativas dos alunos, como pode ser observado nos resultados de Mattar (1998), em uma avaliação do ensino de Administração na FEA-USP, consultando 371 ex-alunos. Cerca de 57% dos questionários afirmaram que: deveria ter havido mais disciplinas integrativas, faltaram atividades práticas, como exercícios, visitas técnicas e estudos de caso, ocasionando um desbalanceamento entre teoria e prática, com ênfase na teoria.

Medeiros Júnior et al. (2006) ressaltam que uma das conclusões da pesquisa feita pelo Conselho Federal de Administração em 2003 é que “os cursos de Administração não estão preparando convenientemente o administrador para enfrentar os desafios do mercado de trabalho, seja pela desatualização de suas disciplinas, seja pela não incorporação de avanços tecnológicos” (MEDEIROS JÚNIOR et al., 2006, p. 2).

Portanto, é necessário que, durante o aprendizado, os alunos possam aplicar os ensinamentos teóricos ministrados em sala, gerando o conjunto de associações e valores que comporão o seu conhecimento, e acostumem-se a compartilhá-lo e combiná-lo com outros conhecimentos, próprios ou de terceiros, quando necessário. “Nesta perspectiva, só se pode dizer que houve um aprendizado efetivo se os novos conteúdos assimilados trouxeram uma mudança efetiva de atitude e comportamento, caso contrário, não se pode dizer que ele existiu” (LOPES; SOUZA, 2004, p. 2).

Com este objetivo, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Administração definem que o projeto pedagógico deve incluir modos de integração entre teoria e prática (CNE, 2005, p. 1).

Assim, as instituições de ensino vêm se esforçando para que o tempo passado em salas de aula reproduza, o máximo possível, a realidade, articulando teoria e prática, de forma que a teoria seja acompanhada de enfoque prático o quanto antes (LOPES; SOUZA, 2004).

O método do caso foi uma das primeiras ferramentas desenvolvidas com este objetivo e é considerado um “instrumento pedagógico interessante em diferentes etapas de construção do conhecimento” (CESAR, 2005, p. 13).

Entretanto, além de haver disciplinas para as quais esta não é a ferramenta didática mais recomendada (CESAR, 2005), os casos normalmente não têm relação entre si, o que pode dificultar a observação das consequências das decisões dos alunos. Nas palavras de Rodrigues e Riscaroli (2001):

O estudo de caso aplica-se fundamentalmente ao desenvolvimento de habilidades analíticas dos estudantes. [...] Os jogos de empresas, por outro lado, incluem estes objetivos e vão além, estendendo-se à capacitação de executivos para o desenvolvimento de estratégias e programas operacionais por meio de testes simulados de um plano de ação (RODRIGUES; RISCAROLI, 2001, p. 3).

Como o método do caso, os jogos empresariais proporcionam liberdade para exploração de ideias e exercício da criatividade, permitindo o aprendizado dos conceitos teóricos por meio da experimentação, sem as consequências das decisões equivocadas tomadas na vida real (GABARDO, 2006). Entretanto, ao contrário do método do caso, nos jogos empresariais, os participantes assumem a gerência de uma organização fictícia durante um período de tempo, o que lhes dá maior consciência das consequências de suas ações (ZOLL, 1969 citado por MARTINELLI; TANABE; CASTRO, 2003, p. 5).

A infraestrutura necessária a um jogo empresarial é complexa e custosa, não existindo soluções de baixo custo suficientes para atender à demanda de todas as instituições na área administrativa e de negócios, como pode ser confirmado pelas palavras de Olivier e Rosas (2004):

No entanto, os jogos disponíveis não se mostram tão acessíveis às instituições. As Universidades Federais por falta de verba e trâmite burocrático têm insistentemente relegado tais meios auxiliares a um segundo plano. As particulares porque o custo para um só curso mostra-se inviável face à obsolescência do próprio jogo (OLIVIER; ROSAS, 2004, p. 2).

A dificuldade de acesso a uma ferramenta com o potencial dos jogos empresariais é agravada ao observamos a preocupação de Lopes (2001), que defende a reformulação do processo de formação dos profissionais de Administração e Gestão de Negócios:

[...] mesmo reconhecendo-se a importância do valor agregado por qualquer processo de formação superior, há evidências empíricas de que os administradores recém-formados enfrentam o mercado de trabalho com insegurança e, quase sempre, são incapazes de uma inserção competitiva nas funções típicas de administradores profissionais (LOPES, 2001, p. 2).

Torna-se necessária uma alternativa de baixo custo que permita, aos alunos, especialmente em nível de graduação, acesso a ferramentas com o potencial didático dos jogos empresariais.

1.2 Objetivo da pesquisa

É possível que jogos empresariais baseados em estruturas que exijam menos recursos, computacionais ou financeiros, permitam uma maior popularização dessa ferramenta. Assim, o objetivo geral deste trabalho foi propor uma infraestrutura computacional de baixo custo para execução de um jogo empresarial que, com algumas alterações em suas regras de negócio, se adaptasse às áreas de conhecimento desejadas, constituindo-se em um modelo para outros jogos empresariais capazes de suprir a demanda existente por esse tipo de ferramenta de forma acessível a mais instituições.

Para atingir esse objetivo geral, foram fixados os seguintes objetivos específicos:

- proceder uma revisão sobre jogos empresariais;
- projetar um jogo empresarial *online* com um modelo simples de regras de negócio;
- identificar as ferramentas mais indicadas para desenvolver e executar jogos empresariais, usando o jogo empresarial proposto como modelo; e
- realizar algumas simulações de forma a verificar a viabilidade da infraestrutura proposta.

1.3 Importância da pesquisa

A demanda por profissionais mais bem qualificados e o surgimento de tecnologias multimídia associadas à praticidade da internet criam maiores expectativas com relação ao conteúdo e às estratégias de ensino em alunos de cursos de Administração e Gestão de Negócios. Autores como Rodrigues e Riscaroli (2001) avaliam os jogos empresariais

como ferramentas capazes de suprir esses anseios. Contudo, muitas instituições encontram dificuldades de ordem prática para adotar essas ferramentas (OLIVIER; ROSAS, 2004).

A identificação de uma infraestrutura que permita, com pouco investimento, a adoção de jogos empresariais em um maior número de instituições de ensino pode auxiliar o atendimento das expectativas dos alunos de cursos de Administração e Gestão de Negócios, no que diz respeito a atividades práticas que lhes permitam aplicar os conhecimentos teóricos obtidos.

1.4 Limites e limitações

A fim de avaliar a infraestrutura computacional proposta como alternativa de baixo custo para jogos empresariais, foi desenvolvido um jogo com baixa complexidade e interface simplificada, como teste de viabilidade.

Em virtude do seu caráter de teste de viabilidade, o jogo foi desenvolvido para representar uma versão simplificada do mercado de ações, com algumas restrições, sendo as principais:

- contemplar apenas as ações como opção de investimento;
- impedir a negociação direta entre os jogadores;
- inexistência de processo automatizado de inscrição de jogadores;
- inexistência de um sistema de troca de mensagens entre os jogadores e o administrador do jogo; e
- gráficos apresentados pelo jogo bastante simplificados, limitando-se a uma evolução das cotações de cada ação nas últimas horas.

Devido à necessidade de uma codificação mais elaborada, funcionalidades mais avançadas como gráficos com diferentes níveis de detalhamento e atualização em tempo real foram evitados. Restrições de menor importância são detalhadas na Seção 4.3.1.

Ao término do trabalho, foram feitas algumas sugestões para expandir seu escopo, inclusive comparar, em pesquisa futura, a evolução do aprendizado de um grupo de alunos

usando um jogo empresarial nos moldes do descrito, com os resultados de um grupo de alunos submetidos ao ensino tradicional.

1.5 Aspectos metodológicos

Antes de projetar um jogo empresarial, identificando o arcabouço tecnológico necessário à sua implementação, como proposto na Seção 1.2, procedeu-se a uma revisão sobre essa ferramenta de ensino, identificando, especialmente no meio acadêmico, trabalhos anteriores sobre o tema, no intuito de obter maior familiaridade com os jogos empresariais. Especialmente, com suas características, vantagens e desvantagens.

De acordo com os critérios elencados por Gil (2002), pode-se afirmar que esta é uma pesquisa exploratória, mais especificamente, uma pesquisa bibliográfica, uma vez que foi desenvolvida desenvolvida com base em “material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2002, p. 44) e tem como objetivo aprimorar ideias e “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito” (GIL, 2002, p. 41).

Segundo Gil (2002), a principal vantagem da pesquisa bibliográfica é cobrir uma variedade de informações muito maior do que se poderia pesquisar diretamente. Entretanto, como aconselhado pelo próprio autor, para evitar a propagação de possíveis equívocos decorrentes do uso de fontes secundárias, procurou-se utilizar fontes diversas para encontrar possíveis contradições.

Após a revisão sobre jogos empresariais, procedeu-se à análise de algumas ferramentas tecnológicas que, combinadas, compusessem uma infraestrutura de baixo custo adequada a jogos empresariais. Em seguida, desenvolveu-se um protótipo de jogo para testar a viabilidade da infraestrutura proposta.

A análise dos componentes da infraestrutura também foi baseada em pesquisa bibliográfica, mais especificamente sobre suas características e experiências de integração anteriores.

O protótipo do jogo teve seus requisitos definidos a partir das características observadas em produtos semelhantes já existentes, como pode ser observado na Seção 4.3.1. A metodologia de Orientação a Objetos foi usada durante a análise e modelagem. Os mesmos conceitos foram aplicados durante a implementação. Contudo, foram feitas algumas concessões nessa etapa, em prol da simplicidade de código, quando este não seria reutilizado em versões futuras, livres do caráter de protótipo.

1.6 Organização da dissertação

Esta dissertação divide-se em introdução, dois capítulos de fundamentação teórica, dois capítulos descrevendo o modelo proposto, conclusão e cinco apêndices. Este primeiro capítulo dedica-se a uma breve introdução sobre o tema desenvolvido, sua importância e os objetivos e organização do presente trabalho.

O Capítulo 2 faz algumas considerações sobre o contexto do problema e as principais soluções adotadas pela comunidade acadêmica.

O Capítulo 3 aborda o referencial teórico a respeito do método do caso e dos jogos empresariais, descrevendo suas origens, características, vantagens, limitações e apresentando uma breve comparação entre essas ferramentas. Ao término, são mostradas resumidamente algumas pesquisas realizadas sobre jogos empresariais no Brasil.

O Capítulo 4 descreve, inclusive por meio de diagramas UML, o protótipo de um jogo empresarial desenvolvido sobre a infraestrutura descrita no capítulo anterior.

O Capítulo 5 enumera os principais elementos necessários ao desenvolvimento de um jogo empresarial *online*, justificando a escolha de cada um para compor o modelo tecnológico proposto.

As Considerações finais, feitas no Capítulo 6, compreendem a contribuição deste trabalho, os problemas detectados no decorrer do projeto e propostas para futuras implementações.

Os Apêndices trazem parte da documentação resultante da modelagem do protótipo descrito no Capítulo 4.

Considerações iniciais

A globalização e as inovações tecnológicas têm obrigado as empresas a satisfazer seus clientes enfrentando concorrentes em todo o mundo. Além disso, o aumento na concorrência trouxe uma maior variedade de opções para os consumidores, ampliando suas exigências quanto à qualidade do atendimento e dos produtos e serviços adquiridos (GAVIRA, 2003).

Shigunov Neto e Teixeira (2006) afirmam que, uma vez que todos os concorrentes têm acesso aos mesmos fatores de produção, inclusive à tecnologia, o que diferencia uma empresa de outra, dando-lhe uma vantagem competitiva, é o conhecimento que detém, e o uso que dará a ele. Os autores ainda afirmam que “conhecimento organizacional é [composto por] todo o conhecimento tácito detido pelos empregados da organização e pelo conhecimento explícito que circula na empresa” (SHIGUNOV NETO; TEIXEIRA, 2006, p. 226).

Segundo Polanyi, citado por Nonaka e Takeuchi (1997, p. 65), o conhecimento pode ser considerado por dois aspectos: conhecimento explícito e conhecimento tácito. O primeiro, registrado em meios externos ao indivíduo, é objetivo, mais fácil de ser descrito em palavras e mais facilmente transmitido. O segundo é subjetivo, difícil de ser descrito em palavras e, por sua característica empírica, apresenta dificuldades para transmissão. Portanto, pode-se dizer que, enquanto o conhecimento explícito pode ser ensinado, o conhecimento tácito precisa ser aprendido:

O conhecimento tácito é altamente pessoal e difícil de formalizar, o que dificulta sua transmissão e compartilhamento com outros. Conclusões, *insights* e palpites subjetivos incluem-se nessa categoria de conhecimento. Além disso, o conhecimento tácito está profundamente enraizado nas ações e experiências de um indivíduo, bem como em suas emoções, valores ou ideais (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p. 7).

Por difícil que seja sua transmissão, o conhecimento tácito apresenta-se como parte importante da bagagem necessária ao profissional. Vicente (2000) considera que, assim como as habilidades técnicas, a capacidade de gerir e tomar decisões tem grande importância na formação dos profissionais. E essa tendência deverá aumentar no futuro. Essa opinião é compartilhada por Peixoto (2003):

Essas novas organizações exigem um profissional, não apenas com habilidades técnicas e operacionais, mas também com características conceituais amplas de como funciona a sua empresa; do mercado onde ela está inserida; no tipo de clientes que possui e o que ele pensa do produto que está comprando, seja este produto fruto do setor produtivo, de bens ou serviços. Pode-se destacar que a característica mais valorizada nas novas organizações empresariais é a capacidade de entender e se comunicar com o mundo que está à sua volta (PEIXOTO, 2003, p. 16).

Em virtude dessa crescente importância, o domínio de técnicas de gestão e tomada de decisão deve começar na formação acadêmica (MARTINELLI; TANABE; CASTRO, 2003). Inclusive, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Administração exigem que o curso forme profissionais com competência e habilidade para “exercer, em diferentes graus de complexidade, o processo da tomada de decisão” (CNE, 2005, p. 2).

A demanda por formação acadêmica que atenda as necessidades atuais das organizações também pode ser observada em publicações especializadas:

O bom gestor precisa ter, sim, um bom conhecimento da ciência da administração (e de qualquer que seja sua especialidade). Além disso, deve possuir outras habilidades: a de liderança, a de saber enriquecer suas convicções em debates com grupos de colegas, a de saber vencer o grupo –ou seus superiores hierárquicos– da validade de suas propostas.

[...] O ensino da administração, então, além de prover os essenciais conhecimentos acadêmicos, deve exercitar os estudantes naquelas práticas – de liderança, trabalho em grupo, decisão diante de situações novas (PINTO, 2007, p. 20-21).

O processo de aprendizado ganha, assim, maior importância: “Nessa nova era, a informação e o conhecimento assumem grande importância na preparação dos indivíduos e empresas ao entendimento e à adaptação à realidade.” (GAVIRA, 2003, p. 4).

Entretanto, somente aulas expositivas não são suficientes para preparar profissionais aptos a enfrentar as exigências do mercado atual:

A realidade revela que as práticas pedagógicas conservadoras, não mais atendem às necessidades dos alunos, pois, não respeitam as relações de aprendizagem que torna o sujeito um ser ativo e ator de seu processo de formação. Fazer sobreviver o aluno “ouvinte” e o professor que só ministra aulas é tentar manter em UTI um sistema que não mais se adequa [sic] à realidade (OLIVIER; ROSAS, 2004, p. 2).

Cabe, então, aos cursos de Administração e Gestão de Negócios, prover meios para que os conhecimentos adquiridos sejam colocados em prática em um contexto tão próximo da realidade quanto possível. Assim, o profissional experimentará um conjunto de situações,

reais ou simuladas, que poderão tornar-se sua bagagem tácita posteriormente (LOPES; SOUZA, 2004).

Diversos autores, como Gabardo (2006), Johnsson (2006), Lacruz (2004), Mendes (2000), Olivier e Rosas (2004) e Silvestre (2004), sugerem a aplicação dos conceitos do ensino para adultos, conhecido como andragogia, nos cursos relacionados a Administração e Gestão de Negócios.

Pela abordagem andragógica, o professor torna-se um facilitador e o aluno passa a ter papel ativo no seu processo de aprendizagem, dando preferência a conteúdos mais contextualizados, de cunho prático e apreendidos por meio de experiências. “A abordagem andragógica é alicerçada em técnicas vivenciais e se mostram mais adequados ao ensino de administração [sic]” (GABARDO, 2006, p. 90).

Considerando a classificação criada por Rocha (1997) para os métodos possíveis de serem empregados em sala de aula, observam-se dois tipos que atendem às necessidades andragógicas dos cursos relacionados a Administração e Gestão de Negócios:

- Método conceitual ou “aprender a teoria” – voltado para a transmissão de bagagem teórica que deverá ser adaptada pelo aluno na resolução de problemas, usa exercícios teóricos e práticos como ferramentas de fixação do conteúdo; e
- Método simulado ou “aprender na realidade imitada” – voltado para o aprendizado de habilidades relacionadas à tomada de decisão, usa um ambiente que reproduz, o mais fielmente possível, a realidade, minimizando os riscos de prejuízos advindos de erros durante o processo de aprendizado.

Cada um dos métodos proporciona um estímulo específico ao aluno, o que os torna não-excludentes, sendo usados simultaneamente para obtenção de um melhor resultado no aprendizado (MENDES, 2000; ROCHA, 1997). Entretanto, por atenderem à atual demanda por um enfoque mais prático e gerencial, ferramentas com afinidade ao método simulado têm sido bastante usadas. Rodrigues e Riscaroli (2001) chegam a afirmar que “dos mecanismos de aprendizagem em gestão estratégica empresarial, dois se destacam como os mais apropriados para esta tarefa: o estudo de caso [método do caso] e os jogos de empresas” (RODRIGUES; RISCAROLI, 2001, p. 3).

Para esclarecer as diferenças entre esses dois métodos e como eles se complementam, o próximo capítulo faz uma breve revisão de cada um deles.

Método do caso e jogos empresariais

3.1 Método do Caso

É comum a confusão entre as ferramentas método do estudo de caso e método do caso (*case method*), sendo ambas chamadas indistintamente de “estudo de caso”. Cabe observar, porém, que a primeira é uma metodologia de pesquisa científica de natureza qualitativa, muito usada em estudos organizacionais e educacionais, enquanto a segunda é uma ferramenta de ensino que estimula o aluno a tomar decisões considerando um determinado cenário, podendo, ou não, ser elaborada a partir de um estudo de caso (CESAR, 2005; IKEDA; VELUDO-DE-OLIVEIRA; CAMPOMAR, 2006). Este capítulo faz uma breve análise da ferramenta método do caso, comparando-a aos jogos empresariais.

3.1.1 Breve histórico

Dentre as ferramentas que promovem maior integração entre teoria e prática, uma das mais antigas é o método do caso. Foi introduzido, na Escola de Direito da Universidade de Harvard (*Harvard Law School*), por volta de 1870, pelo diretor Christopher Landgell. Landgell usou uma seleção de casos jurídicos sobre a lei de contratos para aprofundar os conhecimentos dos alunos (BOAVENTURA, 2004; GARVIN, 2003; IKEDA; VELUDO-DE-OLIVEIRA; CAMPOMAR, 2006).

Houve grande resistência inicial mas, à medida que a ideia de sedimentar e ampliar conhecimentos por meio da análise de casos concretos firmou-se, a aceitação aumentou. Já em 1908, o catálogo inaugural da Escola de Administração da Universidade de Harvard (*Harvard Business School*), demonstrava a intenção de usar “um método análogo [ao ‘método do caso’ usado na Escola de Direito], enfatizando a discussão em classe, suplementado por palestras e relatórios frequentes, que pode[ria] ser chamado de método do problema” (CRUIKSHANK, 1987, p. 74).

Apesar dessa intenção, demorou 12 anos para que fosse publicado “*Marketing Problems*” de Melvin Copeland, o primeiro livro com casos relacionados à área de negócios. Um ano depois, em 1921, a abordagem da instituição passou a ter a denominação atual, método do caso (GARVIN, 2003). Quando, em 1954, a coletânea “*The case method at the Harvard Business School*”, de Malcolm McNair e A. C. Hersum, tornou-se referência, casos baseados em pesquisas de campo passaram a ser objeto de estudo em todas as áreas funcionais de um programa típico de negócios. Atualmente, o método do caso está difundido em muitas escolas do mundo e em diversos cursos diferentes, como Administração, Medicina e Direito (IKEDA; VELUDO-DE-OLIVEIRA; CAMPOMAR, 2006).

3.1.2 Objetivos e características

A Escola de Administração da Universidade de Harvard afirma que o método do caso incentiva o aluno a combinar os diversos fatos e teorias obtidos nas aulas teóricas e a interagir com outros alunos na análise de situações que reproduzem (ou simulam) a realidade. Segundo a instituição, este método provê um sólido aprendizado para os alunos, útil por toda a vida profissional, independente da carreira escolhida, mostrando-se “a mais exigente, envolvente e estimulante forma de aprender as habilidades de liderança” (HARVARD BUSINESS SCHOOL, 2009).

No método do caso, uma situação de negócios recente, envolvendo uma decisão ou problema, é descrita da forma mais completa possível, muitas vezes incluindo complicadores encontrados na prática, como dados inexatos, informações ambíguas ou premência do tempo. A situação representada deve ser real, mesmo que, por razões de sigilo, nomes e outros dados que permitam identificação sejam alterados. Os alunos, no papel de tomadores de decisão, devem analisar os dados apresentados, identificar as questões e problemas-chave e propor soluções que façam sentido no contexto do mundo real. Eles também devem apresentar propostas de implementação e análises detalhadas que justifiquem suas respostas (IKEDA; VELUDO-DE-OLIVEIRA; CAMPOMAR, 2006; PINTO, 2007).

Cesar (2005) chega a definição semelhante:

Complementando esta definição, o caso desenvolvido para uso didático deve envolver situações de realidade, junto com fatos, opiniões e preconceitos existentes sobre o caso, que estejam sendo veiculados por diferentes fontes ou publicados na mídia. Em outras palavras, um caso complexo pode ser construído de modo a apresentar situações reais que possibilitem que os alunos desenvolvam análise, discussões e que tomem decisões finais quanto ao tipo de ações que deveriam ser desenvolvidas se estivessem atuando sobre a situação [...]. No método do caso isto [a inclusão de opiniões] é permitido porque aproxima o aluno da realidade, obrigando-o a separar os dados do problema das informações irrelevantes frequentemente presentes no ambiente profissional (CESAR, 2005, p. 10-11).

Dentre as diversas abordagens mencionadas por Ikeda, Veludo de Oliveira e Campomar (2006), vale citar o caso exemplo. Nessa abordagem, os casos também são reais, mas incluem a solução adotada pela empresa. Assim, os alunos podem analisar as alternativas não adotadas e suas eventuais vantagens ou desvantagens, e refletir sobre as razões que levariam empresas com diferentes culturas organizacionais a adotá-las, enriquecendo seu conhecimento (PINTO, 2007).

No geral, os casos reproduzem problemas organizacionais das mais diversas áreas: de finanças a recursos humanos, passando por *marketing* e produção e o professor, agora facilitador, também deve analisá-lo, preparando-se para a apresentação. Seu objetivo é promover o debate entre os alunos e, para isso, ele deve tentar prever respostas possíveis e preparar perguntas que estimulem novas linhas de raciocínio de forma a ligar os comentários dos alunos, salientando pontos de concordância ou discordância entre eles. Na maioria dos casos, o debate gira em torno de questões que geram pontos de vista divergentes, portanto, quanto mais ambíguos forem os casos, fomentando debates entre os alunos, melhor o resultado obtido (GARVIN, 2003).

3.1.3 Vantagens e limitações

Garvin (2003) enumera três principais benefícios dessa ferramenta:

- desenvolve a capacidade de diagnóstico em um mundo sujeito a constantes mudanças: “O objetivo [...] não é ensinar verdades... Mas ensinar homens [e mulheres] a pensar na presença de novas situações” (DEWING citado por GARVIN, 2003, p. 61);
- estimula as habilidades de persuasão, essenciais nas atividades de gestão; e

- a costumeira análise de casos leva os alunos a pensar de forma corajosa e inovadora: “O principal recurso de um homem de negócios é sua disposição em aceitar riscos, decidir e agir baseado em um conhecimento limitado [da situação]” (CHRISTENSEN; ZALEZNIK apud GARVIN, 2003, p. 62).

O método do caso permite uma participação mais ativa dos alunos no processo de aprendizagem, característica da abordagem andragógica observada por Gabardo (2006). Os alunos podem avaliar diferentes cursos de ação frente a situações reais e aprender a tomar decisões e correr riscos sem os custos de uma decisão equivocada. Ikeda, Veludo de Oliveira e Campomar (2006) fazem uma analogia com o uso de cadáveres no estudo de medicina, onde é possível praticar os ensinamentos da vida real sem consequências prejudiciais.

A essas vantagens, Cesar (2005) acrescenta a versatilidade, pois:

- alunos e professores podem chegar a diferentes resoluções plausíveis para o mesmo caso, dependendo do seu histórico, valores pessoais, técnica de análise adotada, etc.;
- o mesmo caso pode ser trabalhado com diferentes níveis de aprofundamento, à medida que novos conhecimentos forem agregados, no decorrer do plano de ensino; e
- o caso pode ser interdisciplinar, permitindo a alunos mais avançados perceber as inter-relações entre os temas.

Porém, há alguns aspectos que não são completamente atendidos pelo método do caso. Em primeiro lugar, nem todas as disciplinas obtêm bons resultados por meio do método do caso. O professor deve escolher as ferramentas mais adequadas à disciplina que ensina e com as quais se sente mais à vontade em trabalhar. Existem outros recursos que podem ser considerados, ou mesmo combinados, como as tradicionais aulas expositivas, seminários, trabalhos de campo, debates, etc. (CESAR, 2005).

Mesmo incluindo complicadores presentes na vida real como dados imprecisos e, em alguns casos, tempo limitado para análise, o método de caso é, muitas vezes, criticado por não incluir componentes caóticos e não-rationais presentes nas organizações (IKEDA; VELUDO-DE-OLIVEIRA; CAMPOMAR, 2006).

Apesar do foco do método do caso ser a análise de situações práticas, os casos devem ser propostos de forma a permitir a conexão entre a experiência do aluno e a teoria envolvida na resolução do caso. Ou seja, um caso deve ser indicado quando servir de exemplo para conceitos em estudo por pelo menos uma disciplina da grade curricular (CESAR, 2005). Caso não haja ligação cuidadosa entre teoria e prática, pode levar a decisões baseadas no “bom senso”, não desenvolvendo, corretamente, as capacidades analíticas dos alunos. Essa é uma limitação bastante criticada do método do caso (IKEDA; VELUDO-DE-OLIVEIRA; CAMPOMAR, 2006).

Ikeda, Veludo de Oliveira e Campomar (2006) observam que o alto custo pode ser considerado outra limitação do método do caso. Custam caro a pesquisa e o talento necessários para preparar casos com dados confiáveis e detalhados que incluam o máximo do contexto real em que a situação de fato ocorreu e que permitam a devida integração entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático. A Escola de Administração da Universidade de Harvard, por exemplo, investe milhões de dólares anualmente somente no desenvolvimento de casos que atendam ao alto padrão de qualidade da instituição (IKEDA; VELUDO-DE-OLIVEIRA; CAMPOMAR, 2006).

Miyashita (1997) destaca, como outra limitação do método o caso, o número relativamente limitado de soluções possíveis, visto que as questões são delimitadas na apresentação da situação problema.

Além disso, os casos são normalmente não relacionados entre si. Com raras exceções, uma vez analisados e resolvidos, os casos são arquivados até serem necessários novamente. Assim, os alunos não têm a chance de enfrentar problemas imprevistos, decorrentes de decisões anteriormente consideradas adequadas.

Deve-se observar também que, muitas vezes, na vida real, a melhor decisão é esperar por uma melhor oportunidade para agir: “Há vantagem, mova-se. Não há vantagem, detenha-se” (SUN TZU, 2006, p. 108). Porém, devido à sua natureza, os casos demandam uma decisão, uma ação. Isso pode levar os alunos a “executar uma ação quando nenhuma pode ser justificada, ou forçar uma solução quando nenhuma é factível” (NILAND apud GARVIN, 2003, p. 62).

Ikeda, Veludo de Oliveira e Campomar (2006) lembram que nem todas as organizações sentem-se à vontade em revelar informações consideradas sigilosas ou estratégicas. É

possível que o caso seja redigido com informações filtradas pela organização, o que pode prejudicar a análise (IKEDA; VELUDO-DE-OLIVEIRA; CAMPOMAR, 2006).

Reflexos desse comportamento podem ser observados no Brasil, onde um obstáculo para uma adoção mais rápida do método do caso é a pequena quantidade de casos genuinamente brasileiros. Isso decorre de dois motivos: o já mencionado receio quanto a permitir que suas estratégias e ações gerenciais sejam usados como objeto de investigação acadêmica, também presente em empresas brasileiras, e a falta de incentivo sistemático das instituições de ensino para produção de casos brasileiros (MAYER; MARIANO; SERPA, 2003).

Ainda considerando a realidade das instituições de ensino brasileiras, o número de alunos por classe é elevado, isso dificulta as discussões, fundamentais para o método do caso, desenvolvido para trabalhos em pequenos grupos. Além disso, os alunos dos cursos de Administração e Gestão de Negócios muitas vezes estudam ou trabalham, dedicando apenas parte do tempo à educação. Isso prejudica a preparação prévia dos casos por parte dos alunos, ao contrário do que ocorre nas instituições norte-americanas, em que os alunos têm dedicação integral. Os professores brasileiros buscam meios de contornar esses dois obstáculos como, por exemplo, permitir que a preparação e discussão em grupo ocorra em horário de aula e não em horários extraclasse (CESAR, 2005).

Para contornar alguns desses obstáculos, autores como Cesar (2005) e Olivier e Rosas (2004) consideram a adoção de outras ferramentas didáticas como os jogos empresariais, analisados na próxima seção.

3.2 Jogos Empresariais

Jogos e reproduções da realidade ferramentas de aprendizado extremamente antigas, presentes nas mais antigas manifestações culturais e observável até no comportamento de alguns animais. É possível identificar elementos de jogos nas brincadeiras dos filhotes de cachorros: eles convidam-se uns aos outros por meio de atitudes e gestos, respeitam regras tácitas que evitam ferimentos, fingem ficar zangados para dar maior realismo e divertem-se com tudo isso. Portanto, os jogos têm grande importância na formação dos indivíduos, constituindo-se em uma preparação para tarefas sérias exigidas futuramente, um exercício

de autocontrole para a convivência, um impulso inato para exercer uma certa faculdade ou mesmo como prática dos instintos de competição e sobrevivência (HUIZINGA, 1971).

Simulações da realidade são usadas profissionalmente pelo homem há muitos anos. Entretanto, eram usadas principalmente com fins militares e não administrativos. Marie Birshstein foi a precursora no uso de simulações com objetivo gerencial, ao apresentar, no final da década de 20, no Instituto de Engenharia e Economia de Leningrado, uma ferramenta para treinar trabalhadores de lojas para posições de gerência (GRAEML; MARQUES, 2004; LOPES; SOUZA, 2004; MACHADO; CAMPOS, 2003).

Há alguma discussão quanto ao nome adequado para as simulações com objetivo gerencial: elas recebem, em inglês, os nomes *Business Game* e *Business Policy Game*, enfatizando o aspecto de simulação voltada para negócios. Entretanto, devido à tradução do termo *game* como “jogo”, Almeida (1998) considera que seus equivalentes em português, “jogos empresariais” e “jogos de negócios”, têm uma conotação lúdica inadequada, preferindo as expressões simulação de gestão ou simuladores de gestão, derivadas do francês *simulation de gestion*.

Por concordar inicialmente que o termo *game* tem, em inglês, um significado de competição menos ligado a atividades recreativas, durante esse trabalho, foi cogitado o uso da nomenclatura “simuladores de gestão” para as simulações com objetivo gerencial. Posteriormente, foram levadas em conta as considerações de Huizinga (1971) sobre a possível conotação lúdica do termo “jogo”:

Em nossa maneira de pensar, o jogo é diametralmente oposto à seriedade. [...] Todavia, caso o examinemos mais de perto, verificaremos que o contraste entre jogo e seriedade não é decisivo nem imutável. É lícito dizer que o jogo é a não-seriedade, mas esta afirmação, além do fato de nada nos dizer quanto à características positivas do jogo, é extremamente fácil de refutar. Caso pretendamos passar de “o jogo é a não-seriedade” para “o jogo não é sério”, imediatamente o contraste tornar-se-á impossível, pois certas formas de jogo podem ser extraordinariamente sérias (HUIZINGA, 1971, p. 8).

Gramigna (2007) também faz uma estreita ligação entre educação e jogos:

Antes de atividade lúdica, o jogo é um instrumento dos mais importantes na educação em geral. Por meio dele, as pessoas exercitam habilidades necessárias ao seu desenvolvimento integral, dentre elas, autodisciplina, sociabilidade, afetividade, valores morais, espírito de equipe e bom senso.

No desenrolar do jogo as pessoas revelam facetas de seu caráter que normalmente não exibem por recear sanções. Devido ao ambiente permissivo, as vivências são espontâneas e surgem comportamentos assertivos ou não assertivos, trabalhados por meio de análise posterior. As conclusões servem de base para reformulações ou reforço de atitudes e comportamentos. O jogo é

como um exercício que prepara o indivíduo para a vida (GRAMIGNA, 2007, p. 3).

Miyashita (1997) vai além, descartando a palavra “simulação” por considerá-la mais própria para atividades em que o sucesso ou fracasso de um participante depende exclusivamente de suas ações em relação ao modelo adotado enquanto nas simulações com objetivo gerencial, o resultado normalmente depende das ações de todos os participantes. Ele sugere o uso do termo “jogo” em virtude do seu caráter de competição, da ideia de uma atividade baseada em regras e da necessidade de determinar claramente, ao término da atividade, os participantes vencedores. Quanto à possível conotação lúdica do termo, declara:

A desvantagem do uso do termo “jogo” frente aos outros é sua conotação de “não seriedade”, e é por esta razão que algumas pessoas lhe demonstram certo desprezo, tendendo a considerá-lo apenas como atividades ligadas à descontração ou diversão. Este tipo de mentalidade tem sido cada vez menos frequente dentro do meio da Administração de Empresas pelo uso cada vez mais alastrado dos Jogos de Empresa e pelo nível de qualidade que atingiram, tornando-os muito mais próximos da realidade empresarial do que das situações de recreação dos jogos tradicionais (MIYASHITA, 1997, p. 3-4).

É interessante observar que, não obstante a restrição de Miyashita ao uso da palavra “simulação”, Casagrande (2006) considera que os jogos têm uma grande capacidade de reproduzir a vida real. A autora observa que “a palavra jogo é muito usada como metáfora para as várias atividades sociais, políticas, econômicas e militares, mostrando o quanto se admite sobre a similaridade formal entre jogos e atividades da vida real” (CASAGRANDE, 2006, p. 77).

Assim, neste trabalho, serão adotadas as expressões jogos empresariais e jogos de empresas como sinônimas para denominar as simulações com objetivo gerencial.

Orlandeli (2001) e Rodrigues e Riscaroli (2001) consideram os jogos empresariais como ferramentas do método de ensino simulado: ensinam por meio de realidades imitadas. Ambos são recursos que permitem aos participantes a análise de uma situação a tomada de decisões baseadas nela.

Porém, ao contrário do método do caso, os jogos empresariais exploram o desejo humano por competição ao possibilitarem a disputa entre os diversos participantes. Além disso, por sua característica processual, conscientizam os participantes das consequências de suas ações (ORLANDELI, 2001).

No Brasil, a primeira escola de administração a usar jogos empresariais foi a Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas – EAESP-FGV, em 1962. Desde então, e principalmente depois de 1980, essa ferramenta vem sendo usada como instrumento de treinamento e desenvolvimento gerencial, principalmente no meio universitário, pela sua capacidade de aproximar a realidade da sala de aula (KALLÁS, 2003b; LOPES; SOUZA, 2004).

Adotados no Brasil há cerca de quarenta anos, os jogos empresariais dispõem de uma bibliografia nacional em crescimento. Lacruz (2004) observa que diversos autores, nacionais e internacionais, entre eles Greenlaw, Tanabe, Rocha e Santos, concordam que os jogos empresariais “[...] são modelos dinâmicos de simulação que salientam as situações da área empresarial, bem como o aspecto sequencial” (LACRUZ, 2004, p. 96). Esse aspecto sequencial é corroborado por Zoll, citado por Martinelli (1987), ao definir jogos empresariais como exercícios contextualizados em que os resultados das decisões válidas para um determinado período influem nas decisões de períodos subsequentes

Checchinato (2002) também salienta o caráter sequencial dos jogos empresariais:

Portanto o jogo é um exercício sequencial de tomada de decisões, estruturado em torno de um modelo simulado de uma situação empresarial. Assim, possui como aspecto vital a colocação de quem está sendo treinado, diante de uma situação na qual deve tomar decisões sem colocar em risco a eficiência da empresa (CHECCHINATO, 2002, p. 39).

Baseado nessas definições, Lacruz (2004) afirma que essas ferramentas propiciam um aprendizado marcante e lúdico, conectando as experiências acadêmicas com o ambiente empresarial por meio dos modelos matemáticos usados na simulação.

3.2.1 Computadores como apoio aos jogos empresariais

Santos Filho (2004) destaca o potencial dos jogos como simuladores de ambientes e facilitadores de pesquisas a um custo mais baixo e com resultados mais rápidos que a forma convencional. O autor observa ainda que, no desenrolar de um jogo, é possível registrar as ações dos jogadores, gerando estatísticas que influirão nos problemas propostos, tornando-o mais desafiante. Porém, o manuseio de grandes quantidades de dados é trabalhoso e dificulta o aproveitamento da ferramenta.

O uso de computadores em jogos empresariais, conferindo-lhes mais dinamismo, começou com o *Monopologs Game*, desenvolvido pela Rand Corporation em 1955. Reproduzia um sistema de abastecimento e gerenciamento de materiais para a Força Aérea Norte-Americana. No ano seguinte, surgiu o *Top Management Decision Game*, desenvolvido pela *American Management Association*, considerado o mais famoso dos primeiros jogos empresariais, sendo usado pela faculdade de Washington em 1957 (ORLANDELI, 2001; SAUAIA, 1995).

Mais recentemente, os computadores vêm se destacando como ferramentas para processar e analisar o grande volume de dados relacionados aos jogos empresariais, ampliando seu desenvolvimento. Ribeiro (2007) credita essa adoção não apenas ao advento do computador, como também a novos estudos desenvolvidos na área de pesquisa operacional, ao desenvolvimento de modelos matemáticos mais completos e mais próximos da realidade e ao uso de novas técnicas de ensino que proporcionaram um ambiente mais adequado ao aproveitamento dessas ferramentas em sala de aula. Jogos usando computadores são normalmente mais complexos e proveem uma maior duração média, como pode ser observado no [Quadro 1](#):

Quadro 1 – Alguns tipos de jogos, duração e número desejável de participantes

Forma	Participantes	Duração	Abrangência
Papel e caneta	4 a 20	2 a 4 horas	Local
Dramatização	4 a 10	1 a 3 horas	Local
Livro-jogo	1 a 10	2 a 5 horas	Local
Tabuleiro	2 a 7	4 a 12 horas	Local
E-mail	2 a 10	1 a 6 meses	Internet
Computador	Vários, se usar a internet	4 a 50 horas	Local ou internet

Fonte: Adaptado de Vicente (2000, p. 22).

A capacidade de administrar jogos mais complexos e com maior duração faz dos computadores a ferramenta ideal para jogos empresariais que devem acompanhar e subsidiar o aprendizado teórico dos alunos durante períodos mais longos, como um semestre letivo.

É interessante observar que o uso de computadores permite ainda um aumento na abrangência de aplicação, uma vez que jogos via internet não sofrem com restrição geográfica e, se disponíveis ininterruptamente, permitem uma maior flexibilidade com relação aos horários e ritmos dos alunos.

3.2.2 *Objetivos e características*

Olivier e Rosas (2004) observam que os jogos empresariais “surgem com o intuito de reduzir a distância entre teoria e prática e também como agente fomentador da integração dos conhecimentos previamente adquiridos” (OLIVIER; ROSAS, 2004, p. 4).

Por outro lado, Tanabe citado por Kallás (2003b) considera três os objetivos básicos de um jogo empresarial:

- desenvolver nos participantes a habilidade de tomar decisões;
- transmitir conhecimentos técnicos de administração através da prática; e
- servir de laboratório para resolver problemas empresariais, esclarecer e testar aspectos da Teoria Econômica e da Teoria da Administração e estudar o comportamento individual e em grupo durante tomadas de decisão sob pressão de tempo e incerteza.

Em concordância com os objetivos considerados, Tanabe citado por Lacruz (2004) e Martinelli (1988) listam como características:

- proveem grande interação entre os participantes e o modelo e, em muitos casos, entre os próprios participantes, como meio de construção do conhecimento;
- representam o meio ambiente empresarial permitindo que os participantes possam avaliar os resultados de suas decisões por meio de dados e informações detalhados;
- algumas das relações entre seus elementos são claramente conhecidas pelos participantes, enquanto outras são apenas insinuadas, para que estes as determinem com base nos resultados obtidos; e
- os modelos são sempre mais simples que a realidade para facilitar o processamento da simulação e a identificação das relações como parte do aprendizado dos participantes.

Enquanto Tanabe foca nas características que definem um jogo empresarial, Gramigna (2007) lista quatro características pedagógicas que ele deve apresentar:

- reprodução de situações vivenciadas pelos participantes, para facilitar o estabelecimento de analogias;
- definição clara de papéis, para que o participante saiba a responsabilidade e o comportamento esperados dele durante a simulação;
- regras claras, com permissões e proibições definidas claramente; e
- condições que estimulem os participantes, isso é corroborado por Huizinga (1971, p. 10) enfaticamente: “antes de mais nada, o jogo é uma atividade voluntária”.

Na mesma linha, Rodrigues e Riscaroli (2001) concentram-se no caráter pedagógico, mesclando objetivos e características desejáveis. Dessas observações, é possível destacar:

- oportunidade para que os participantes desenvolvam suas capacidades gerenciais e de análise, descobrindo, a partir das informações dadas, as principais variáveis e os conceitos teóricos envolvidos;
- maior grau de realismo e complexidade possíveis, dentro da capacidade dos participantes, permitindo um maior aproveitamento dos conhecimentos adquiridos por estes em sua vida profissional;
- boa contextualização dos participantes, ilustrando bem o problema para facilitar seu entendimento e explicitando as aptidões a serem desenvolvidas na simulação; e
- novas contribuições de qualquer natureza, como forçar os participantes a pesquisarem outra disciplina ou a desenvolverem uma estratégia inovadora de negócios.

Além dessas, há pelo menos duas outras características observadas pelos autores: o caráter multidisciplinar e o desenvolvimento das habilidade sociais dos participantes.

O caráter multidisciplinar dos jogos empresariais é considerado por Lopes e Wilhelm (2006) como “questão fundamental” uma vez que a própria construção de um jogo empresarial pode necessitar de especialistas em diversas áreas. A conclusão semelhante chegam Martinelli, Tanabe e Castro (2003) ao afirmarem que os jogos empresariais põem os participantes em contato com diversas áreas gerenciais, permitindo “[...] uma visão geral de uma empresa e a observação da relação entre as áreas” (MARTINELLI; TANABE; CASTRO, 2003, p. 6).

Entre as áreas gerenciais que podem ser beneficiadas pelo uso de jogos empresariais durante o aprendizado dos executivos, é possível citar: Produção, Logística, Finanças e mesmo Marketing.

Checchinato (2002) considera esse caráter multidisciplinar como possível solução para limitações nos programas de curso, como as observadas por Mattar (1998):

Um outro aspecto importante dos jogos de empresa é o fato dele permitir superar a visão fragmentada da dinâmica empresarial ensinada aos alunos através de matérias funcionais separadas, tratadas de maneira estática como se fossem independentes entre si. O objetivo dos jogos é superar esta limitação e proporcionar aos alunos uma visão global e interdependente da empresa (CHECCHINATO, 2002, p. 40).

Já o desenvolvimento das habilidades sociais é possibilitado porque, quando em equipe, a decisão deve ser conjunta e preferivelmente por consenso. Segundo Kallás (2003b), essa necessidade estimula o desenvolvimento das habilidades sociais dos participantes, como: a postura de cooperação, a capacidade de analisar e repassar informações, a cortesia e o respeito às opiniões divergentes.

3.2.3 Classificação

Devido à grande variedade de características, há diversos critérios possíveis para classificar os jogos empresariais. Usando um critério bastante simples, o ambiente de execução, Carniel (2002, p. 13) define três classes:

- primeira classe, têm um ambiente misto, compostos por uma parte computacional e outra humana;
- segunda classe, ambientados na internet, onde pessoas não necessariamente relacionadas podem se inscrever e participar obedecendo às regras; e
- terceira classe, produtos comerciais, normalmente proprietários¹ ou distribuídos como anexos em livros sobre simulações empresariais.

Lacruz (2004, p. 98) apresenta um quadro detalhado das classificações existentes segundo critérios de diversos autores. O [Quadro 2](#) reproduz o trecho correspondente aos critérios de classificação adotados por Tanabe:

1 O termo refere-se a *softwares* proprietários, aqueles cujo uso, cópia, distribuição e alteração são em alguma medida restritos pelo desenvolvedor. Muitas vezes, adquire-se a licença de uso, permanecendo o direito de propriedade sempre com o desenvolvedor.

Quadro 2 – Classificação dos jogos empresariais

Critério de classificação	Agrupamento
Quanto ao meio de apuração	<ul style="list-style-type: none"> • Manuais: cálculos feitos manualmente; • Computadorizados: cálculos feitos via computador.
Quanto às áreas funcionais	<ul style="list-style-type: none"> • Jogos de administração geral: o modelo procura simular todas as áreas funcionais integradamente, sem destacar nenhuma; • Jogos funcionais: focalizam um setor específico da empresa.
Quanto à interação entre as equipes	<ul style="list-style-type: none"> • Interativos: as decisões de uma empresa afetam as demais; • Não interativos: as decisões alteram apenas a própria empresa.
Quanto ao setor da economia	<ul style="list-style-type: none"> • Industrial; • Comercial; • Financeiro; • Serviços.
Quanto ao tempo de resposta	<ul style="list-style-type: none"> • Em tempo real; • Por correspondência; • Batch (processamento remoto).

Fonte: Adaptado de Lacruz (2004, p. 100).

Sem desprezar os demais critérios levantados por Lacruz, observa-se que os cinco critérios apresentados acima mostram-se mais adequados à classificação de jogos empresariais, abrangendo desde o uso de ferramentas computacionais até o setor da economia representado na simulação. Na Seção 4.3.1, esses mesmos critérios classificarão o protótipo desenvolvido durante este trabalho.

3.2.4 *Estrutura básica*

Segundo Rocha (1997), é possível identificar alguns elementos básicos de acordo com o papel desempenhado nos jogos empresariais:

- Manual – Documento que apresenta a simulação e define seus objetivos, os papéis dos participantes, as regras a serem obedecidas por todos e outras informações necessárias ao bom andamento da simulação.
- Animador – Assume o papel de facilitador da simulação. Determina o modelo matemático adotado no jogo, os parâmetros iniciais, o número de participantes e a composição das equipes e, em alguns casos, pode introduzir elementos adicionais durante a simulação para produzir alterações inesperadas no ambiente. Supervisiona as equipes orientando-as nas discussões e análises e avalia o aprendizado de cada participante.

- **Processamento** – Recebe os dados enviados pelo Animador e pelos participantes, tratando-os e devolvendo os resultados que serão usados por estes para tomar suas decisões. Em virtude do volume de dados, atualmente, na maioria das vezes, é representado por um computador.
- **Jogador** – Cada um dos participantes (ou grupo de participantes) que analisará o ambiente simulado e definirá uma estratégia que permita vencer os concorrentes, usando os conhecimentos obtidos pelas aulas teóricas, as regras contidas no manual e os resultados obtidos após cada uma das rodadas.

3.2.5 Vantagens e limitações

Um dos requisitos para avaliar uma ferramenta de ensino é conhecer as suas vantagens e desvantagens. Algumas das vantagens identificadas por Schafranski (1998):

- desenvolvem a criatividade dos participantes ao confrontá-los com situações inesperadas;
- as diversas mudanças apresentadas durante a simulação estimulam o desenvolvimento de um comportamento adaptativo nos participantes;
- exercitam a comunicação e o intercâmbio de experiências entre os participantes;
- desenvolvimento de uma visão sistêmica da organização;
- estimulam a autoconfiança dos participantes ao expô-los a repetidas análises e tomadas de decisão em condições de risco, incerteza e com restrições de tempo ou de recursos, como acontece na prática empresarial;
- permitem um aprendizado gradual, construtivo e empírico sem o risco real das consequências dos erros; e
- podem representar um longo período simulado em um curto período de tempo real, facilitando a observação dos efeitos das decisões a longo prazo.

Ao invés de listar vantagens e desvantagens, Miyashita (1997) opta por fazer algumas comparações entre jogos empresariais, leituras, aulas expositivas e o método do caso. Dessas comparações, é possível extrair mais algumas vantagens:

- a grande variedade de soluções possíveis aliada à dinâmica de jogadas sucessivas, com os resultados da jogada anterior interferindo no contexto da jogada seguinte, evitam a repetição de situações, dando um caráter renovado e estimulante ao aprendizado; e
- a participação ativa do aluno e o envolvimento emocional característico dos jogos (GRAMIGNA, 2007), gerado pelas situações que têm de superar e pela pressão dos concorrentes, geram um conjunto de experiências pessoais, positivas e negativas, que permite uma maior fixação do conhecimento.

Lacruz (2004), Martinelli (1988) e Martinelli, Tanabe e Castro (2003) também consideram que os jogos empresariais estimulam mais o exercício das habilidades de liderança e trabalho em equipe do que o método do caso, pois, como há a simulação de uma organização, a interação entre os participantes é mais próxima da existente nas organizações reais. Os autores também concordam que os jogos empresariais reproduzem, com mais fidelidade, a continuidade da vida real, permitindo aos alunos acompanhar as consequências das suas ações na empresa fictícia.

Segundo Huizinga (1971, p. 16), jogos têm a capacidade de “absorver o jogador de maneira intensa e total”. Essa capacidade de envolver os participantes num universo fictício, com regras próprias e consistentes, comumente denominada imersão, é tão importante em jogos e simulações computadorizadas em geral, que tem sido objeto de estudo nos últimos anos, como nos trabalhos de Brown e Cairns (2004) e Ermi e Mäyrä (2005).

Apesar de comum aos jogos em geral, a imersão pode ser considerada outra vantagem dos jogos empresariais, quando comparados a outras ferramentas de ensino, uma vez que aumenta a realidade da simulação e das reações dos participantes, tornando mais prazerosa a experiência e facilitando o aprendizado. De fato, foram identificadas, em atividades altamente imersivas, algumas características encontradas nos jogos empresariais: objetivos claros, respostas rápidas aos participantes e equilíbrio entre os desafios apresentados e as habilidades dos participantes².

Deve-se considerar ainda as contribuições dos jogos empresariais para os estudos psicossociais, por permitirem observar o relacionamento interpessoal e a postura ética dos

2 Para maiores detalhes, ver Csikszentmihalyi (1990).

participantes, assim como seu comportamento sob a pressão das incertezas e do tempo (LOPES; WILHELM, 2006).

Apesar da melhor fixação e do aspecto mais prático dos conhecimentos obtidos por meio do uso de Jogos Empresariais, Miyashita (1997) salienta que seu volume é menor, quando comparado ao volume de conhecimento transmitido por leituras ou aulas expositivas em um mesmo tempo de dedicação. O autor avalia que “o aprendizado via leitura [e aulas] ganha em amplitude de conhecimento enquanto que os Jogos de Empresa ganham em profundidade” (MIYASHITA, 1997, p. 6). É interessante observar que o maior tempo consumido pelos jogos empresariais, apesar de aparente desvantagem, é considerado pelo autor como inerente ao seu processo de aplicação e não deve ser abreviado sob pena de reduzir os efeitos didáticos.

Cornélio Filho (1998) aponta algumas outras desvantagens:

- devido à sua natureza estocástica (aleatória, com comportamento imprevisível), devem ser executados várias vezes para se prever a performance do sistema;
- dependem da validade dos modelos desenvolvidos e dos dados de entrada para gerar resultados válidos;
- não têm objetivo otimizador, apenas testam as alternativas fornecidas pelos participantes;
- a construção dos modelos demandam sólidos conhecimentos de informática e dos sistemas representados;
- é necessário conhecimento dos sistemas representados para interpretar, corretamente, os resultados; e
- consomem muito tempo na modelagem e experimentação dos modelos e simplificar a modelagem ou os experimentos costuma gerar resultados insatisfatórios.

Schafranski (1998) concorda com Cornélio Filho (1998) quanto às seguintes limitações:

- bons participantes não se tornam, necessariamente, bons administradores³;

3 É possível que os participantes, por saberem que lidam com uma simulação, obtenham resultados excepcionais com decisões que não ousariam em uma situação real. Isso explica brilhantes administradores em simulações que se revelam tímidos e conservadores na vida real (COSENTINO, 2002, p. 96).

- risco de participantes considerarem apenas uma solução possível para determinadas situações⁴;
- risco de participantes que não conheçam adequadamente o modelo simulado tirarem conclusões precipitadas levando-os a falsos conceitos como, por exemplo: “quanto maior o preço, maior o lucro”; e
- o atingimento dos objetivos da simulação depende do equilíbrio entre sua complexidade e a motivação dos participantes: se muito simples, não estimulará os participantes a reagir como o fariam na realidade; se muito complexa, desmotivará os participantes pela dificuldade em compreendê-la.

Após avaliar vantagens e desvantagens, Schafranski (2002) recomenda a combinação de jogos empresariais com outras ferramentas de ensino:

Jogos de empresas não podem ser tratados como ferramentas únicas de ensino. Assim como aulas expositivas, estudo de casos e outras técnicas, se complementam dentro do processo de ensino-aprendizagem, simulações empresariais devem ser integradas com outras técnicas de ensino, buscando atender o princípio de que nem todos os participantes possuem o mesmo aproveitamento perante as diversas maneiras de se construir conhecimento (SCHAFRANSKI, 2002, p. 35).

Essa opinião é compartilhada por Rodrigues e Riscaroli (2001) ao observarem que, apesar de vistos como evolução do método do caso, os jogos empresariais não devem ser considerados substitutos, e sim complementos destes. Orientação semelhante pode ser observada em Cosentino (2002) ao tentar desmistificar os jogos como panaceia do ensino:

Em síntese, os jogos devem ser criados e estruturados considerando todos os elementos que fazem deles um auxiliar importante no ensino, mas sem desconsiderar as suas limitações. Deve-se considerar que estimulam a criatividade dos participantes por participar de um problema real sem, todavia desconsiderar possíveis soluções externas àquelas que o jogo apresenta, que não devem ser vistas como únicas ou milagrosas (COSENTINO, 2002, p. 96).

Como é possível observar, os jogos empresariais têm vantagens e limitações, e os diversos autores pesquisados recomendam usar um conjunto de ferramentas em que as limitações de uma sejam compensadas pelos pontos fortes de outra.

4 Cosentino (2002) amplia o conceito, observando a possibilidade de alguns participantes, esquecendo que os modelos simulados são mais simples que a realidade, concluírem que a simulação mostra a única solução para um determinado problema e passarem a considerar as situações reais de forma simplista, aplicando a mesma abordagem e solução a problemas distintos com características similares.

3.2.6 Alguns jogos empresariais

No Brasil, houve um crescimento no uso dos jogos empresariais depois que o Ministério da Educação sugeriu a introdução de metodologias alternativas nos cursos de nível superior, na década de 1990.

Schafranski (2002) lista, como exemplos de instituições de ensino brasileiras que utilizam jogos empresariais, a Universidade Federal de São Carlos com o GANTT GAME, voltado para a área de programação da produção; a Escola de Engenharia de São Carlos com o MIE (Metodologia de Integração de Empresas), que simula o processo de integração de uma empresa; a Escola Politécnica da USP com o Politron, voltado para o treinamento gerencial na área de Planejamento, Programação e Controle da Produção; a Fundação Getúlio Vargas (FGV) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Ribeiro (2007) traz uma extensa lista de jogos e instituições, inclusive a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com o Jogo das UEP, voltado à definição de custos de produtos por meio de unidades de esforço de produção e o JogABC, enfocando o custeio ABC. O autor menciona ainda que há outros jogos em desenvolvimento no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção daquela instituição.

A demanda por essas ferramentas de ensino fez com que algumas das instituições que as desenvolveram estendam seu uso a empresas privadas como prestação de serviço. Têm surgido, também, jogos comerciais desenvolvidos por empresas privadas, como o SMD (*Simulation of Management Decisions*) para treinamento de executivos⁵ e o Ludus Gestum⁶, ambiente proprietário de desenvolvimento de jogos, baseado em inteligência artificial e bastante difundido no país.

Há, ainda, casos em que a ferramenta, projetada por uma instituição de ensino, é implementada e comercializada por uma empresa privada. É o caso do GI-Micro⁷, desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e do já mencionado

5 Comercializado pela CEDEN Jogos e Simulações.

Disponível em: <<http://www.ceden.com.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

6 Comercializado pela Gestum Ltda.

Disponível em: <<http://www.gestum.com.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

7 Comercializado pela BHK Jogos de Empresas Ltda.

Disponível em: <<http://www.jogosempresariais.com.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Politron⁸, que dispõe, inclusive, de uma versão *shareware*⁹. Outro exemplo é o jogo empresarial desenvolvido pela Microsiga, avaliado por Ribeiro (2007), como amigável, porém com aplicabilidade limitada por não apresentar uma fundamentação teórica aprofundada. Há ainda o jogo Strategy¹⁰, desenvolvido pela Simulation Empresarial e oferecido como complemento a cursos oferecidos pela FGV Online.

Como o GI-Micro, vários jogos empresariais usados no país têm sua origem no Laboratório de Jogos de Empresas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Knabben e Ferrari (1995) apresentam dois deles: GPI-EPS e O Gerente Empreendedor, adaptação de um *software* francês feita pelos professores Wilson Baptista Júnior e Marcos Aurélio Spyer Prates para a realidade brasileira.

Knabben e Ferrari (1995) descrevem o primeiro jogo como um conjunto de cenários em que os participantes, assumindo o papel de diretoria de uma empresa, precisam tomar decisões gerenciais. O desempenho é medido por critérios previamente definidos, como o lucro acumulado no período. Após cada período equivalente a um trimestre, os participantes recebem um relatório contendo informações que servem para a tomada de decisão do período seguinte. Não é mencionado o uso de computadores e os autores consideram que, apesar deste jogo servir como instrumento eficiente de aprendizagem, sob certas circunstâncias, um modelo mais elaborado é de vital importância.

No segundo jogo, as equipes gerenciam uma fabricante e engarrafadora de bebida alcoólica, tomando decisões e avaliando os resultados após períodos correspondentes a um trimestre. É considerado, pelos autores, como “de padrão mais elevado”, em que é possível haver “um canal interno de televisão, onde aparecem os noticiários, que divulgam as notícias do ambiente, bem como são divulgadas as campanhas publicitárias das empresas”. É possível observar o uso do computador, mas apenas para auxiliar no processamento dos dados:

Existe uma planilha disponível no computador onde é processada a tomada de decisão e o reflexo no caixa e lucro da empresa. [...] Ao final de cada período os resultados de cada equipe são agrupados e simulados dentro de um outro *software* que interage todo o mercado (KNABBEN; FERRARI, 1995, p. 5).

8 Comercializado pela Proage.

Disponível em: <<http://www.proage.com.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

9 Modalidade de distribuição de *software*, normalmente usada para divulgação, permite a cópia e distribuição sem restrições e o uso experimental por um determinado período. Findo o período, é possível que o produto seja bloqueado até o pagamento de uma taxa, normalmente pequena, de licenciamento.

10 Disponível em: <<http://www.simulation.com.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Cabe observar que, em pesquisas realizadas durante este trabalho, não foi possível encontrar referências atuais a esses dois jogos. O segundo aparenta ter sido descontinuado, enquanto o primeiro, apesar de mencionado no trabalho dos autores como GPI-EPS (Gestão Industrial da Engenharia de Produção e Sistemas), consta, em suas referências bibliográficas, talvez por erro de grafia, como GI-EPS. Independente da discrepância com relação ao nome, o primeiro jogo apresenta algumas características em comum com outro jogo de mesmo nome, também desenvolvido na UFSC e ainda existente (KNABBEN; FERRARI, 1995).

Vários outros jogos empresariais tiveram origem na UFSC. Dentre eles, Mendes (1997), Schafranski (2002) e Ribeiro (2007) citam: LÍDER, desenvolvido em conjunto com a Universidade Regional de Blumenau (FURB), e GS-ENE (Gestão Simulada na Escola de Novos Empreendedores). O primeiro simula o comportamento humano dentro da realidade empresarial, enquanto o segundo reproduz um conjunto de pequenas empresas oligopolistas, que disputam um conjunto de mercados. Lacruz (2004) cita ainda: LIDERSIT, voltado para liderança e desenvolvimento de recursos humanos, e GEBAN, voltado para a gerência de agências de bancos comerciais.

Porém, apesar de coexistirem diversos jogos na UFSC, nenhum alcançou o destaque do GI-EPS, relacionado com diversas pesquisas desenvolvidas naquela instituição. Desenvolvido pelo departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, no início dos anos 1990, como ferramenta complementar para as aulas da disciplina Gestão Industrial, o GI-EPS apresentou componentes humanos e computacionais, classificando-se como um ambiente misto em que os participantes se organizam em equipes que deverão concorrer em um mercado simulado, descrito por meio de relatórios e demonstrativos e regulado pelas regras contidas em seu manual (CARNIEL, 2002; GERBER, 2000; RIBEIRO, 2007; SCHAFRANSKI, 1998).

Construído de forma modular, o GI-EPS conta com um módulo central contendo as regras e fórmulas principais do modelo ao qual, de acordo com o objetivo pedagógico, podem ser agregados módulos para simular outros cenários como micro e pequenas empresas ou mercado de capitais (CARNIEL, 2002; CASAGRANDE, 2006; GERBER, 2000, 2006; SCHAFRANSKI, 1998).

O GI-EPS serviu de base para diversas pesquisas desenvolvidas na UFSC. Em seus trabalhos, Gerber (2006) e, em seguida, Casagrande (2006) apresentam algumas das

pesquisas relacionadas a jogos empresariais desenvolvidas na UFSC nos últimos anos. O quadro constante no Apêndice A combina e atualiza esses levantamentos, permitindo observar a importância do GI-EPS na UFSC. Entre os 59 trabalhos listados, é possível identificar 22 relacionados a esse jogo empresarial. São análises, propostas de ferramentas de apoio ou de novos módulos para o jogo, e propostas de outros jogos baseados nele. A **Figura 1** representa a participação do GI-EPS nas pesquisas relacionadas a jogos

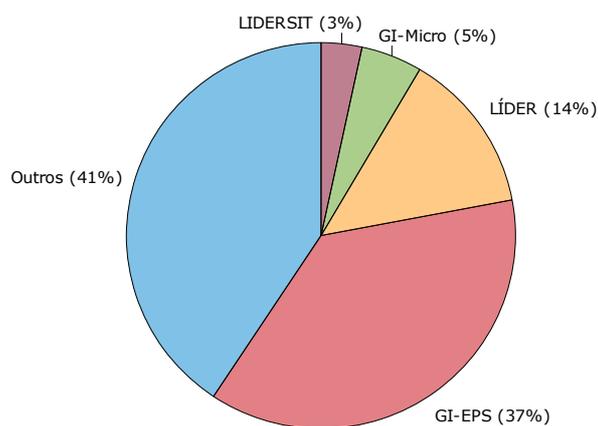


Figura 1 – Jogos empresariais nas pesquisas realizadas na UFSC
Fonte: O autor.

empresariais na UFSC:

Gerber (2006) observa que nem todas as propostas desses trabalhos foram implementadas, por razões diversas, como o uso de plataformas computacionais diversas entre jogos a serem integrados e equipes de desenvolvimento independentes para cada modelo. Contudo, é interessante observar que o GI-EPS, originalmente realizado como uma dinâmica de equipe usando calculadoras e planilhas de computador como ferramentas de apoio à tomada de decisão, beneficiou-se de algumas das melhorias, propostas por esses trabalhos, que foram concretizadas (MECHELN, 2003).

O GI-EPS tem sido aplicado a vários cursos de graduação e pós-graduação em diversas instituições de ensino superior, sendo possível citar a Universidade Católica de Pelotas – UCPEL, a Universidade Federal do Paraná – UFPR, a Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC, a Faculdade Católica de Administração e Economia de Curitiba – FAE/CDE, a Universidade do Amazonas – FUA, a Universidade Federal de Rondônia – UNIR e a Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE.

Porém, como salientado em Gerber (2000), essas instituições submetem-se a custos significativos:

Atualmente as instituições interessadas precisam submeter-se a custos significativos referentes a contratação, deslocamento, hospedagem e alimentação dos profissionais, professores e técnicos, que aplicam o Jogo de Empresas GI-EPS (GERBER, 2000, p. 2).

Custos significativos não são exclusividade do GI-EPS. Apesar do impulso que os avanços tecnológicos deram aos jogos empresariais nos últimos anos, permitindo modelos computacionais mais complexos (RABENSCHLAG, 2005), e do conseqüente aumento na oferta de alternativas comerciais, seu custo ainda é elevado. A título de exemplo, a licença do GI-Micro é oferecida, promocionalmente, no sítio do seu desenvolvedor¹¹, por R\$6.950,00.

Considerando os jogos empresariais existentes insuficientes para atender à demanda dos cursos de Administração e Gestão de Negócios, o próprio Gerber (2000) prevê o uso da internet como solução para o problema:

A exemplo do Jogo GI-EPS, os jogos de empresas, seguindo as tendências, deverão adequar-se, flexibilizando suas ferramentas com o objetivo de atender a qualquer distância geográfica. A implementação e disponibilização de recursos para a INTERNET voltados à aplicação a distância dos jogos de empresas favorecerá a solução de problemas como os acima citados no caso do Jogo GI-EPS (GERBER, 2000, p. 2).

Essa previsão coincide com um ambiente propício ao ensino à distância, um conjunto de técnicas que conecta, por variados meios de comunicação, professores e alunos física ou temporalmente separados (MORAN, 2002). Cosentino (2002) mostra que o ensino à distância existe desde 1850, mas, com os avanços computacionais ocorridos no fim do século XX, principalmente o surgimento e difusão da internet, e da promulgação de legislação direcionada para área de educação, como a Lei 9.394/1996 – Diretrizes e Bases da Educação Nacional, ganhou projeção nos últimos anos:

Estas circunstâncias propiciaram a intensificação da utilização da Internet que, apesar de não possuir a sofisticação da videoconferência como meio de difusão do ensino, tem as vantagens do custo (substancialmente inferior), da presença crescente em todos os lares e de, finalmente, personalizar os cursos eliminando o aspecto presencial e temporal, com os cursos podendo ser feitos em qualquer hora e local (COSENTINO, 2002, p. 39).

Pesquisas sobre jogos empresariais *online*, ou seja, usando a estrutura de rede provida pela internet, vêm sendo desenvolvidas por instituições de ensino nos últimos anos, como os trabalhos de Gerber (2000), Lopes (2001), Carniel (2002) e Cosentino (2002) constantes no Apêndice A.

11 Disponível em: <<http://www.jogosempresariais.com.br/jogoempmicro.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Também vêm se desenvolvendo alguns jogos empresariais *online* voltados para graduandos. Segundo Lacruz (2004), o baixo custo individual para os participantes tem contribuído para a difusão de jogos empresariais *online* no ensino superior. A seguir, alguns jogos desse tipo, voltados para um grande número de participantes:

Quadro 3 – Alguns jogos empresariais via internet

Evento	Realização	Início	Endereço eletrônico
Folhainvest	Bovespa e Folha de São Paulo	1998	< http://folhainvest.folha.com.br/ >
Copa Universitário	Simulation & Associados	1999	< http://www.copauniversitario.com.br/ >
Torneio Gerencial	Bernard Sistemas	2000	< http://www.simulacaoempresarial.com.br/ >
Desafio Sebrae	Sebrae	2000	< http://www.desafio.sebrae.com.br/ >
L'ORÉAL e-Strat	L'ORÉAL	2001	< http://www.e-strat.loreal.com/ >

Fonte: Adaptado de Lacruz (2004, p. 104) e Olivier e Rosas (2004, p. 4-5).

Pelas informações fornecidas nas páginas de cada um dos jogos listados, é possível observar que seguem basicamente o mesmo padrão:

- os participantes dividem-se em equipes e, a cada rodada, recebem uma situação problema e um conjunto de relatórios gerenciais para tomarem suas decisões;
- as decisões de cada equipe influenciam os resultados de todas as equipes;
- ao fim da rodada, os resultados são avaliados e se inicia uma nova rodada;
- ao fim de um número pré-determinado de rodadas, apenas as equipes qualificadas passam para a próxima fase; e
- via de regra, apenas as primeiras fases são por meio da internet. As fases finais, apesar de apresentarem um maior grau de dificuldade, são presenciais, muitas vezes como prêmio para os participantes.

O Desafio Sebrae é, segundo Ribeiro (2007), o jogo empresarial mais divulgado no Brasil. Voltado para estudantes cursando o ensino superior, prevê a participação de equipes de com três a cinco componentes, cada uma responsável por gerenciar uma empresa virtual. Nas primeiras fases, a participação é remota, por meio da internet, enquanto as últimas fases têm participação presencial.

Em seu trabalho, Ribeiro (2007) menciona ainda três outros jogos *online* voltados à representação do mercado financeiro, o Desafio da Bolsa, promovido pela Bolsa de

Valores do Rio de Janeiro, o Bovespa Universitários promovido pela Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) e o Folhainvest em Ação, hoje chamado Folhainvest, promovido pelo Jornal Folha de São Paulo com o apoio técnico da Bovespa. Ao fim do trabalho, o autor apresenta o jogo empresarial Multinve\$t, que representa o processo de captação financeira de uma agência bancária. Entretanto, como alguns dos trabalhos listados no Apêndice A, o Multinve\$t não foi inicialmente projetado uso via internet.

O baixo custo individual identificado por Lacruz (2004) para os participantes corresponde apenas a uma fração da infraestrutura necessária para esses jogos empresariais operarem através da rede mundial com um grande número de participantes, dificultando o surgimento de mais jogos empresariais com essas características.

É possível que uma maior oferta de jogos empresariais *online*, com infraestruturas de baixo custo e volumes mais modestos de participantes, possa prover opções alternativas para alunos que não conseguem acesso a jogos empresariais já existentes, presenciais ou via internet. Uma provável alternativa é apresentada no próximo capítulo.

Descrição do modelo proposto

Como visto anteriormente, apesar de ensinarem por meio de realidade imitada, os modelos empregados em jogos empresariais devem ser mais simples que a realidade, para facilitar o processamento da simulação. Entretanto, para atingir seus objetivos didáticos, devem reproduzir a realidade o mais fielmente possível, visto que o grau de realismo é diretamente proporcional ao valor pedagógico e à eficácia didática alcançados pelo jogo.

O equilíbrio entre a simplicidade do modelo e a fidelidade na representação da realidade é delicado e característico para cada jogo empresarial. Santos Filho (2004) pondera que, uma vez que um jogo empresarial é um modelo possível da realidade, não poderia representar o mundo real das organizações e mercado em todos os seus aspectos, sob pena de comprometer sua relação custo-benefício. Em seu trabalho, Rodrigues e Riscaroli (2001) também aconselham que o grau de complexidade de um jogo empresarial seja apropriado para os vários públicos a que se destina. Esse equilíbrio foi observado durante a modelagem e desenvolvimento do protótipo apresentado neste capítulo.

4.1 Seleção do sistema a ser modelado

Ao contrário da maioria dos trabalhos sobre jogos empresariais pesquisados, este trabalho não objetiva criar um novo jogo, e sim propor uma infraestrutura computacional de baixo custo para execução de um jogo empresarial que, com algumas alterações, possa ser usado como jogo empresarial de baixo custo por instituições de ensino. Uma vez que o objeto da pesquisa é um modelo tecnológico usado como infraestrutura para execução de um jogo empresarial *online*, optou-se por construir, como protótipo, um jogo empresarial com regras simples.

No intuito de atingir esse nível de simplicidade, o modelo usado no protótipo não se propõe reproduzir, ou mesmo simular, um sistema real, apenas imitar seu comportamento: ainda que o comportamento decorrente de suas regras de negócio não correspondesse ao

comportamento esperado do sistema real sob as mesmas circunstâncias, deveria assemelhar-se a ele.

A primeira providência foi identificar um sistema real, relacionado ao mundo dos negócios, que fosse facilmente imitado e que despertasse o interesse dos jogadores. O mercado de capitais atendeu a esses dois requisitos.

Apesar de bastante complexo na realidade, o mercado de capitais pode ser descrito, de forma simplificada, por algumas poucas regras de negócio:

1. os investidores dispõem de um capital inicial que não é, necessariamente, o mesmo para todos;
2. todos os investidores fazem parte do mesmo mercado, com acesso às mesmas opções em busca de lucro; e
3. a rentabilidade dos investimentos flutua principalmente de acordo com as leis da procura e da oferta.

Os reflexos do amadurecimento da economia brasileira, como a elevação da classificação do país ao grau de investimento (*investment grade*), pela agência Standard & Poor's¹² em abril de 2008, e a iminente fusão da Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) com a Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa), aliados a campanhas de popularização do investimento em bolsas de valores e à evolução das ferramentas via internet, têm atraído novas empresas e investidores para esse mercado.

Algumas instituições de ensino superior, como a Universidade Estácio de Sá, a Educacional Kroton, o Sistema Educacional Brasileiro e a Anhanguera Educacional já abriram seu capital e estão ofertando ações na bolsa de valores. Os dados também apontam um maior interesse por parte dos investidores. Até junho de 2008, houve uma média de 218 mil negócios por dia, um crescimento de 42,48% em relação à média do ano anterior. As transações realizadas via internet (*home broker*) também cresceram, atingindo um volume médio de 130 mil negócios diários (BOVESPA, 2008a).

O crescente interesse pelo mercado de capitais desperta a curiosidade dos jogadores por um jogo empresarial usando esse modelo. O interesse é tal que, desde 1998, a Bovespa e o Jornal Folha de São Paulo oferecem o Folhainvest¹³, um simulador gratuito do mercado de

12 Provedora de informações sobre mercados financeiros globais, publicando índices, pesquisas de investimentos, avaliação de risco e análises sobre bolsas de valores e títulos.

13 Listado no [Quadro 3](#), ver página 35.

capitais, com um número de participantes crescente ano a ano. Em 2008, mesmo submetido a uma mudança em seu regulamento que resultou em um recadastramento de todos os usuários, o número de participantes foi 48% maior que o ano anterior, como pode ser observado na [Figura 2](#):

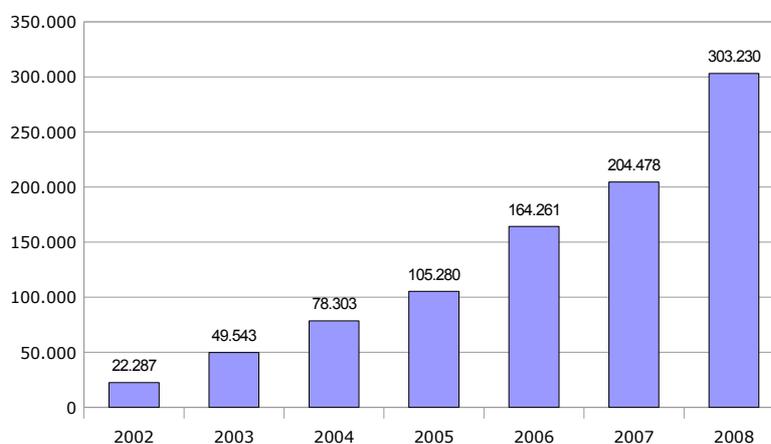


Figura 2 – Evolução do número de participantes no Folhainvest
Fonte: Bovespa (2009c).

O interesse da população pelo mercado de capitais e a simplicidade em criar um modelo capaz de imitar seu comportamento com razoável similaridade, determinaram sua escolha como sistema do mundo real a ser modelado.

Escolhido o sistema a ser modelado, procedeu-se ao desenvolvimento do protótipo, descrito nas próximas seções.

4.2 Jogos empresariais semelhantes: o Folhainvest

Como definido na seção anterior, o protótipo desenvolvido neste trabalho busca imitar o funcionamento do mercado de capitais. Para facilitar a descrição do protótipo, primeiro serão apresentados alguns detalhes do Folhainvest, produto maduro e com posição de destaque no mercado brasileiro, como visto anteriormente na [Figura 2](#).

O Folhainvest tem como objetivo “proporcionar ao público em geral, familiarização e conhecimentos básicos sobre o mercado de ações no Brasil, permitindo vivenciar o dia-a-dia das operações em bolsa de valores” (BOVESPA, 2009b). Para isso, obedece à diversas regras. Dentre elas, citam-se, como exemplo (BOVESPA, 2009a):

1. são permitidas somente operações (compras e vendas de ações) no mercado à vista;
2. as operações são limitadas à quantidade de ações disponíveis no mercado real no momento da emissão da ordem;
3. as cotações das ações simuladas baseiam-se nas cotações do pregão real;
4. as operações ocorrem durante a execução do pregão regular ou em regime de pregão noturno (*after-market*)¹⁴, obedecendo ao regulamento deste;
5. as ordens de compra e de venda que excederem os recursos em caixa ou a quantidade de ações disponíveis na carteira do participante não serão executadas;
6. proventos (em dinheiro ou em ações), dividendos, bonificações e juros sobre capital próprio porventura oferecidos por uma empresa no mercado real são refletidos no patrimônio do participante; e
7. sobre todas as operações realizadas no simulado incidirão taxas próximas às aplicáveis no mercado real, como taxa de custódia, taxa de corretagem e emolumentos para ações.

Essas e as demais regras constantes em seu regulamento permitem que o Folhainvest reproduza, com grande fidelidade, o mercado de ações. No entanto, tal fidelidade à realidade implica uma complexidade no desenvolvimento que não condiz com um protótipo voltado apenas para validação e demonstração. Portanto, o conjunto de regras implementado no protótipo é compreensivelmente mais simples e será descrito a seguir.

4.3 Protótipo desenvolvido: o Simulador de Ações

Esta seção descreve o protótipo desenvolvido neste trabalho apresentando suas características e restrições em comparação com um produto semelhante (Folhainvest), os diagramas e a documentação resultantes do processo de desenvolvimento, e alguns detalhes de sua implementação.

¹⁴ Período de negociação que funciona fora do horário regular de Pregão, destinado às operações eletrônicas (BOVESPA, 2006, 2008b).

4.3.1 Características e restrições

No protótipo desenvolvido, denominado Simulador de Ações, os jogadores assumem o papel dos investidores, recebendo, ao início da simulação, um capital inicial em dinheiro para investir com o objetivo de multiplicá-lo e sendo classificados pelos seus resultados, com os maiores percentuais de lucro alcançando as primeiras posições no placar.

Foram feitas diversas simplificações, em relação ao mercado real e ao Folhainvest. Entre elas:

1. como no Folhainvest, as opções de investimento restringem-se a ações, não havendo a opção de investir em debêntures¹⁵ ou outros títulos tradicionalmente negociados;
2. também como no Folhainvest, apenas as ações disponíveis na simulação estão disponíveis para negociação;
3. o mercado simulado é fictício, com empresas, cotações e quantidades de ações independentes das existentes na Bovespa;
4. as ações são negociadas ininterruptamente, não havendo um horário específico para o pregão ou um pregão noturno;
5. as ordens de compra e de venda que excederem os recursos em caixa ou a quantidade de ações disponíveis na carteira do participante são executadas até o limite disponível no momento da transação;
6. não são representados proventos, dividendos, bonificações, juros sobre capital próprio ou qualquer outra forma de remuneração por parte das empresas;
7. não é representada a cobrança de taxas de qualquer espécie sobre as operações ou sobre o patrimônio dos participantes;
8. não foram implementados o recurso de comunicação ou a criação de grupos de investimento entre os participantes; e

15 Títulos emitidos por uma sociedade anônima para captar recursos, visando investimento ou financiamento de capital de giro, com prazo de resgate normalmente superior a um ano. Ao contrário das ações que são títulos de propriedade da empresa emissora, as debêntures são apenas títulos de crédito e garantem ao investidor um rendimento sobre o valor investido.

9. como no Folhainvest, não é representada a negociação de papéis entre os participantes, quando um participante compra ou vende um título, ele negocia com “o mercado” e não com um outro participante especificamente.

Dentre as simplificações listadas, a terceira permite o uso de situações específicas, controladas pelo animador e independentes das condições existentes no mercado real.

A última simplificação listada acima refere-se à representação do mercado secundário. Segundo Serra (1997), mercado primário refere-se às aplicações diretas nas atividades produtivas, a compra de títulos ofertados por uma empresa que expande seu capital. Já o mercado secundário refere-se às transferências de direitos sobre esses títulos entre os investidores. Como essas negociações são sempre intermediadas por corretoras de valores, os investidores nem sempre conhecem os verdadeiros compradores ou vendedores de suas ações.

O Folhainvest implementa o envio de mensagens pessoais entre os participantes, permitindo que combinem estratégias de investimento, mas não permite a negociação direta entre eles. É possível ainda, a criação de grupos de investimento, com os participantes competindo entre si.

O Simulador de Ações não provê o envio de mensagens ou a criação de grupos de investimento, mas repete a forma de negociação, com os participantes não negociando diretamente com outros participantes. Enquanto no mercado real é possível a negociação direta entre dois investidores, em ambos os jogos analisados, Folhainvest e Simulador de Ações, cada participante negocia com “o mercado” – uma figura indistinta que representa o conjunto de todos os demais participantes.

Uma vez que não há negociação direta entre os participantes, o preço de uma ação em uma negociação é a sua cotação naquele momento, determinada pelo fluxo de oferta e procura, que estabelecem seu preço justo.

Como no mercado real, a valorização ou desvalorização de uma ação são influenciadas por sua oferta e sua procura, relacionadas ao comportamento histórico dos preços e principalmente às perspectivas futuras de desempenho da empresa emissora da ação. Tais perspectivas podem ser influenciadas por informações que possam afetar seu desempenho, como notícias sobre o mercado no qual a empresa atua, divulgação do balanço da empresa,

anúncios de fusão de companhias, mudanças tecnológicas entre outras. Entretanto, como o mercado representado é independente do mercado real, as informações fornecidas também serão fictícias devendo ser repassadas aos participantes pelo animador durante a simulação.

A despeito de ser gratuito, e reproduzir com bastante fidelidade a realidade, o Folhainvest limita-se a apenas um modelo, o mercado de capitais, enquanto o objetivo deste trabalho é propor uma infraestrutura que permita o uso de outros modelos de acordo com as necessidades das instituições de ensino. Observe-se, porém, que esta infraestrutura não pretende substituir os jogos empresariais já existentes, mas servir como um mecanismo de apoio ao ensino, uma alternativa de baixo custo oferecida pelas instituições aos seus alunos enquanto estes aguardam uma oportunidade de acesso a jogos mais complexos.

Por ser apenas um protótipo para teste de viabilidade, o Simulador de Ações dispõe de menos opções de jogo, com um nível de complexidade inferior ao oferecido pelo Folhainvest, sendo recomendado para jogadores individuais, o que não impede seu funcionamento com equipes, se o animador desejar estimular esse tipo de interação entre os participantes. Nesse caso, cada equipe de jogadores representa um único investidor e seus investimentos são resultado de decisões consensuais da equipe.

Considerando as observações de Lacruz (2004) quanto ao baixo custo individual para os participantes, inclusive os exemplos de jogos semelhantes identificados no [Quadro 3](#), optou-se por projetar o Simulador de Ações como um jogo empresarial *web*, para facilitar o acesso do animador e dos jogadores.

Comportando-se como uma aplicação *web* comum, o Simulador de Ações é acessível usando um navegador *web* direcionado para um endereço *web* tradicional, previamente determinado pelo animador. Por ser uma aplicação *web* com acesso remoto e execução ininterrupta, a localização física da máquina onde estará instalado é transparente, assim como as localizações físicas do animador e dos jogadores.

Apesar da praticidade do acesso remoto, em uma partida com dez jogadores na mesma sala, durante uma apresentação em um centro de pesquisas de uma instituição de ensino superior (IES) privada, observou-se que os comentários dos jogadores às flutuações das cotações estimulavam a participação dos demais, criando um clima de competição saudável entre eles. Recomenda-se, portanto, que se realizem pelo menos algumas partidas com a presença de vários jogadores, para estimulá-los.

Ao contrário de outros jogos, em que é necessário o uso de aplicativos auxiliares, como planilhas de cálculo, o infraestrutura ora descrita permite que os usuários desempenhem seus papéis usando o próprio Simulador de Ações, facilitando a implantação de jogos semelhantes em instituições com diferentes sistemas operacionais. O modelo também foi planejado para instalação em servidores localizados nas dependências das instituições de ensino. No entanto, se uma instituição não desejar ou não puder arcar com os custos de manter um servidor funcionando ininterruptamente, pode optar em instalá-lo em um provedor de hospedagem *web* (*web hosting*).

De acordo com os critérios estabelecidos por Carniel¹⁶, o Simulador de Ações pode ser classificado, quanto ao ambiente de execução, como um jogo de segunda classe, uma vez que é ambientado na internet, com acesso a participantes não necessariamente relacionados, desde que estes obedeçam às regras estipuladas.

Por outro lado, segundo os critérios mais detalhados apresentados por Lacruz¹⁷, pode ser classificado simultaneamente como:

- computadorizado – todos os cálculos são feitos pelo computador, dispensando o uso de outros aplicativos;
- funcional – focaliza o setor financeiro da empresa, especificamente a gestão de investimentos;
- interativo – as transações feitas por cada empresa influem no valor das ações, afetando as decisões das demais;
- financeiro – novamente, por focalizar os investimentos da empresa; e
- em tempo real – para efeito de classificação, a pequena demora entre o envio de cada pedido de compra ou de venda e seu processamento, cerca de cinco segundos, pode ser considerada desprezível.

Observa-se, contudo, que essas classificações variarão de acordo com as características de cada jogo empresarial executado sob o modelo tecnológico proposto neste trabalho.

16 Para maiores detalhes, ver capítulo 3, seção 3.2.3, na página 24.

17 Para maiores detalhes, ver capítulo 3, seção 3.2.3, na página 24.

4.3.2 Documentação resultante da análise

O Simulador de Ações foi desenvolvido por meio de orientação a objetos¹⁸, no intuito de facilitar adaptações futuras, como ocorreria com um produto comercial, gerando, durante a análise, alguns diagramas em Linguagem de Modelagem Unificada¹⁹ (UML). No entanto, devido ao caráter de demonstração, foram gerados apenas o Diagrama de Casos de Uso, com sua respectiva documentação, e o Diagrama de Classes.

O Diagrama de Casos de Uso (Figura 3) reproduz o comportamento geral da aplicação, permitindo uma visão geral de seu escopo e das funções desempenhadas pelos dois perfis de usuários (cada um representado por um “ator”), acessadas pelas opções constantes no menu superior detalhado na seção anterior e as relações entre elas.

18 Paradigma de desenvolvimento de sistemas de *software* baseado na criação e interação de diversas representações discretas da realidade, chamadas objetos (FALBO, 2002, p. 34). Considera que o mundo é formado de objetos e desenvolver um sistema é apenas criar uma simulação desses objetos e de seu comportamento.

19 *Unified Modeling Language*, em inglês. Uma linguagem de modelagem visual usada atualmente como padrão para especificar e documentar aplicações orientadas a objetos.

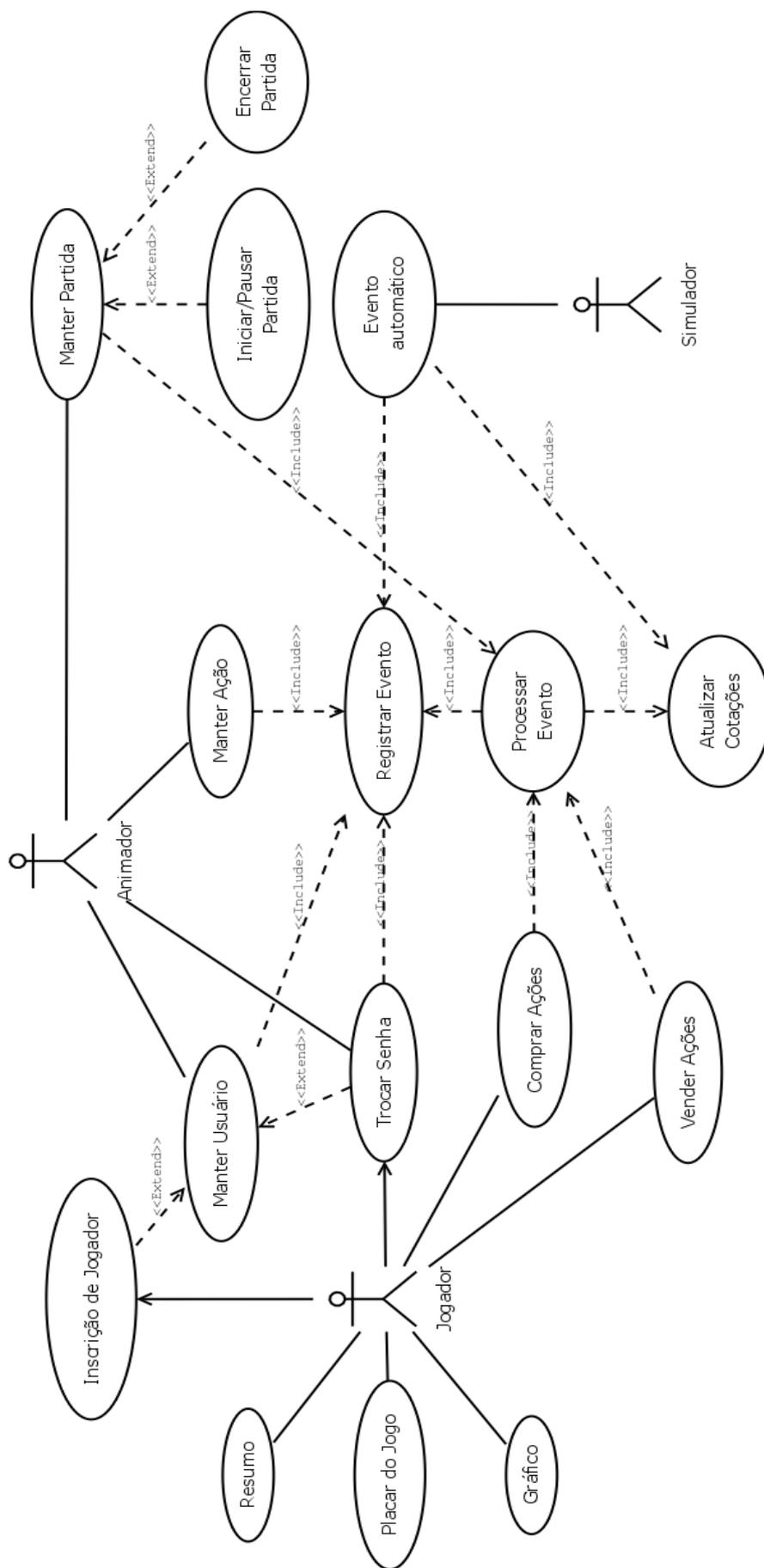


Figura 3 – Diagrama de Casos de Uso do Simulador de Ações
 Fonte: O autor.

A fim de detalhar o diagrama apresentado na **Figura 3**, as tabelas constantes no Apêndice B documentam, em linhas gerais, cada um dos casos de uso identificados, listando para cada um:

- os atores envolvidos (Jogador, Animador ou Simulador);
- as ações desempenhadas pelos atores e pelo sistema durante sua execução;
- os parâmetros a serem fornecidos; e
- as restrições e validações necessárias.

Enquanto o Diagrama de Casos de Uso apresenta as funções contempladas pelo sistema, o Diagrama de Classes (**Figura 4**) enfoca as classes que o compõem, detalhando seus respectivos atributos e métodos, e apresentando as associações existentes entre elas.

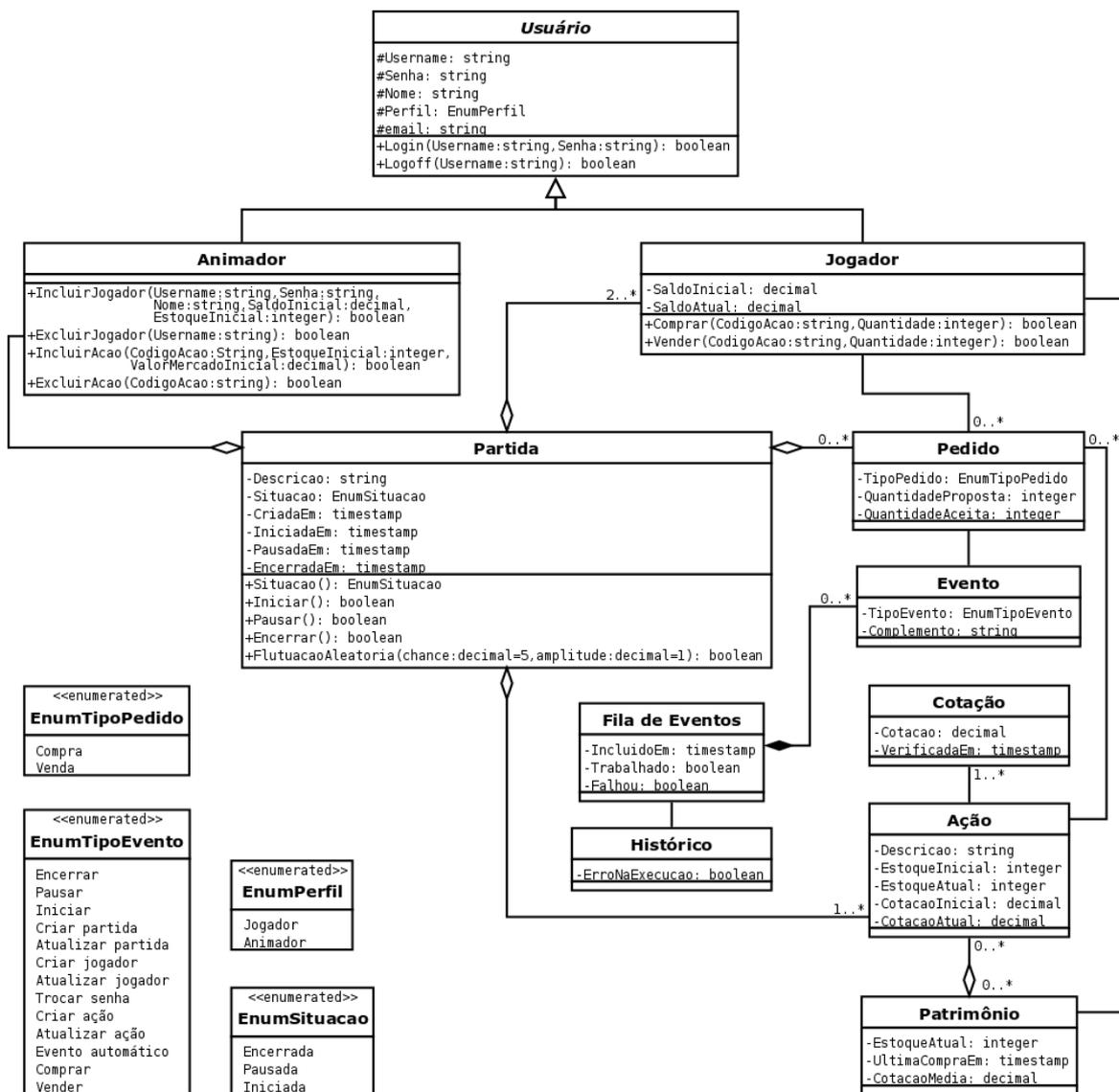


Figura 4 – Diagrama de Classes do Simulador de Ações
 Fonte: O autor.

Observa-se que a classe Usuário possui duas especializações que herdam seus atributos e métodos, as classes Jogador e Animador, cada uma com papéis diferentes na aplicação: enquanto a classe Jogador possui atributos e métodos voltados para a compra e venda de ações, a classe Animador apresenta métodos voltados para a manutenção de jogadores e ações existentes na partida.

4.3.3 Dimensionamento do protótipo

A fim de auxiliar o gerenciamento e considerações relativas à relação custo/benefício, o protótipo foi mensurado por meio da Análise de Pontos de Função, uma métrica muito usada para este fim. Entretanto, como a infraestrutura tecnológica representa uma grande parcela neste trabalho, além da tradicional métrica Análise de Pontos de Função (FPA)²⁰, optou-se por usar também a métrica Análise de Pontos de Função Estendida (XFPA)²¹, que aborda características tecnológicas e ambientais com grande influência no esforço de desenvolvimento mas que não estão presentes em outras métricas, inclusive a FPA (SOUSA, 2006).

A XFPA leva em consideração fatores como:

- montagem do ambiente de desenvolvimento;
- integração entre os seus diversos componentes;
- experiência prévia nas tecnologias utilizadas; e
- atuação à distância.

Assim, o Apêndice C detalha o Cálculo de Pontos de Função Não Ajustados, enquanto o Apêndice D apresenta uma tabela contendo as Características Gerais do Sistema a serem usadas para o ajuste.

Para demonstrar as mudanças decorrentes de novos requisitos surgidos durante o projeto, as métricas foram usadas durante a análise do modelo e revisadas após a implementação, durante os testes do protótipo. Os resultados da aplicação das métricas, comparados com os dados reais aproximados, estão organizados no [Quadro 4](#).

²⁰ *Function Point Analysis*, em inglês.

²¹ *Extended Function Point Analysis*, em inglês.

Os cálculos das projeções de esforço e de custo dependem da produtividade e do valor médio das horas dos profissionais envolvidos no desenvolvimento da aplicação. Como houve o envolvimento de apenas um profissional, o autor deste trabalho, não houve dados suficientes para um cálculo confiável.

Entretanto, para propiciar uma análise por estimativa, foram calculadas as projeções de esforço e prazo, considerando os dados sobre produtividade sintetizados por Sousa (2006) e uma jornada de trabalho de oito horas diárias.

Quadro 4 – Cálculo de Pontos de Função

Medidas	Fase de análise		Fase de testes		Observado
	FPA	XFPA	FPA	XFPA	
Pontos de função ajustados	107,16	92,80	123,14	111,87	–
Esforço (horas)	857,28	742,40	985,12	894,96	920,00
Prazo (dias)	108,00	93,00	124,00	112,00	115,00

Fonte: O autor.

No [Quadro 4](#), há uma variação entre as estimativas de esforço de ambas as métricas, com valores maiores para a fase de testes. Essa diferença deve-se a imprevistos profissionais durante este trabalho e ao surgimento de novos requisitos durante a construção do protótipo. As mudanças nos requisitos também explicam a maior proximidade das estimativas de esforço obtidas pela aplicação da métrica XFPA, após a implementação do protótipo, durante a fase de testes.

Seria interessante uma comparação com os resultados das aplicações das métricas ao Folhainvest, ponto de partida de alguns dos requisitos do Simulador de Ações. Infelizmente, essa comparação foi prejudicada pela impossibilidade de obter informações técnicas mais detalhadas daquele produto.

4.3.4 Interface com o usuário

A interface do Simulador de Ações foi projetada tendo em vista a boa aparência. Uma vez que é um protótipo, sua interface é simples, entretanto busca a uniformidade de opções e expressões a fim de facilitar o uso, como ocorreria com um produto comercial. Tentou-se também reproduzir a atmosfera lúdica presente em jogos, economizando porém em animações e figuras que pudessem aumentar muito o tamanho das páginas da aplicação.

Ao acessar a aplicação, o usuário defronta-se com uma tela de boas vindas (Figura 5) descrevendo, sucintamente, o objetivo do jogo e orientando como solicitar a inscrição.

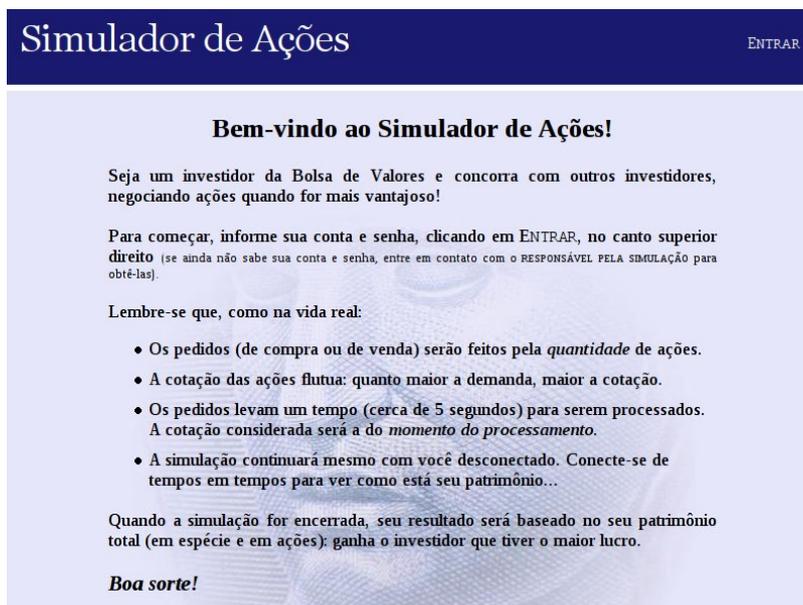


Figura 5 – Tela de apresentação do Simulador de Ações
Fonte: <<http://simulador.jlcarneiro.com/>>.

Já em sua primeira versão, o Simulador de Ações permite a execução simultânea de vários jogos (aqui denominados partidas), com jogadores, ações e cotações distintos. Cada jogador é associado a um determinado jogo durante sua inscrição, iniciada pelo candidato a jogador por meio de uma mensagem eletrônica, enviada ao animador do jogo, contendo seu nome e o endereço de correio eletrônico em que deseja receber mensagens relativas ao jogo. O animador, se aprovar o candidato, faz sua inscrição na própria interface do jogo e envia-lhe, como resposta, o nome de usuário (*username*) e uma senha inicial, junto com a recomendação para alterá-la em seu primeiro acesso.

Para representar medidas de segurança necessárias à confiabilidade de um jogo em ambiente acadêmico, as senhas foram armazenadas criptografadas. Optou-se pelo algoritmo *Message-Digest Algorithm 5* (MD5), considerado frágil do ponto de vista de segurança (WANG; YU, 2005), apenas para demonstrar a possibilidade de uso de algoritmos mais robustos, em uma situação envolvendo informações sensíveis, informações cuja divulgação não autorizada possa causar prejuízos ou afetar a privacidade da organização ou de um indivíduo.

Há dois perfis de usuários no Simulador de Ações: jogador e animador. O perfil é determinado durante a criação do usuário, toda vez que este se identificar por meio de sua

senha pessoal, terá acesso à opção de troca de senha e ao conjunto de opções do perfil a que pertence.

O jogador tem acesso a um resumo de seu patrimônio no jogo, à negociação (compra e venda) de ações, gráficos com a evolução das ações e a um placar para comparar seu desempenho com o desempenho dos demais jogadores.

Por sua vez, o animador é responsável pela coordenação do jogo e pela administração da aplicação. Além de acesso aos gráficos com a evolução das ações e ao placar com o desempenho dos jogadores, o animador tem à sua disposição as seguintes opções exclusivas:

- Partidas – permite criar, alterar, iniciar, suspender ou encerrar cada uma das partidas;
- Usuários – permite cadastrar e associar jogadores a uma partida;
- Ações – permite a inclusão e alteração das ações em cada partida. O animador tem acesso direto às cotações das ações, podendo alterá-las de forma a representar eventos inesperados como crises de mercado ou oportunidades de negócio; e
- Extras – funções de uso exclusivo do administrador da aplicação durante o desenvolvimento do protótipo, usadas para depuração de erros (*debugging*), como exibição dos dados relativos ao jogo, encerramento forçado do processador de eventos e exibição do histórico de execuções.

A [Figura 6](#) representa o momento em que o animador prepara-se para pausar uma partida. É possível observar que a existência de quatro jogos, um dos quais já foi encerrado, um em execução e dois pausados.



Figura 6 – Tela de manutenção de partidas do Simulador de Ações
 Fonte: <<http://simulador.jlcarneiro.com/>>.

A Figura 7 representa o momento em que o animador inclui um novo jogador, com as informações necessárias preenchidas. Na listagem de usuários já cadastrados, é possível identificar o animador e vários jogadores, com alguns dados sobre sua situação financeira.

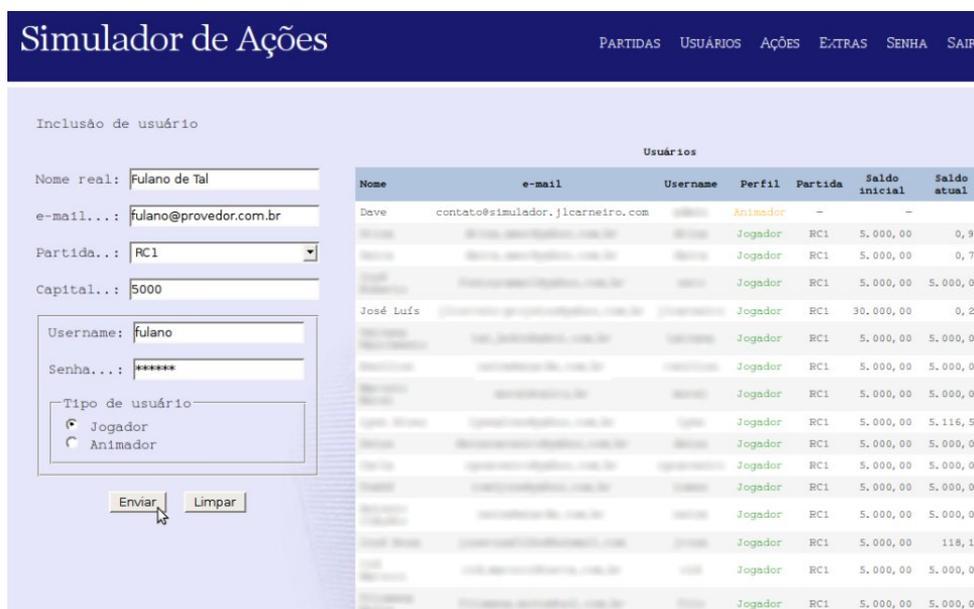


Figura 7 – Tela de inclusão de usuários do Simulador de Ações
 Fonte: <<http://simulador.jlcarneiro.com/>>.

O momento em que o animador inclui uma nova ação é reproduzido na Figura 8. Como na inclusão de usuários, alguns dados, no caso, a cotação das ações existentes, são apresentados durante a inclusão e alteração de ações.



Figura 8 – Tela de inclusão de ações do Simulador de Ações
 Fonte: <<http://simulador.jlcarneiro.com/>>.

Há três telas exclusivas do jogador: a tela com o resumo patrimonial do jogador e as telas de negociação (compra e venda) de ações. A tela de resumo, reproduzida na Figura 9, é apresentada ao jogador assim que este se identifica para a aplicação, mas pode ser acessada sempre que necessário, por meio da opção correspondente no menu superior.



Figura 9 – Tela de resumo do jogador do Simulador de Ações
 Fonte: <<http://simulador.jlcarneiro.com/>>.

A fim de auxiliar a tomada de decisão do jogador, são apresentadas:

- as cotações atuais das ações;

- a sua carteira de ações, informando o valor médio das ações que possui e comparado com a cotação atual; e
- os seus últimos pedidos de compra e venda de ações, destacando aqueles que precisaram de ajustes, por insuficiência de capital ou de ações em sua carteira.

Para comprar ou vender ações, o jogador deve escolher a opção correspondente no menu superior. Em ambos os casos, ele será apresentado a uma tela (Figura 10) informando seu saldo atual, as cotações atuais das ações e as ações constantes em sua carteira pessoal.

Simulador de Ações COMPRA VENDA GRÁFICOS RESUMO PLACAR SENHA SAIR

José Luís, seu saldo é R\$0,27.

Ação a VENDER.:

Quantidade... :

Carteira de ações

Título	Quantidade	Última compra	Valor médio	Cotação atual	Valor de mercado
BB	20.000	18/07/08 01:43	1,6020	1,5953	31.906,20
Petrobrás	10.000	13/07/08 00:07	0,6792	0,7184	7.183,65
Embratel	6.624	18/07/08 01:43	4,1558	4,1509	27.495,63
DirecTV	5.000	09/07/08 12:26	1,4095	1,4404	7.201,85
Total em ações:					73.787,33

Cotações

Título	Cotacao
BB	1,5953
Petrobrás	0,7184
Embratel	4,1509
DirecTV	1,4404

Figura 10 – Tela de venda de ações do Simulador de Ações
 Fonte: <<http://simulador.jlcarneiro.com/>>.

A pedido de alguns jogadores, foram acrescentados, como apoio à tomada de decisão, gráficos com a evolução das ações disponíveis no jogo, observados na Figura 11.



Figura 11 – Gráficos das ações do Simulador de Ações
 Fonte: <<http://simulador.jlcarneiro.com/>>.

Ao constatar que o desempenho dos demais jogadores estimulava a participação, optou-se por apresentar um placar comparando o desempenho jogadores. Esse placar, reproduzido na Figura 12, traz a colocação de cada jogador e o seu desempenho, descrito como a relação entre seu patrimônio atual e o dinheiro de que dispunha no início do jogo. O placar e os gráficos da evolução das ações estão disponíveis também para o animador.



Figura 12 – Placar do Simulador de Ações
 Fonte: <<http://simulador.jlcarneiro.com/>>.

O funcionamento do Simulador de Ações baseia-se em uma Fila de Eventos com execução ininterrupta, onde eventos são inseridos e ficam aguardando processamento. Entende-se

por evento, cada fenômeno ocorrido na aplicação que demande uma resposta, sejam eles pedidos de compra e venda, enviados pelos jogadores ou pedidos de encerramento da partida, enviados pelo animador.

A Fila de Eventos é verificada a cada cinco segundos, intervalo configurável pelo animador, quando o próximo evento não trabalhado é selecionado e avaliado. Eventos disparados pelo animador são sempre executados, enquanto eventos disparados por jogadores são executados apenas se a respectiva partida estiver Iniciada.

Depois dos ajustes necessários, a transação correspondente é executada e o evento, após receber a informação do sucesso da transação, é marcado como Trabalhado, para prevenir múltiplas execuções. Esse algoritmo permite que várias partidas, com seus respectivos jogadores e ações, sejam executadas simultaneamente sem sobrecarregar o processamento além de facilitar a manutenção de um Histórico, o conjunto de todos os eventos já processados da Fila de Eventos.

O uso da Fila de Eventos também permite a execução de Eventos Automáticos, ordens especiais, incluídos na Fila de Eventos pela própria aplicação, para execução imediata ou disparada por ou programados para execução posterior.

Os Eventos Automáticos foram concebidos com o objetivo de reproduzir as oscilações ocorridas no mercado real decorrentes de fatos inesperados, inserindo alguma incerteza na simulação. Porém, na versão atual do Simulador de Ações, encontram-se implementados diretamente no código-fonte, com sua execução determinada unicamente pelo critério da probabilidade. Seu funcionamento obedece às seguintes regras:

- a cada iteração sem pedidos de compra ou venda para processar, há uma probabilidade, sujeita a alteração pelo animador, de 5% de ocorrer um Evento Automático; e
- iniciado um Evento Automático, cada ação tem 50% de chance de ser afetada, uma vez que, no mundo real, os eventos que impactam no mercado nem sempre afetam todas as ações.

Essas duas regras são implementadas pelo algoritmo descrito (em pseudocódigo e em português estruturado) Apêndice E. Caso uma ação seja afetada, sua cotação variará um percentual, compreendido entre limites também definidos pelo animador. Independente das configurações do animador, a cotação nunca deverá ser inferior a R\$0,0001 (um décimo de

milésimo de real), um valor pequeno o suficiente para ser considerado desprezível, mas ainda maior do que zero, para evitar erros de divisão por zero.

A função usada pelo algoritmo para gerar a oscilação nas cotações teve duas versões, ambas construídas de forma a gerar oscilações com uma amplitude de 0,2% nas cotações das ações. A versão aplicada inicialmente (Equação 1) visava gerar um pequeno crescimento a longo prazo, uma vez que as oscilações variaram de uma redução de 0,05% a um acréscimo de 0,15%.

$$f(x) = x \cdot \left[\alpha \cdot \left(\frac{\beta}{50} \right) + \left(1 - \frac{\beta}{200} \right) \right] \quad (1)$$

Onde:

x é a cotação atual da ação;

α é um número aleatório entre 0 e 1, calculado pela função rand() do MySQL ou do PHP; e

β é a amplitude definida para o Simulador de Ações, por padrão, $\beta = 1$.

As cotações geradas pela versão descrita na Equação 1, resultaram inicialmente em um gráfico semelhante aos gráficos de ações reais (Figura 13):

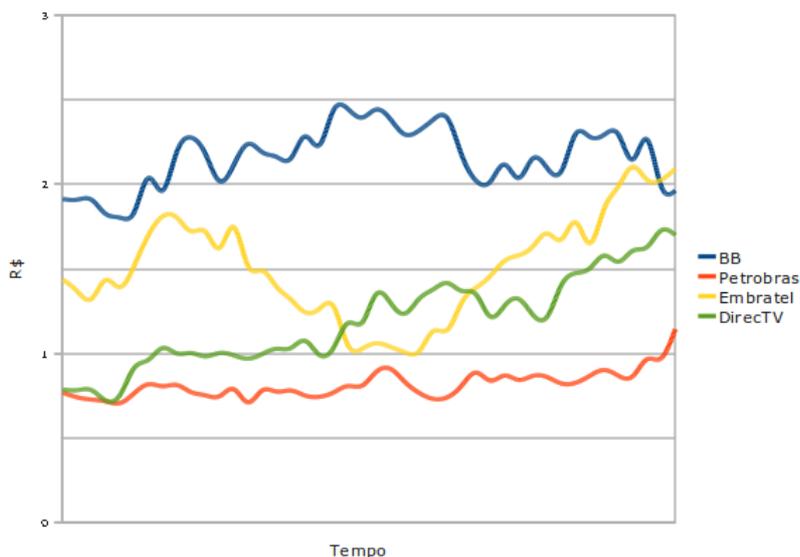


Figura 13 – Evolução das cotações fictícias usando a função com crescimento
Fonte: O autor.

Entretanto, sua taxa de crescimento mostrou-se inesperadamente alta, alcançando, em apenas 63 dias, cotações acima de R\$100,00, como pode ser constatado na Figura 14:

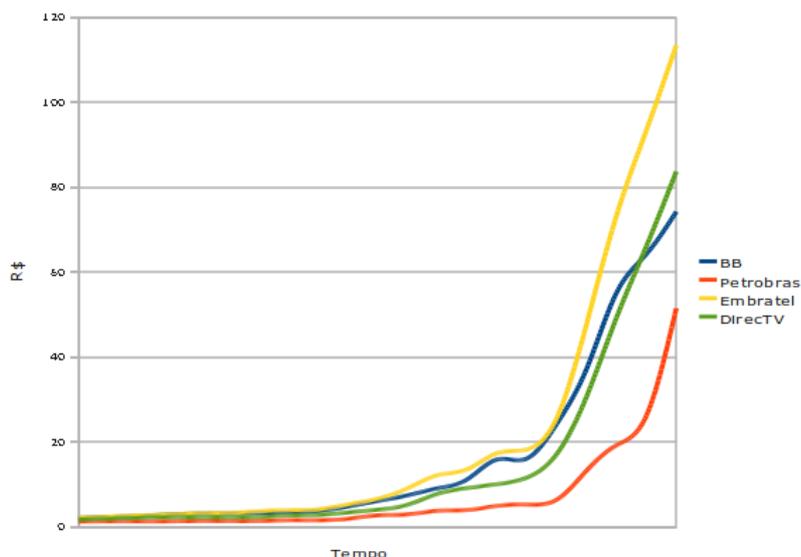


Figura 14 – Crescimento acelerado das cotações fictícias (de 25/09/2007 a 27/11/2007)
Fonte: O autor.

Uma vez detectado esse crescimento anômalo, a função foi alterada para a versão descrita na Equação 2, em que as oscilações variam de uma redução de 0,1% a um acréscimo também de 0,1%, o que deveria levar a uma oscilação discreta e com pouco crescimento.

$$f(x) = x \cdot \left[\alpha \cdot \left(\frac{\beta}{50} \right) + \left(1 - \frac{\beta}{100} \right) \right] \quad (2)$$

Onde:

x é a cotação atual da ação;

α é um número aleatório entre 0 e 1, calculado pela função rand() do MySQL ou do PHP; e

β é a amplitude definida para o Simulador de Ações, por padrão, $\beta = 1$.

Ao contrário do esperado, observou-se, a partir desse momento, um comportamento mais próximo do esperado para as cotações das ações, apesar de apresentarem uma tendência declinante. É interessante observar que uma das ações, denominada ficticiosamente “Embratel”, apresentava, quando da implementação da Equação 2, um valor mais elevado que as demais. Essa diferença deveu-se a tentativas de especulação, semelhantes às existentes no mundo real, por parte de alguns jogadores:

- os especuladores compravam um grande volume de ações, gerando um movimento ascendente;
- outros jogadores compravam as mesmas ações, tentando aproveitar a alta repentina;
- nesse ponto, os especuladores realizavam o lucro vendendo as ações;

- a cotação iniciava uma queda, agravada pela venda dos demais jogadores, receosos do possível prejuízo; e
- quando a cotação baixava em virtude do grande volume de vendas, os especuladores compravam novo conjunto de ações, reiniciando o ciclo.

Contudo, após um mês de execução ininterrupta, esse quadro se reverteu, e as ações passaram a apresentar comportamento semelhante, como pode ser observado na [Figura 15](#):

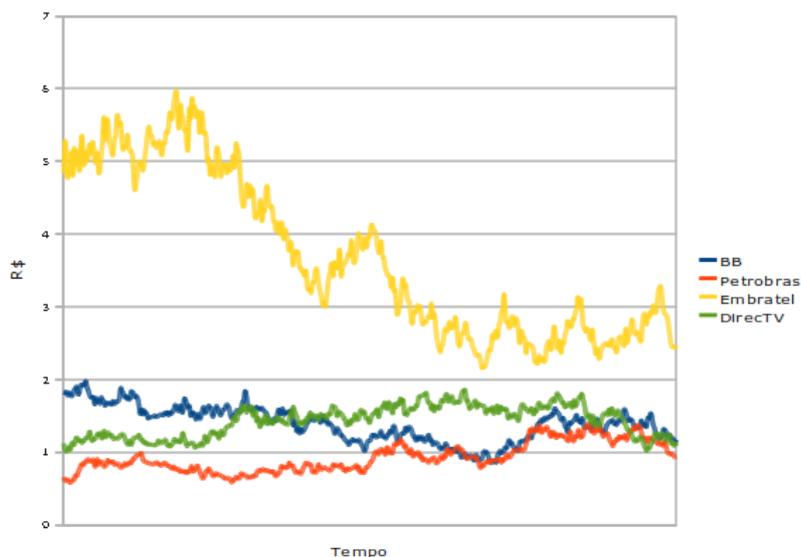


Figura 15 – Evolução das cotações fictícias usando a função sem crescimento
Fonte: O autor.

Apesar de demasiado simples para reproduzir o comportamento das ações no mundo real, as equações adotadas mostraram-se satisfatórias para o protótipo de uma aplicação cujo objetivo é dar aos alunos acesso a um jogo empresarial.

O projeto inicial prevê que as próximas versões do Simulador de Ações incluam um conjunto de regras simples, construídas pelo animador através de interface gráfica, a fim de dispensar o conhecimento de comandos específicos. Uma vez implementado esse módulo, o animador poderá definir parâmetros que disparem a execução dos eventos, dando-lhe um maior controle sobre as cotações e, conseqüentemente, sobre a simulação.

Descrição da infraestrutura adotada

Pela sua capacidade de representar a realidade, os jogos são bons meios para integrar ensinamentos teóricos à prática. Atualmente, em função dos avanços em computação, os jogos empresariais baseiam-se em modelos mais complexos, reproduzindo, em detalhes, a realidade desejada (RABENSCHLAG, 2005). Apresentam interfaces amigáveis, muitas vezes usando gráficos como meio de sintetizar as informações gerenciais necessárias para as decisões dos participantes, e muitos cursos, senão todos, seriam beneficiados com ferramentas semelhantes de apoio ao ensino. Porém, por um conjunto de razões, isso não ocorre. Como salientaram Olivier e Rosas (2004):

No entanto, os jogos disponíveis não se mostram tão acessíveis às instituições. As Universidades Federais por falta de verba e trâmite burocrático têm insistentemente relegado tais meios auxiliares a um segundo plano. As particulares porque o custo para um só curso mostra-se inviável face à obsolescência do próprio jogo. (OLIVIER; ROSAS, 2004, p. 2)

A despeito das dificuldades, há algumas iniciativas bem sucedidas nessa área, listadas no [Quadro 3](#). Entretanto, essas iniciativas são projetadas para um grande número de participantes, o que encarece a implementação e limita a oferta. Uma infraestrutura de baixo custo para tais jogos empresariais, voltada para volumes mais modestos de participantes, permitiria que mais instituições os aplicassem.

Também é desejável que a infraestrutura possibilite a participação de jogadores geograficamente separados, com horários flexíveis e tenha uma interface já conhecida, que exija pouco treinamento para ser usada, requisitos que apontam para uma aplicação *online*. Como o custo foi definido como fator crítico, a aplicação deve exigir o mínimo de alterações na infraestrutura de informática das instituições interessadas.

Partindo desse raciocínio, este capítulo descreve a infraestrutura de baixo custo usada na implementação do Simulador de Ações, protótipo de um jogo empresarial *online* desenvolvido para validá-la. Cada aspecto da estrutura é descrito sucintamente, a fim de esclarecer o significado dos termos técnicos, e em seguida a opção mais adequada ao projeto é apresentada, justificando-se as escolhas feitas.

5.1 Arquiteturas de rede

Uma aplicação *online* é aquela que opera em uma rede de computadores. Por sua vez, uma rede de computadores pode ser definida como um conjunto de computadores autônomos interconectados por meio de uma tecnologia comum, de forma a permitir a troca de dados entre eles (TANENBAUM, 2003a).

Quando uma aplicação é desenvolvida para funcionar via rede, pode-se optar, entre algumas arquiteturas ou padrões de distribuição. Dentre elas, destacam-se três: terminal-computador central (*mainframe*), cliente/servidor (*client/server*) e ponto-a-ponto (*peer-to-peer*).

A Figura 16 traz uma representação simplificada dessas arquiteturas:

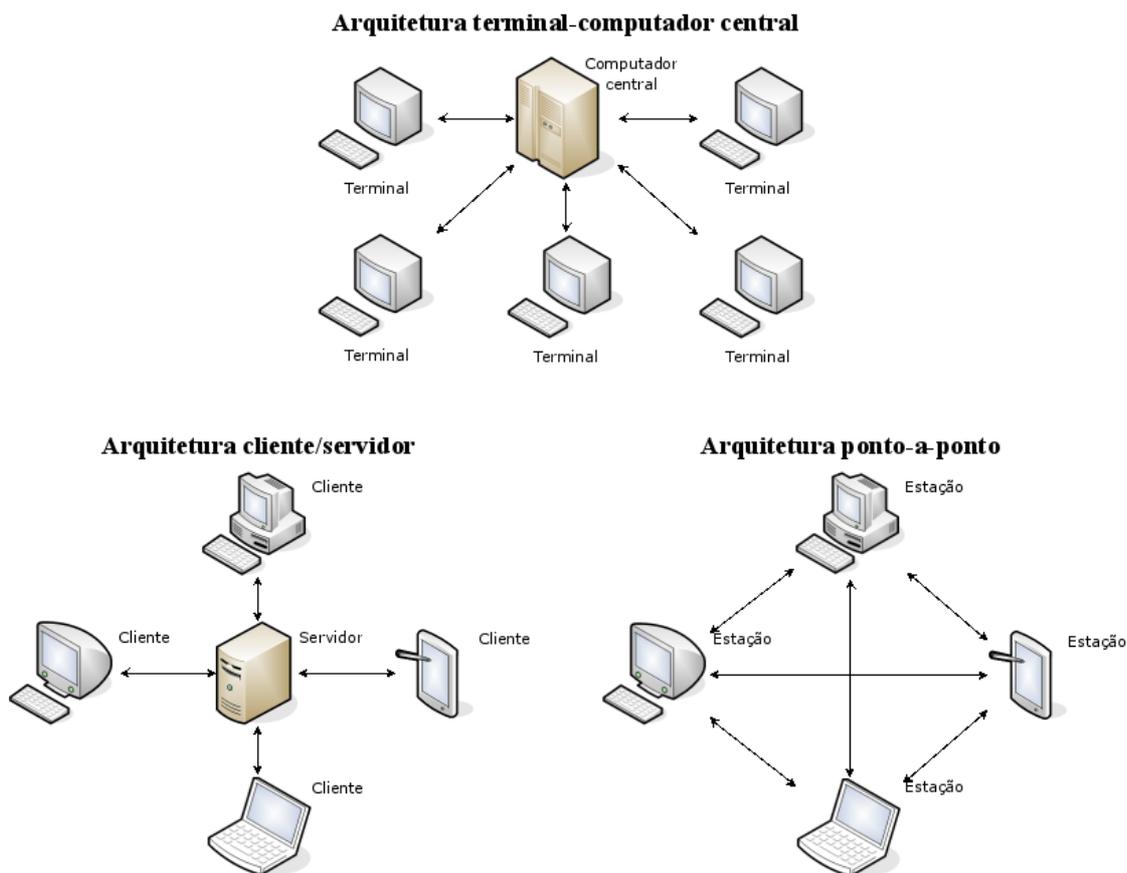


Figura 16 – Arquiteturas terminal-computador central, cliente/servidor e ponto-a-ponto
 Fonte: O autor.

5.1.1 *Terminal-computador central (mainframe)*

Oriunda de uma época em que computadores eram raros e caros, a arquitetura terminal-computador central concentra o processamento em um único equipamento, o computador central (*mainframe*), interagindo com os usuários por meio dos terminais, consideravelmente mais simples (FIDELIS, 2003).

A seguir, uma breve descrição dessa arquitetura por Stair e Reynolds (1999):

Nesta arquitetura a aplicação e o banco de dados residem num único computador central e o usuário interage com a aplicação e os dados por meio de um terminal “burro”, ou seja, sem capacidade de processamento. Mesmo usando um computador pessoal para acessar à aplicação [sic], utiliza-se um *software* de emulação que torna o PC análogo a um terminal. Como a estação de trabalho não realiza processamento, todos os cálculos, acesso a dados e formatação, assim como a exibição dos dados, são feitos por uma aplicação que roda no computador central (STAIR; REYNOLDS, 1999, p. 186).

Com controle centralizado, recursos não reutilizáveis, interface pouco amigável com o usuário, ambientes e *softwares* proprietários, manipulados por uma seleta equipe de profissionais, a arquitetura terminal-computador central apresenta custos extremamente elevados (ROCHA, 2002).

5.1.2 *Cliente/servidor (client/server)*

Aproveitando o barateamento dos computadores, ocorrido na segunda metade do século XX, a arquitetura cliente/servidor descentraliza o processamento, distribuindo-o entre algumas máquinas, denominadas servidores, responsáveis pelas atividades subjacentes à aplicação desejada, como o gerenciamento de banco de dados, e outras, com capacidade de processamento local, denominadas clientes, que requisitam esses serviços para atender às necessidades dos usuários (ROCHA, 2002):

No modelo cliente/servidor uma aplicação executando num sistema de computação, chamado de cliente, requisita um serviço de uma outra aplicação executando normalmente em outro sistema de computação, chamado de servidor (MATEUS; LOUREIRO, 1998, p. 128).

Cabe observar que, apesar de os computadores usados pelos usuários finais frequentemente assumirem o papel de clientes, isso não é regra: podem ser considerados clientes quaisquer computadores da rede que enviem requisições de serviços aos servidores. É possível que,

em determinado momento, um computador que geralmente atue como servidor envie uma requisição de serviço a outro servidor, assumindo temporariamente o papel de cliente (MATEUS; LOUREIRO, 1998; ROCHA, 2002; STAIR; REYNOLDS, 1999).

Para maior compreensão do funcionamento da arquitetura cliente/servidor, é interessante estudar o seguinte exemplo de uma transação:

Um usuário inicia um pedido em seu computador pessoal para extrair dados de um banco de dados localizado em algum lugar da rede. Em seguida, o servidor de aplicações recebe a solicitação, determina em qual servidor os dados estão localizados e formata a requisição do usuário numa mensagem que o servidor de banco de dados entenderá. Após receber a mensagem, o servidor de banco de dados extrai, formata o dado requisitado [sic] e os envia ao cliente. Somente são enviados os dados necessários para satisfazer uma consulta específica e, não, [sic] o arquivo inteiro. Com o enfoque cliente/servidor, uma vez que os dados acessados estão no computador do usuário, eles podem ser analisados, manipulados, formatados e exibidos por um programa que roda na estação do trabalho do usuário (STAIR; REYNOLDS, 1999, p. 186).

Uma vez que o processamento é dividido entre os servidores e os clientes, em caso de necessidade, é possível obter uma distribuição mais eficiente do processamento por meio do uso de mais de um servidor, permitindo que estes sejam “computadores de todos os tamanhos” (STAIR; REYNOLDS, 1999, p. 186).

Comparada com a arquitetura terminal-computador central, a arquitetura cliente/servidor obtém uma melhor performance com custo consideravelmente menor. Na opinião de Stair e Reynolds (1999):

A funcionalidade alcançada com a arquitetura cliente/servidor pode exceder a de um minicomputador tradicional ou, até mesmo, de um *mainframe*, com um custo expressivamente menor. Com esta arquitetura, uma poderosa *workstation* [estação de trabalho], de cerca de 25.000 dólares, pode substituir muitas das funções fornecidas por um computador médio, cujo preço pode ultrapassar 100.000 dólares. Além disso, contratos de suporte para *software* e *hardware* de *workstation* são menos onerosos do que os para minicomputadores e *mainframes* (STAIR; REYNOLDS, 1999, p. 186-187).

A despeito da desatualização dos valores, estações de trabalho atuais têm custo bastante inferior ao mencionado, a consideração dos autores continua válida, visto que a arquitetura cliente/servidor permite bons resultados por uma fração do custo de um único equipamento com desempenho equivalente.

5.1.3 Ponto-a-ponto (*peer-to-peer*)

Avançando no conceito de descentralização de processamento, estão as redes com arquitetura ponto-a-ponto. Nelas, cada computador pode exercer as funções de cliente e de servidor, dependendo da necessidade. Não há fixação dos papéis de clientes e de servidores (TANENBAUM, 2003a). Caracterização semelhante é feita por Mateus e Loureiro (1998):

Numa arquitetura par-par (*peer-to-peer*) não existe distinção entre estações que exercem o papel de cliente e estações que exercem o papel de servidor. Idealmente, cada estação tem a funcionalidade completa do cliente e do servidor (MATEUS; LOUREIRO, 1998, p. 131).

As várias máquinas interligadas por essa arquitetura executam a mesma aplicação, trocando dados e dividindo, entre si, a carga do processamento. A divisão do processamento permite configurações mais modestas em cada uma das máquinas, chamadas estações da rede. Assim, aumentos na demanda decorrentes do ingresso de novos usuários são compensados com o acréscimo de novas estações. Por outro lado, para manter a coerência das informações na rede, qualquer mudança em uma estação precisa ser comunicada a todas as demais, o que pode sobrecarregar a rede se o número de estações for grande o suficiente (KOZOVITS; FEIJÓ, 2003).

5.1.4 Reflexões sobre a arquitetura cliente/servidor

Ao contrário da arquitetura ponto-a-ponto, na arquitetura cliente/servidor, os dados ficam armazenados no servidor que, quando requisitado, faz os processamentos necessários e devolve ao cliente apenas a resposta, minimizando o tráfego na rede. Dessa forma, a arquitetura cliente/servidor equilibra a descentralização e o volume de tráfego de rede, obtendo melhor performance, menor custo e maior versatilidade. Além disso, ela suporta conjuntos de equipamentos heterogêneos e é igualmente aplicável quando o cliente e o servidor estão próximos, ou quando estão separados por milhares de quilômetros. Por essas características, tornou-se a arquitetura predominante na internet, onde a máquina de cada internauta faz o papel de cliente ao solicitar páginas e arquivos multimídia a servidores espalhados ao redor do mundo (TANENBAUM, 2003a).

Considerando essas características, é possível apontar a arquitetura cliente/servidor como mais adequada para o desenvolvimento de jogos empresariais porque:

- distribui a carga de processamento entre diversas máquinas, permitindo configurações mais modestas;
- não gera um grande tráfego de rede, o que poderia comprometer o desempenho ou o custo; e
- mantém a coerência entre as informações apresentadas aos jogadores, fundamental para os jogos empresariais em virtude do seu aspecto sequencial

5.2 Desenvolvimento para a arquitetura cliente/servidor

As aplicações desenvolvidas para a arquitetura cliente/servidor têm o seu desenvolvimento baseado no mesmo princípio de divisão em partes distintas. Nessas aplicações, cada uma das partes distintas é chamada de camada e representa um conjunto de funcionalidades segregado do restante da aplicação. É uma segregação lógica, sendo indiferente se as camadas estão localizadas no mesmo equipamento ou em equipamentos distintos (SILVA; FUSCO, 2003).

O desenvolvimento de aplicações em camadas suaviza a curva de aprendizado dos usuários por meio da padronização da interface com o usuário, enquanto simplifica o desenvolvimento e a manutenção das aplicações ao segregar logicamente as atividades de linha de frente e as atividades de retaguarda (ROCHA, 2002; STAIR; REYNOLDS, 1999).

Há uma camada responsável pelas atividades de linha de frente (*front-end*), composta pela interface com o usuário, a navegação e a apresentação dos dados da aplicação. Já as atividades de retaguarda (*back-end*), como o gerenciamento do acesso aos dados e a estrutura lógica da aplicação, ficam a cargo de uma ou mais camadas, dependendo do grau de segregação adotado (ROCHA, 2002; SILVA; FUSCO, 2003; STAIR; REYNOLDS, 1999).

5.2.1 *Desenvolvimento em duas camadas*

Em sua forma mais simples, conhecida como aplicação em duas camadas, o lado cliente, ou camada de apresentação, responsabiliza-se pela interface com o usuário enquanto o lado servidor, ou camada de dados, fica responsável pelo controle de acesso aos dados. Através da rede, a camada de apresentação faz requisições à camada de dados que, após processar as requisições, devolve o resultado (ROCHA, 2002; STAIR; REYNOLDS, 1999).

Além da interface com o usuário e do acesso aos dados, as aplicações necessitam de regras que definam seu comportamento e os algoritmos envolvidos. Nas aplicações em duas camadas, essas regras de negócio podem ficar armazenadas no cliente, no servidor ou divididas entre ambos (ROCHA, 2002; SILVA; FUSCO, 2003).

Quando a maior parte das regras de negócio está localizada no servidor, diz-se que a aplicação usa clientes “magros” ou *thin clients*. Quando ocorre o inverso, diz-se que a aplicação usa clientes “gordos” ou *fat clients*. Ao surgir, a arquitetura cliente/servidor baseava-se em aplicações em duas camadas, usando clientes “gordos”, com os dados concentrados no servidor e as regras de negócio integradas à interface do usuário, nos clientes (FIDELIS, 2003; ROCHA, 2002; SILVA; FUSCO, 2003).

Atualmente porém, o uso de clientes “magros” e clientes “gordos” é determinado pelas características das máquinas clientes, como explica Fidelis (2003):

Modelos “cliente magro”, geralmente, são utilizados quando as máquinas clientes não detêm uma capacidade grande de processamento, como no caso dos PDA (*Personal digital assistants*), os quais devido ao seu tamanho reduzido, possuem ainda pouca capacidade de processamento. Todavia, quando os clientes geralmente são Desk-Tops, os quais possuem uma boa capacidade de processamento, os modelos “cliente gordo” geralmente são os empregados (FIDELIS, 2003, p. 6).

A [Figura 17](#) traz uma representação simplificada das aplicações em duas camadas, salientando a diferença entre clientes “magros” e clientes “gordos”:

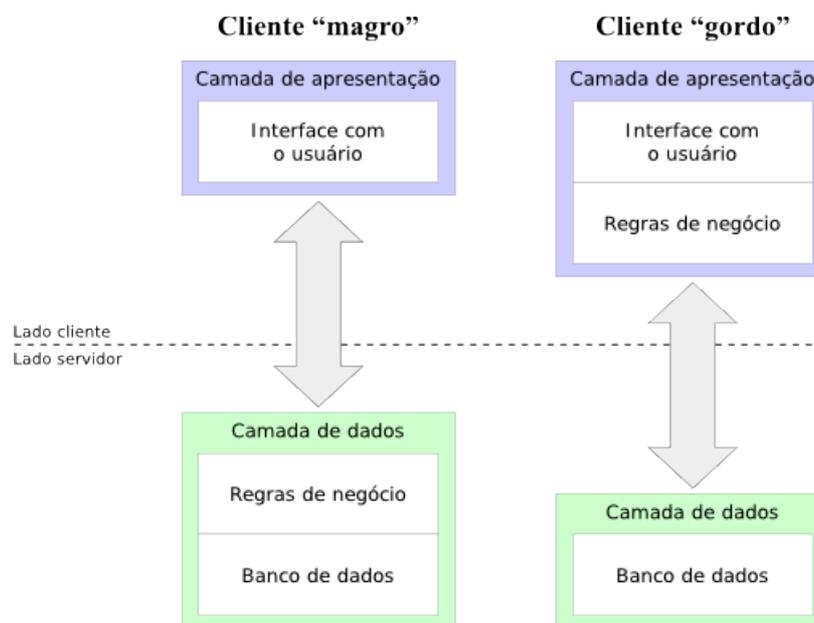


Figura 17 – Aplicações em duas camadas: cliente “magro” e cliente “gordo”
Fonte: Adaptado de Fidelis (2003).

Entretanto, a associação das regras de negócio a qualquer das camadas, nas aplicações em duas camadas, traz limitações: quando associadas à camada de dados, tornam a aplicação dependente da estrutura dos dados com mudanças nessa estrutura implicando em revisões nas regras de negócios; quando associadas à camada de apresentação, tornam a interface dependente das regras de negócio e mudanças nas regras implicam atualizações em todos os clientes, dificultando o gerenciamento, principalmente quando há um grande número de clientes ou estes estão fisicamente distantes (ROCHA, 2002).

5.2.2 Desenvolvimento em múltiplas camadas

Quando há necessidade de atualizações frequentes nas regras de negócio, adotam-se aplicações com três ou mais camadas, chamadas genericamente de aplicações em três camadas ou aplicações multicamadas. A abordagem multicamadas fundamenta-se no paradigma de desenvolvimento orientado a objetos ao usar servidores responsáveis por encapsular as regras de negócio, tornando-as independentes dos demais componentes da aplicação (ROCHA, 2002; STAIR; REYNOLDS, 1999; TANENBAUM, 2003a).

Em outras palavras, nessa abordagem, a camada de apresentação usa o poder de processamento da máquina cliente para identificar as requisições do usuário e apresentá-lhe as respostas do sistema devidamente formatadas, enquanto a camada de negócios aplica

as regras de negócio às entradas do usuário e às respostas do sistema e a camada de dados responsabiliza-se somente pela lógica de manipulação dos dados. Cada uma das camadas interage com as camadas adjacentes, sem necessariamente conhecer detalhes de suas implementações (FIDELIS, 2003; ROCHA, 2002; SILVA; FUSCO, 2003).

A Figura 18 traz uma representação simplificada das aplicações multicamadas, permitindo uma melhor comparação com os esquemas de aplicações em duas camadas, já apresentados na Figura 17:

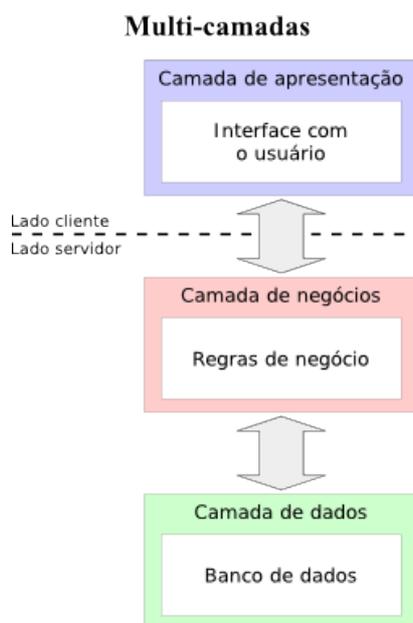


Figura 18 – Representação de uma aplicação multicamadas
Fonte: Adaptado de Fidelis (2003).

Em seu artigo, Rocha (2002) compara as duas abordagens de desenvolvimento de aplicações: em duas camadas e em múltiplas camadas. Entretanto, o quadro resultante dessa comparação apresenta apenas critérios vantajosos para o desenvolvimento em múltiplas camadas, ignorando as desvantagens identificadas pelo autor.

No intuito de comparar, simultaneamente, as vantagens e desvantagens de cada abordagem, uma adaptação desse quadro, apresentando as desvantagens identificadas por Rocha (2002) e enriquecida pelas observações de Silva e Fusco (2003), é reproduzida a seguir:

Quadro 5 – Desenvolvimento em duas camadas e em múltiplas camadas

Crítérios	Duas camadas	Múltiplas camadas
Projeto das camadas	Menor nível de abstração, com regras de negócio integradas à camada de apresentação ou à camada de dados.	Maior nível de abstração, com regras de negócio implementadas em objetos, em uma camada exclusiva.
Complexidade e custo do desenvolvimento	Paradigmas de desenvolvimento tradicionais, necessitando menos investimento em aprendizado.	Deve usar orientação a objetos, necessitando maior investimento em aprendizado e no desenvolvimento.
Encapsulamento de dados e reutilização de objetos	Baixo nível de encapsulamento devido à dependência da estrutura de dados e baixa reutilização devido à distribuição das regras de negócio entre os clientes.	Regras de negócio centralizadas e baseadas em objetos, permitindo um maior nível de encapsulamento e uma maior reutilização.
Escalabilidade (<i>hardware</i>) e Flexibilidade (<i>software</i>)	Limitadas.	Regras de negócio baseadas em objetos, permitindo distribuir a camada de negócios entre diversos servidores.
Integração com sistemas centralizados (<i>mainframes</i>)	Não permite.	Possível através de camadas dedicadas a traduzir as requisições para o <i>mainframe</i> .
Integração em ambientes com bancos de dados heterogêneos	As regras de negócio são dependentes da estrutura dos dados e da comunicação com os bancos de dados.	O objeto responsável por uma determinada transação de negócio pode acessar múltiplos bancos de dados.
Administração e manutenção do sistema	Mais complexa, devido à associação das regras de negócio com a camada de apresentação ou com a camada de dados.	Mais simples devido à independência das regras de negócio, centralizadas em uma única camada. Mudanças nas regras não afetam outras camadas.
Segurança	Pequena, devido à camada cliente manipular dados (se forem usados clientes “gordos”).	Melhor, pelos dados serem manipulados apenas através da camada de negócios.

Fonte: Adaptado de Rocha (2002, p. 27) e Silva e Fusco (2003).

A partir desse quadro comparativo, é possível concluir que o desenvolvimento em múltiplas camadas traz várias vantagens, mas demanda mais recursos durante o desenvolvimento. A adoção de uma das abordagens de desenvolvimento deve se basear em uma análise da relação custo/benefício em cada caso. No caso de jogos empresariais, dependerá das regras de negócio do modelo que se deseja simular: quanto mais complexas ou sujeitas a alterações, mais o jogo se beneficiará do desenvolvimento em múltiplas camadas.

Contudo, como este projeto tem o custo como uma de suas restrições e no intuito de simplificar seu desenvolvimento, a abordagem adotada será o desenvolvimento em duas camadas.

5.2.3 Desenvolvimento de aplicações web

Sistemas distribuídos são aqueles em que computadores independentes parecem ser, para usuários, um único sistema coerente. Um exemplo bem conhecido de sistema distribuído é a *World Wide Web*, ou Teia de Alcance Mundial, na qual tudo tem a aparência de um documento contendo texto, imagens, vídeo ou som, chamado página *web* (TANENBAUM, 2003a, p. 19).

É comum a confusão entre *World Wide Web* e a internet propriamente dita, considerando-se um como sinônimo do outro. Entretanto, cabe esclarecer que apesar de ser o mais popular, a *World Wide Web* é apenas um dos vários serviços disponíveis na internet:

A *World Wide Web* é uma estrutura arquitetônica que permite o acesso a documentos vinculados espalhados por milhões de máquinas na Internet. Em dez anos, ela deixou de ser um meio de distribuição de dados sobre física de alta energia para se tornar a aplicação que milhões de pessoas consideram ser “A Internet”. Sua enorme popularidade se deve à sua interface gráfica colorida, de fácil utilização para principiantes. Além disso, ela oferece uma imensa variedade de informações sobre quase todos os assuntos imagináveis, desde aborígenes até zoologia (TANENBAUM, 2003a, p. 462).

Nos primórdios da *World Wide Web*, todas as páginas *web* eram estáticas, meros documentos com formatação amigável e conteúdo alterado manualmente pelos autores. Gradualmente, surgiram páginas *web* com conteúdo dinâmico, alterado de acordo com requisições feitas pelos usuários. O conjunto de páginas *web* dinâmicas de um sítio, voltado à prestação de um determinado serviço para os usuários, é chamado genericamente de aplicação *web* e se enquadra como aplicação cliente/servidor.

Silva e Fusco (2003) apresentam um exemplo de uma aplicação *web*, baseado em conceitos simples e cotidianos:

Um exemplo bastante elucidativo, por não mergulhar profundamente no cerne da teoria de programação, e de aplicação comum em nossos dias, são as chamadas lojas virtuais, sites [sítios] onde se pode escolher e comprar produtos.

Trata-se de um tipo de programa que pode ser dividido nas seguintes partes (camadas): as páginas em que há interação com o usuário (interface); os algoritmos de cálculo e procedimentos de programação (regras do negócio) e o armazenamento das informações (banco de dados) (SILVA; FUSCO, 2003, p. 3).

A principal diferença das aplicações *web* para as aplicações cliente/servidor tradicionais é o uso de programas especializados em receber, montar e exibir páginas *web*, chamados navegadores *web* ou *web browsers*, como clientes (FIDELIS, 2003).

Nas aplicações *web*, a distinção entre clientes “magros” e clientes “gordos” dá-se pela necessidade de componentes *add-on/plug-in* e execução de *scripts*²² nos navegadores *web* das máquinas clientes. A fim de auxiliar a diferenciação entre aplicações cliente/servidor tradicionais e aplicações *web*, é possível comparar a Figura 17, vista anteriormente, com as representações simplificadas de aplicações *web*, apresentadas na Figura 19:

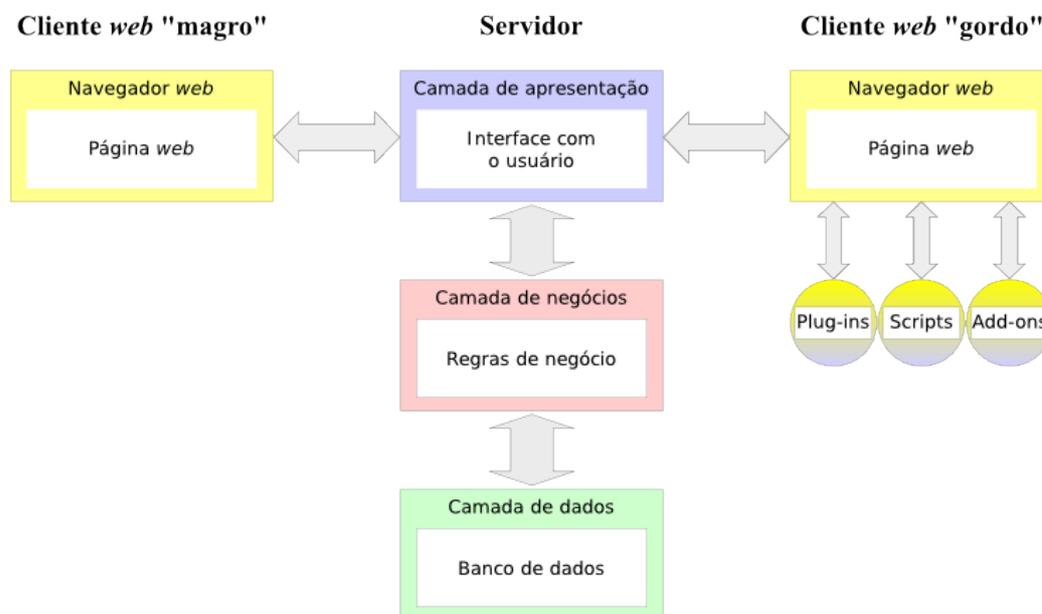


Figura 19 – Cliente *web* “magro” versus cliente *web* “gordo”
 Fonte: Adaptado de Fidelis (2003).

Heterogênea por natureza, a *World Wide Web* comporta a conexão de uma grande variedade de configurações de *hardware* e *software* nas máquinas clientes. Essa versatilidade tem tornado as aplicações *web* cada vez mais comuns.

Matos Junior (2001) começa seu trabalho constatando que a grande abrangência e custo relativamente baixo da infraestrutura de comunicação da *World Wide Web* contribuem para a popularização das aplicações *web*:

A utilização da Internet em âmbito comercial gerou um processo de popularização e evolução sem precedentes das suas tecnologias. A ideia de se empregar a infraestrutura de comunicação da Internet e dos seus meios de distribuição de informações efetivou-a como uma das formas mais eficientes de se implantar processos de negócio que dependem da publicação de informações e comunicação de usuários – no cenário comercial, a Internet permite divulgar e comercializar produtos e serviços a um público global e a baixo custo (MATOS JUNIOR, 2001, p. 1).

²² Pequenos trechos de código interpretado que determinam o comportamento de um outro programa. Podem ser executados na máquina servidora durante a geração da página (*server-side*) ou após a exibição da página na máquina cliente (*client-side*).

Ao discorrer sobre *intranets*²³, Matos Junior (2001) observa que algumas das vantagens destas são decorrentes do emprego de padrões oriundos da internet. Por essa razão, algumas das observações podem ser relacionadas a aplicações *web* em geral:

- aplicações *web* são normalmente implantadas sobre uma infraestrutura de *hardware* e *software* já existentes, tornando mais atraente o custo de implantação;
- por serem projetadas para ambientes distribuídos e descentralizados, aplicações *web* podem ter sua infraestrutura expandida à medida que a demanda aumenta;
- o emprego de padrões abertos facilita a interoperabilidade das aplicações *web* em ambientes heterogêneos;
- aplicações *web* podem distribuir informações nos diversos formatos usados pela internet, como texto, gráficos, vídeo, áudio, etc.;
- o uso de navegadores *web* como interface padrão suaviza a curva de aprendizado das aplicações *web* e centraliza, nos servidores, as atividades de gerência e manutenção da aplicação;
- as aplicações *web* podem ser acessadas a partir de qualquer ponto do globo com acesso à internet;
- podem usufruir de outros serviços já disponíveis na internet, como por exemplo: *e-mail* (correio eletrônico), listas de discussão, fóruns, programas de mensagens instantâneas e de teleconferência.

Entretanto, é necessário considerar também as desvantagens ao uso de aplicações *web* apontadas por Matos Junior (2001): o excesso e a complexidade das tecnologias de desenvolvimento, além do esforço requerido para combiná-las. Como o objetivo é facilitar o acesso dos alunos aos jogos empresariais, as vantagens do uso de aplicações *web* sobrepujam as desvantagens existentes.

23 Redes baseadas nas tecnologias da internet e utilizadas na distribuição de informações, serviços e aplicações cliente/servidor privadas (institucionais) (MATOS JUNIOR, 2001).

5.3 Sistema operacional

Como visto no início desse capítulo, independentemente da arquitetura e da abordagem de desenvolvimento adotadas, aplicações *online* pressupõem o uso de uma rede de computadores, ou seja, um conjunto de computadores autônomos interconectados por uma tecnologia comum, de forma a permitir a troca de dados entre eles (TANENBAUM, 2003a).

Um componente fundamental dessa tecnologia de conexão é o sistema operacional instalado em cada computador. O sistema operacional é o programa que, segundo Tanenbaum (2003b), “controla todos os recursos do computador e fornece a base sobre a qual os programas aplicativos podem ser escritos” (TANENBAUM, 2003b, p. 17).

Os computadores são, essencialmente, sistemas complexos, com componentes que variam de acordo com o modelo e fabricante. Segundo Tanenbaum (2003b), se os usuários e desenvolvedores interagissem diretamente com o *hardware*, teriam que lidar com detalhes específicos de cada modelo de computador existente, aumentando a complexidade do desenvolvimento e do uso de aplicações de computador. Assim, uma das funções do sistema operacional é servir de camada de abstração de *hardware*, gerenciando seus recursos e oferecendo, aos usuários, uma interface mais fácil de compreender e usar (TANENBAUM, 2003b).

O diagrama da Figura 20 representa esse papel do sistema operacional:

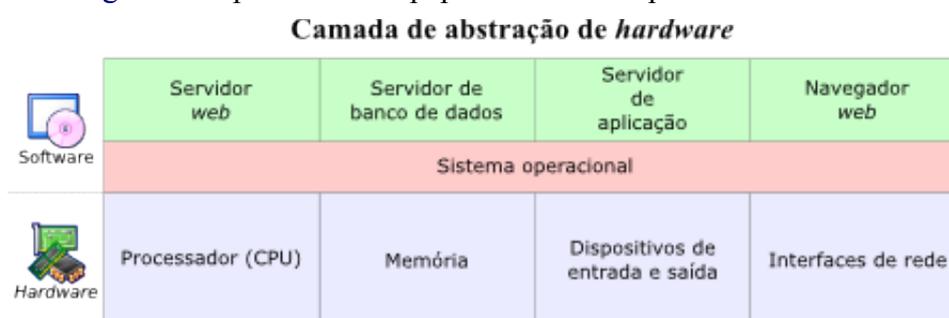


Figura 20 – O sistema operacional como uma camada de abstração de *hardware*
Fonte: O autor.

O sistema operacional também é responsável por conectar os computadores em rede, exercendo o papel de camada de abstração ao representá-los como um único sistema coerente e ocultar dos usuários detalhes como o número de camadas existentes no sistema e as atividades executadas em cada uma delas (TANENBAUM, 2003a, 2003b).

A adoção do desenvolvimento em camadas usando arquitetura cliente/servidor pressupõe o uso de sistemas operacionais capazes de conexão via rede, tanto nos clientes quanto nos servidores. As próximas seções abordam a escolha do sistema operacional adequado para as máquinas clientes e as máquinas servidoras.

5.3.1 Máquinas clientes

Para o desenvolvimento de jogos empresariais, voltados primariamente para estudantes das áreas de Administração e Gestão de Negócios, deve ser empregada uma interface amigável, baseada em ícones e outros recursos gráficos que facilitem seu uso, permitindo que os jogadores concentrem-se mais no jogo do que no manuseio da aplicação (GRAMIGNA, 2007).

Portanto, é necessário que as máquinas clientes executem um sistema operacional dotado de interface gráfica de usuário (GUI²⁴) e, como o jogo empresarial será desenvolvido como uma aplicação *web*, o sistema operacional também deve oferecer, de forma nativa ou por meio de produtos de terceiros, o conjunto de protocolos de comunicação TCP/IP²⁵, padrão na internet, e um navegador *web* capaz de servir de interface para a aplicação.

Os sistemas operacionais para máquinas clientes mais populares no mercado internacional atualmente são o Microsoft Windows, da Microsoft Corporation, o Mac OS, da Apple Incorporated e o GNU/Linux (ou simplesmente Linux), desenvolvido pela comunidade como *software* livre²⁶. Os três sistemas operacionais oferecem interfaces gráficas de usuário com características equivalentes, sendo portanto adequados para as máquinas clientes. A liderança do Microsoft Windows neste mercado é incontestável, como pode ser observado na [Figura 21](#):

24 *Graphic User Interface*, em inglês.

25 *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*, em inglês.

26 Movimento pelo compartilhamento do conhecimento tecnológico que defende a liberdade de *software*, garantindo, entre outras coisas: seu uso, cópia e distribuição, na forma original ou com modificações, gratuitamente ou com custo (HEXSEL, 2002; SILVEIRA, 2004).

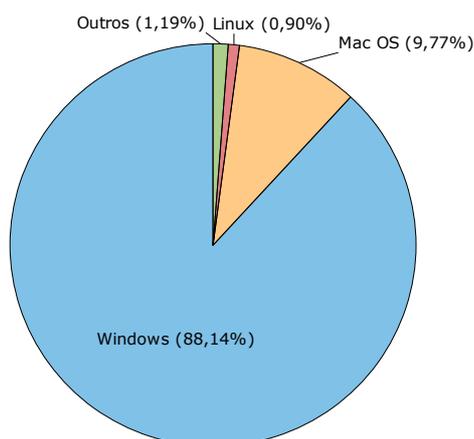


Figura 21 – Mercado de sistemas operacionais – clientes (mar./2009)
Fonte: Net Applications (2009b).

No Brasil, a situação é ainda mais vantajosa para o produto da Microsoft, presente em 97% dos microcomputadores, segundo pesquisa realizada pela Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (EAESP-FGV) (MEIRELLES, 2008).

Em se tratando de sistema operacional, é necessário observar o quesito segurança. Com suporte adequado, os três sistemas operacionais (Windows, Mac OS e Linux), mostram-se bastante seguros com relação a pragas virtuais, como vírus e cavalos de troia. Contudo, o Microsoft Windows necessita de mais atenção e recursos para esse mister, visto ser o que mais sofre esses ataques.

O movimento de *software* livre, responsável pelo desenvolvimento do Linux, tem algumas características que precisam ser consideradas. Muitos produtos desenvolvidos como *software* livre adotam a licença GNU GPL (*GNU General Public License*²⁷) ou variações desta, garantindo o acesso sem custo ao código-fonte²⁸ do programa. Essas licenças permitem algumas vantagens (SERPRO, 2009):

- economia na aquisição – uma única cópia, obtida via internet, pode ser instalada em diversos computadores. O suporte pode ser conseguido sem custo junto à própria comunidade ou, caso haja necessidade, contratado junto ao distribuidor, mas sem vinculação com o número de máquinas instaladas;

27 Licença desenvolvida, por Richard Stallman, para o projeto GNU. Hoje é largamente usada para garantir a liberdade de *software* em projetos de *software* livre (HEXSEL, 2002; SILVEIRA, 2004).

28 Sequência de instruções, em formato compreensível para o ser humano, que determina o comportamento de um programa.

- menor obsolescência de equipamentos – uma vez que o código-fonte está disponível, é possível personalizar o sistema operacional para exigir menos recursos das máquinas, mantendo em uso máquinas mais antigas, sem capacidade para executar os sistemas operacionais proprietários mais modernos; e
- maior segurança – uma vez que o código-fonte está disponível é possível alterá-lo para atender às necessidades de segurança da instituição e mesmo reaproveitá-lo, caso o distribuidor suspenda a comercialização daquele sistema ou se retire do mercado.

Portanto, apesar da ainda pequena aceitação por parte do usuário final, o Linux, apresenta uma melhor relação custo/benefício, compatibilidade com diversas configurações de *hardware*, e maior segurança, tornando-se a melhor escolha como sistema operacional para as máquinas clientes.

5.3.2 Máquinas servidoras

As máquinas servidoras não serão usadas diretamente pelos usuários finais, dispensando seu sistema operacional da obrigatoriedade de prover uma interface gráfica. Entretanto, uma vez que dele dependerá o funcionamento da aplicação, deve ser mais robusto que os sistemas operacionais adotados nas máquinas clientes. Assim, é recomendável a adoção de versões servidor de sistemas operacionais baseados no Unix, desenvolvido por The Open Group²⁹ ou no Windows NT, da Microsoft, produtos dotados de reconhecidas características de segurança, confiabilidade, escalabilidade e flexibilidade na administração (FIDELIS, 2003).

Apesar de expressiva, a liderança do Microsoft Windows no mercado de servidores não é tão absoluta quanto no mercado de microcomputadores. No Brasil, por exemplo, a pesquisa da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas constatou que, em servidores, a participação de sistemas operacionais baseados no Unix chega a

29 Consórcio formado por empresas influentes na indústria de informática e agências governamentais para estabelecer padrões abertos para infraestrutura de informática. Entre seus membros destacam-se Capgemini, Fujitsu, Hitachi, HP, IBM, NEC, Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América e NASA. Disponível em: <<http://www.opengroup.org/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

31%, com o Linux respondendo sozinho por mais da metade desse percentual, como pode ser observado na [Figura 22](#) (MEIRELLES, 2008):

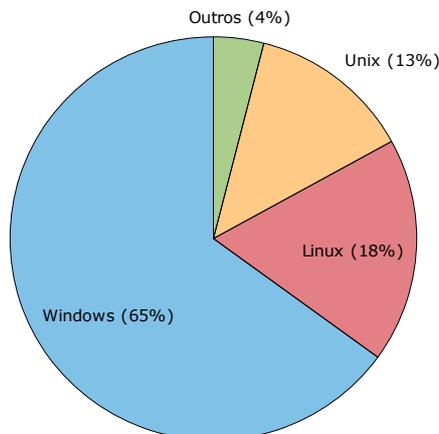


Figura 22 – Mercado de sistemas operacionais – servidores (2007/2008)
 Fonte: EAESP-FGV (MEIRELLES, 2008).

Por ser baseado no Unix e aliar suas características de segurança, confiabilidade e escalabilidade a um baixo custo, o Linux vem apresentando uma crescente credibilidade como sistema operacional para máquinas servidoras, como pode ser observado no gráfico reproduzido na [Figura 23](#) (MEIRELLES, 2008):

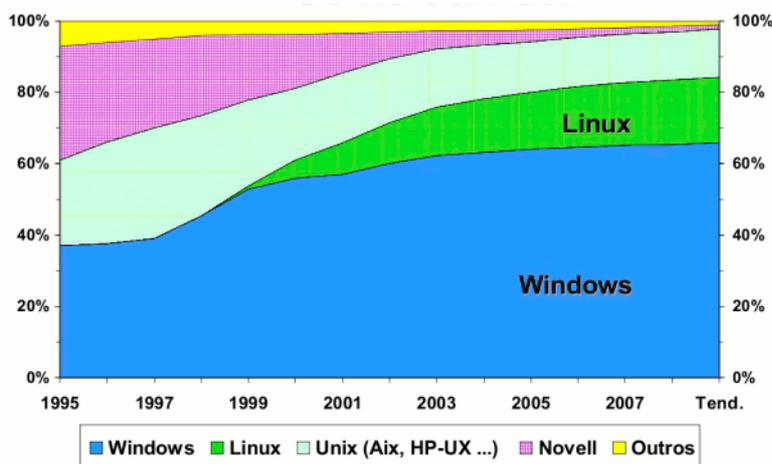
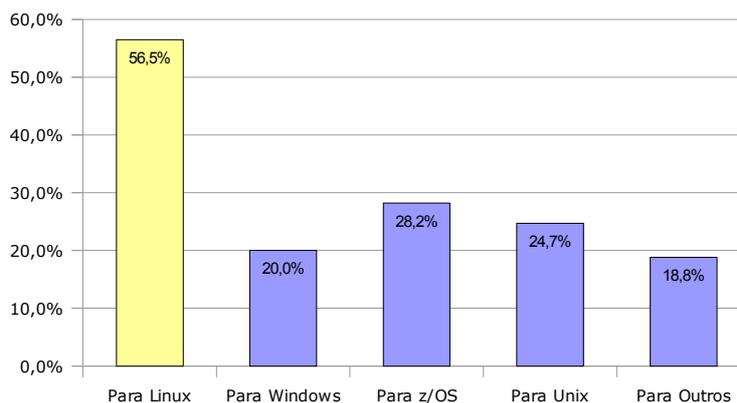


Figura 23 – Evolução e Tendências SO no Servidor
 Fonte: EAESP-FGV (MEIRELLES, 2008).

Esse aumento de credibilidade ocorre em nível mundial, como pode ser observado na [Figura 24](#), representando os planos de migração por parte das organizações (GRAHAM; FEINBERG, 2006).

Essas considerações apontam o Linux como escolha mais adequada para sistema operacional também nas máquinas servidoras.



Nota: Permitidas múltiplas respostas.

Figura 24 – Planos para transição de plataforma em servidores (mar./2006)
Fonte: Gartner (GRAHAM; FEINBERG, 2006).

Entretanto, além do sistema operacional, são necessários alguns programas para prover o conjunto de funcionalidades indispensáveis a aplicações *web*. As próximas seções analisam os principais programas separadamente: primeiro, aqueles instalados nas máquinas clientes e, em seguida, aqueles instalados nas máquinas servidoras.

5.4 Programas necessários nas máquinas clientes

Uma vez que o jogo empresarial será uma aplicação *web*, independente do sistema operacional escolhido, as máquinas clientes deverão prover dois componentes indispensáveis a aplicações deste tipo (FIDELIS, 2003):

- navegadores *web* – fazem requisições aos servidores, recebendo, interpretando e exibindo as páginas *web* enviadas como resposta, servindo como denominador comum entre a variedade de sistemas configurações de *hardware* e *software* possíveis nas máquinas clientes;
- suporte a componentes *add-on/plug-in* – componentes adicionais instalados no navegador para dar suporte a novas tecnologias de interatividade e animação que não eram previstas no projeto original da *Web*, como *applets* Java, componentes ActiveX e animações como Flash e Silverlight³⁰.

³⁰ Pequenos programas, desenvolvidos com tecnologia da Sun Microsystems (Java), Microsoft Corporation (ActiveX e Silverlight) e Adobe Systems (Flash), destinados a acrescentar animação e interatividade a documentos *web*.

Segundo a Net Applications³¹, dos vários navegadores *web* existentes, os mais populares são, em ordem decrescente, Windows Internet Explorer da Microsoft, Mozilla Firefox da Mozilla Corporation e Safari da Apple, como pode ser observado na Figura 25:

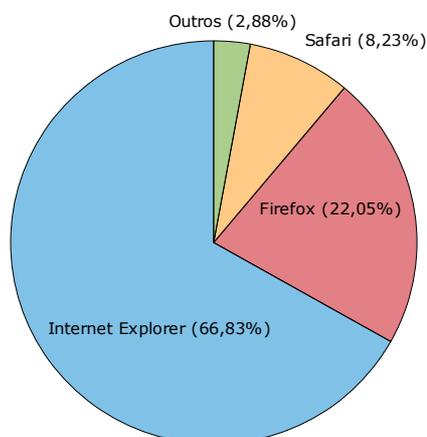


Figura 25 – Mercado de navegadores *web* (mar./2009)

Fonte: Net Applications (2009a).

Apesar da larga margem de liderança do primeiro colocado, é interessante observar que, ainda segundo a Net Applications, tem havido uma, lenta porém constante, diminuição em sua participação no mercado (*market share*) de navegadores *web*, como pode ser observado na Figura 26:

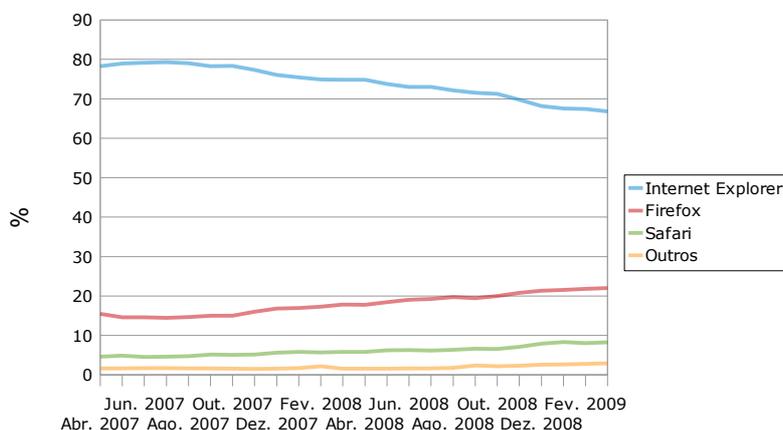


Figura 26 – Evolução do mercado de navegadores *web* (abr./2007 a mar./2009)

Fonte: Net Applications (2008c).

Independentemente das observações quanto à participação de mercado e de algumas diferenças na apresentação de páginas com formatações mais avançadas, os três navegadores têm capacidade equivalente e dão suporte a componentes *add-on/plug-in*,

31 Empresa norte-americana especialista em estatísticas da *web*.

Disponível em: <<http://www.netapplications.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

inclusive os mais comuns no mercado como *applets* Java, componentes ActiveX e animações Flash, cobrindo as necessidades das máquinas clientes.

Contudo, o Internet Explorer tem se mostrado mais vulnerável às pragas virtuais, como os vírus e os cavalos de troia, necessitando de cuidados constantes para não se constituir em um ponto fraco no quesito segurança. É preciso observar também que, enquanto o Internet Explorer é compatível apenas com o Windows, seus concorrentes mostram-se mais versáteis: o Safari, desenvolvido inicialmente apenas para o Mac OS, começa a apresentar suas primeiras versões para Windows; e o Firefox firma-se como o mais versátil dos três, com versões para uma grande variedade de sistemas operacionais, inclusive os três mais populares.

Essa versatilidade padroniza a formatação das páginas e favorece o desenho de uma interface mais consistente para aqueles usuários que porventura venham a usar um sistema operacional diferente em sua máquina cliente. O Firefox torna-se assim a escolha mais adequada para navegador padrão em um jogo empresarial *online*.

Por sua simplicidade, o modelo tecnológico proposto não exige o uso de planilhas de cálculo ou quaisquer outros aplicativos de escritório, reduzindo os custos com licenças de aplicativos auxiliares, como planilhas de cálculo e editores de texto. Entretanto, caso haja interesse por parte da instituição, sugere-se o OpenOffice.org³², produto portátil e gratuito desenvolvido como *software* livre, que reproduz quase todas as funcionalidades do Microsoft Office (conjunto de aplicativos de escritório mais difundido no mundo), com interface semelhante.

5.5 Programas servidores

Como ocorre nas máquinas clientes, independente do sistema operacional escolhido, as máquinas servidoras deverão prover um conjunto de funcionalidades indispensáveis a aplicações *web*, usando programas especiais executados em segundo plano (*background*) chamados serviços ou servidores.

32 Disponível em: <<http://www.openoffice.org/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Há vários tipos de servidores, sendo os mais comuns em uma aplicação *web* (FIDELIS, 2003):

- servidor *web* – armazena páginas *web* e os conteúdos associados (como gráficos, vídeos, etc.) e é responsável por combinar os dados e devolvê-los aos clientes como resposta às suas requisições;
- servidor de aplicação – centraliza o processamento das regras de negócio, aplicando-as aos dados antes de repassá-los aos servidores *web*. Em alguns casos, suas atribuições também são desempenhadas pelo servidor *web*; e
- servidor de banco de dados – atua como repositório de dados para as aplicações *web*, respondendo às requisições dos servidores de aplicações ou dos servidores *web*, conforme o caso.

Analisando as atribuições listadas acima, é possível deduzir que os servidores devem primar pela confiabilidade, robustez e desempenho. Aplicações *web* precisam ser dinâmicas e, como já estão submetidas ao tempo de resposta da rede, principalmente se operam na internet, qualquer demora pode comprometer seu uso.

As próximas seções detalham o processo de escolha desses servidores.

5.5.1 Servidor *web*

O servidor *web* responsabiliza-se pela interface com o usuário final. Ele recebe as requisições dos clientes e combina os conteúdos necessários à construção das páginas *web* que irão respondê-las. Devido à sua importância em aplicações *web*, é aconselhável considerar as duas opções de maior tradição na área: Apache HTTP Server e Microsoft Internet Information Services (IIS).

O primeiro é um produto desenvolvido como *software* livre pela Apache Software Foundation. Possui características multiplataforma³³, oferecendo versões para vários sistemas operacionais, notadamente Unix, Linux, Windows e Mac OS. O segundo é um produto comercial desenvolvido pela Microsoft, compatível com servidores Windows. Ambos são conhecidos como produtos robustos, capazes de suportar grandes demandas.

33 Programas multiplataforma podem ser executados em diferentes sistemas operacionais.

Conhecido pela sua estabilidade e desempenho, e por permitir a instalação de módulos que adicionam novas funcionalidades, o Apache lidera o mercado de servidores *web*, sendo usado em 45,95% dos sítios ativos da internet, segundo relatórios da Netcraft³⁴. Apesar de uma redução iniciada em novembro de 2005, quando era de 69,36%, sua participação no mercado de servidores começa a mostrar sinais de recuperação a partir de janeiro de 2008, mantendo, desde então, uma participação próxima de 50%, como pode ser observado na Figura 27:

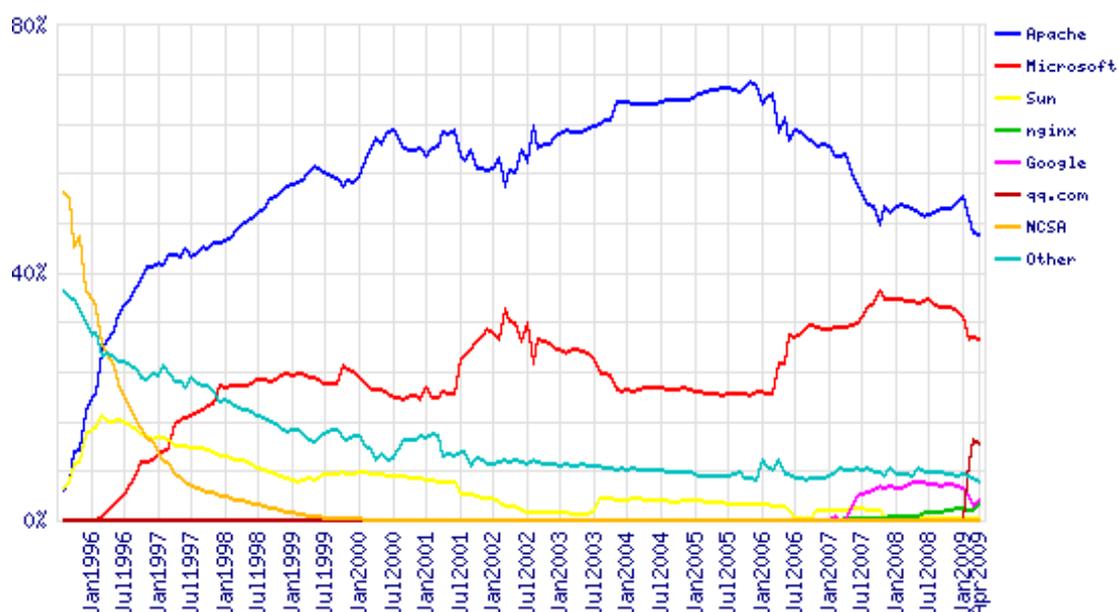


Figura 27 – Participação no mercado de servidores *web* (jul./1995 a abr./2009)
Fonte: Netcraft (2009a).

Segundo a Netcraft, a diminuição da participação do Apache no mercado de servidores *web* pode ser atribuída ao crescimento dos provedores de serviços de blogues, como o MySpace, da News Corporation, o Windows Live Spaces, da Microsoft, o Blogger, da Google Incorporated e o Qzone da Tencent Holdings Limited (NETCRAFT, 2007a, 2009a):

- o MySpace e o Windows Live Spaces usam o servidor Microsoft IIS, concorrente direto do Apache (NETCRAFT, 2007d);
- além do Blogger, cresceram outros serviços da Google Incorporated, como hospedagem (Google Page Creator) e compartilhamento de arquivos (Google Docs), todos baseados no Google Front End³⁵ e agrupados, na Figura 27, sob a legenda Google (NETCRAFT, 2007b, 2007c);

34 Empresa britânica especialista em serviços de segurança e análises do mercado de servidores *web*. Disponível em: <<http://news.netcraft.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

35 Versão do Apache HTTP Server, adequada pela Google Incorporated para as suas necessidades.

- o Qzone, serviço de blogue recentemente lançado no mercado chinês, usa o servidor QZHTTP, aparentemente uma versão personalizada do próprio servidor Apache (NETCRAFT, 2009a, 2009d).

Também na [Figura 27](#), é possível identificar, a partir do segundo semestre de 2007, um período de relativa estabilidade no mercado de servidores *web*, com o Apache, o Microsoft IIS e o Google Front End respondendo pelas primeiras colocações e sujeitos a pequenas variações mensais. Contudo, esse período de estabilidade encerrou-se em fevereiro de 2009, com a inclusão do Qzone, que apresentou, em seus primeiros meses, um desempenho superior ao apresentado pelo Google Front End, possivelmente devido às dimensões do mercado chinês.

Vale observar que, independentemente de sua participação no mercado de servidores *web*, o Apache sempre ampliou sua base instalada. O número de sítios ativos usando o Apache cresceu durante todo o período, com exceção do período de maio a agosto de 2007, quando houve uma queda que coincidiu com um forte crescimento dos concorrentes Microsoft IIS e, em especial, Google Front End. Na [Figura 28](#), é possível observar que essa situação se inverteu a partir de novembro de 2007, com o Apache retornando a uma curva ascendente e o Microsoft IIS experimentando, pela primeira vez, uma curva descendente:

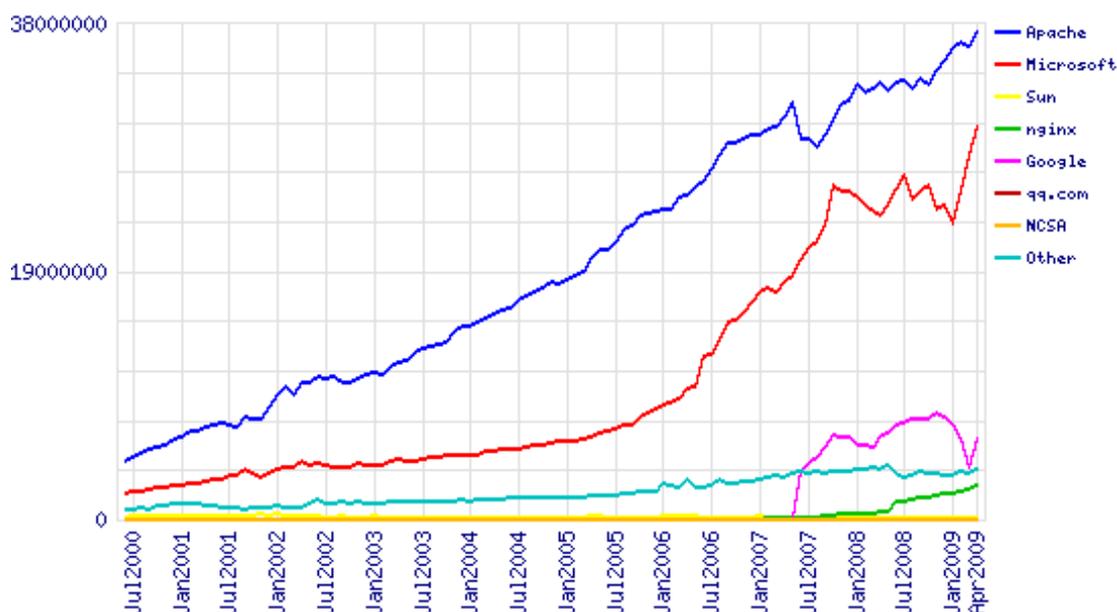


Figura 28 – Total de servidores *web* (jul./2000 a abr./2009)

Fonte: Netcraft (2009a).

Considerando o número de servidores *web*, a inclusão do Qzone não causa tanto impacto, visto que este serviço abrange muitos sítios mas em um número comparativamente pequeno de servidores, pouco mais de 46 mil (NETCRAFT, 2009a).

Outro critério que pode ser usado como indicador de confiabilidade e, principalmente, robustez de um servidor *web* é o seu uso em sítios com grande volume de acessos. Segundo levantamento realizado em março de 2009, reproduzido na [Figura 29](#), o Apache é usado em 66,65% dos servidores:

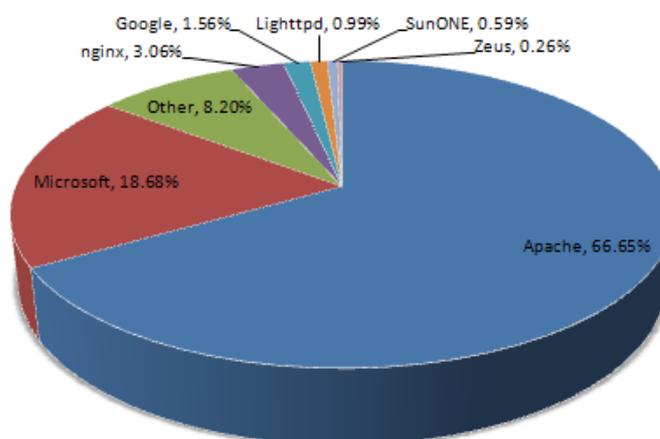


Figura 29 – Servidores usados pelos sítios mais acessados (mar./2009)

Fonte: Netcraft (2009b).

Apesar de não ser garantia, a liderança do Apache no mercado de servidores *web*, iniciada em março de 1996 e mantida nos últimos 13 anos, pode ser considerada indicação de sua qualidade técnica, capaz de adaptar-se às mais diversas necessidades e configurações de *hardware*. Outra vantagem da grande base instalada é a variedade de experiências da comunidade, facilitando o suporte em caso de problemas.

Levantando informações sobre os servidores *web* de algumas universidades públicas brasileiras, é possível construir o [Quadro 6](#), abaixo:

Quadro 6 – Servidores *web* de algumas universidades públicas brasileiras

Instituição	Endereço eletrônico	Sistema operacional	Servidor <i>web</i>
Estadual da Bahia (UNEB)	< http://www.uneb.br/ >	Windows	Apache
Estadual da Paraíba (UEPB)	< http://www.uepb.rpp.br/ >	Linux	Apache
Estadual de Campinas (UNICAMP)	< http://www.unicamp.br/ >	Linux	Apache
Estadual de Pernambuco (UPE)	< http://www.upe.br/ >	Linux	Apache
Estadual de São Paulo (USP)	< http://www.usp.br/ >	Linux	Apache
Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)	< http://www.uerj.br/ >	Linux	Apache
Federal da Bahia (UFBA)	< http://www.ufba.br/ >	Linux	Apache
Federal de Brasília (UNB)	< http://www.unb.br/ >	FreeBSD	Apache
Federal de Minas Gerais (UFMG)	< http://www.ufmg.br/ >	Linux	Apache
Federal de Pernambuco (UFPE)	< http://www.ufpe.br/ >	Linux	Apache
Federal de Santa Catarina (UFSC)	< http://www.ufsc.br/ >	Linux	Apache

Instituição	Endereço eletrônico	Sistema operacional	Servidor <i>web</i>
Federal do Espírito Santo (UFES)	< http://www.ufes.br/ >	Windows	Microsoft IIS
Federal do Paraná (UFPR)	< http://www.ufpr.br/ >	Linux	Apache
Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	< http://www.ufrj.br/ >	Windows	Microsoft IIS
Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	< http://www.ufrgs.br/ >	Windows	Microsoft IIS

Fonte: NETCRAFT (2009c).

É possível observar, no quadro acima, que a maioria das universidades públicas pesquisadas já usa o *software* Apache como servidor *web*, demonstrando familiaridade com a tecnologia. É possível observar também que o Apache, por ser um servidor multiplataforma, é usado mesmo por universidades que adotaram outros sistemas operacionais, como a Uneb e a UnB, o que não ocorre com seu principal concorrente (Microsoft IIS), compatível apenas com os sistemas operacionais da família Windows.

O Apache ainda tem outra vantagem, por se tratar de um produto com código aberto, pode ser customizado de forma a atender as necessidades específicas da organização que o adote, o que parece ser o caso do QZHTTP (NETCRAFT, 2009d).

Sendo assim, considerando os critérios confiabilidade, desempenho, adaptabilidade às diferentes configurações de *hardware* e *software* e custo, a escolha mais adequada para servidor *web* em um jogo empresarial *online* é o Apache.

5.5.2 Servidor de aplicações

Como visto anteriormente, quando há necessidade de atualizações frequentes nas regras de negócio, ou estas precisam de independência com relação ao restante da aplicação, ou ainda por questões de performance, adota-se o desenvolvimento multicamadas, com as regras de negócio tratadas em um servidor próprio, chamado servidor de aplicações, que intermedia a comunicação entre a camada de apresentação e a camada de dados.

O servidor de aplicações diminui o volume de processamento no servidor *web* e no servidor de banco de dados ao assumir o ônus de tratar as regras de negócio, principalmente se executado em outro equipamento. Adicionalmente, seu uso pressupõe a adoção da abordagem de desenvolvimento em múltiplas camadas isolando as regras de

negócio do restante da infraestrutura da aplicação e permitindo ao desenvolvedor concentrar-se na resolução dos problemas relacionados ao negócio da empresa.

Segundo o relatório Forrester Wave™: Application Server Platforms, Q3 2007, publicado em 2007 pela Forrester Research³⁶ e rico em análises das diferentes plataformas para servidores de aplicações, há diversas plataformas de desenvolvimento para servidores de aplicações mas as principais concorrentes são a plataforma .NET Framework e a Java Platform, Enterprise Edition, como pode ser observado na **Figura 30** (FORRESTER RESEARCH, 2007).

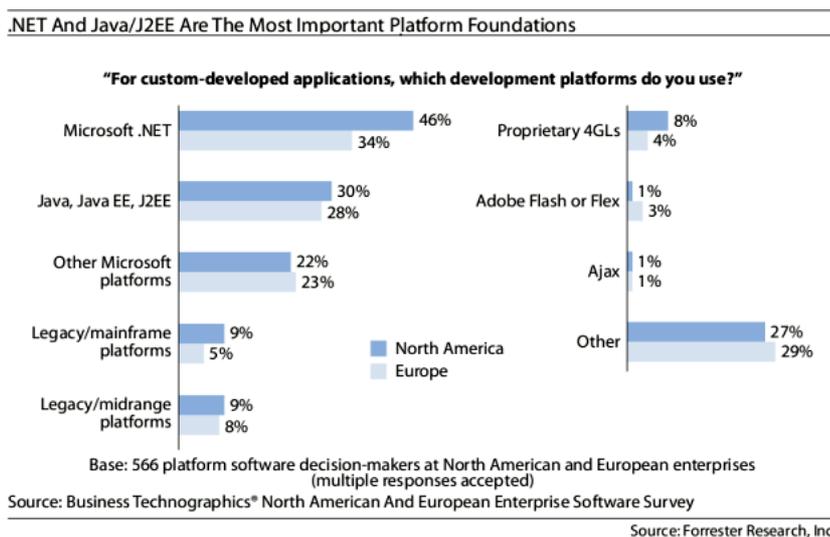


Figura 30 – Plataformas de desenvolvimento para servidores de aplicações em 2007
Fonte: Forrester Research (2007).

A plataforma .NET Framework foi desenvolvida, pela Microsoft, inicialmente para os sistemas operacionais da família Windows e o servidor *web* Microsoft IIS, porém já existem esforços para conectá-la a outros servidores *web*, como o Apache³⁷. Por sua vez, a plataforma Java EE (Java Platform, Enterprise Edition, anteriormente denominada J2EE), desenvolvida pela Sun Microsystems para operar na maioria dos sistemas operacionais atuais, teve suas especificações amplamente divulgadas, permitindo a compatibilidade com vários servidores de aplicações.

A **Figura 31** reproduz a participação de alguns desses produtos no mercado (FORRESTER RESEARCH, 2007). É possível identificar a liderança de dois produtos: Oracle Containers for Java EE, da Oracle Corporation e WebSphere Application Server, da International Business Machines Corporation (IBM). Ambos têm alta qualidade mas são soluções

36 Empresa norte-americana especialista em análises de impacto da tecnologia em negócios.
Disponível em: <<http://www.forrester.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

37 Por meio da biblioteca .NET Ant. Disponível em: <<http://ant.apache.org/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

proprietárias, com custo normalmente elevado. Os desenvolvedores também oferecem versões gratuitas, porém com algumas limitações técnicas e de suporte, como o Oracle Application Express e o WebSphere Application Server Community Edition, respectivamente.

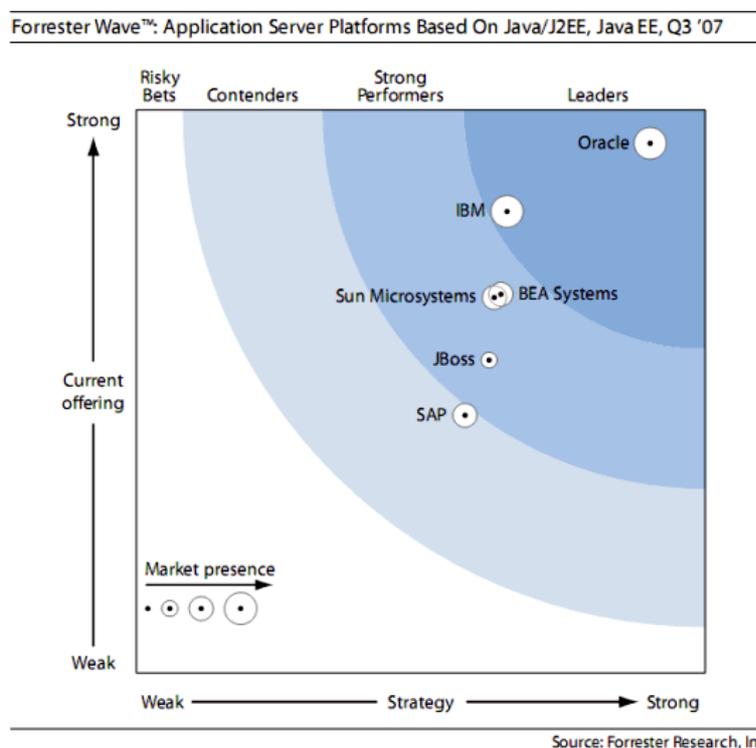


Figura 31 – Distribuição do mercado de servidores de aplicações *web* em 2007
Fonte: Forrester Research (2007).

O terceiro colocado, Weblogic, além de proprietário, apresenta um certo grau de incerteza em seu futuro, uma vez que seu fornecedor, BEA Systems, está atualmente em processo de aquisição pela Oracle.

Como alternativas livres, existem o Glassfish, da Sun Microsystems, e o JBoss, desenvolvido pela Red Hat Incorporated. Desenvolvidos como *software* livre, apresentam alto nível de qualidade técnica, boa performance, grande confiabilidade, boa conceituação no mercado e uma melhor relação custo/benefício com relação aos concorrentes da Oracle, IBM e BEA.

Apesar de não incluído no levantamento da Forrester Research, o Apache Tomcat, desenvolvido pela Apache, é uma solução rápida, confiável e de baixo custo para aplicações *web* mais simples, sem pretensão de aumento significativo de carga. Contudo,

como não é compatível com todas as especificações da plataforma Java EE³⁸ e a integração com outros produtos poderia ser trabalhosa, a Apache desenvolveu, em conjunto com a IBM, o servidor de aplicações Apache Geronimo. Esse projeto deu origem ainda a outro produto: uma versão gratuita, apesar de ainda proprietária, do servidor WebSphere da IBM, denominada WebSphere Application Server Community Edition.

Considerando os critérios confiabilidade, desempenho, adaptabilidade às diferentes configurações de *hardware* e *software* e custo, as escolhas mais adequadas para servidor de aplicações em um jogo empresarial *online* são o Apache Geronimo, o Glassfish, o JBoss ou mesmo o Apache Tomcat. Porém, como um dos parâmetros desse projeto é o custo e, no intuito de simplificar o desenvolvimento do modelo para validação e demonstração, este será desenvolvido em duas camadas, tornando dispensável o uso de um servidor exclusivo para aplicações.

5.5.3 Servidor de banco de dados

O servidor de banco de dados, também conhecido como sistema de gerenciamento de bancos de dados (SGBD), localiza-se na camada de dados, e seu propósito geral é servir de interface entre o banco de dados físico – isto é, os dados de fato armazenados – e o restante da aplicação: a camada de negócios ou a camada de apresentação, no caso de uma aplicação em duas camadas (DATE, 2000).

Date (2000) explica que todas as solicitações de acesso ao banco de dados devem passar por esse servidor, a fim de garantir:

- independência dos dados – tornar transparentes o meio e a forma como os dados estão armazenados, dando, às aplicações, imunidade quanto a alterações nas técnicas de acesso ou nas representações (físicas ou lógicas);
- integridade – proteção dos dados durante acessos autorizados, garantindo sua exatidão e validade;

38 O Apache Tomcat não oferece suporte nativo a Java Transaction API, Enterprise Java Beans e Java Message Service, requisitos para compatibilidade com a plataforma Java EE (HANSON, 2008).

- acesso concorrente – consultas e alterações simultâneas levadas a cabo sem violar a integridade dos dados;
- segurança – proteção dos dados contra acessos não autorizados, evitando a revelação, alteração ou destruição não autorizadas; e
- recuperação de falhas – possibilidade de recuperar os dados a um estado íntegro anterior, o mais atualizado possível, em caso de falha.

De forma simplificada, o funcionamento de um servidor de banco de dados pode ser sintetizado em quatro passos:

1. recebe as requisições de acesso a dados, oriundas do servidor de aplicações ou diretamente do servidor *web* (se for uma aplicação em duas camadas);
2. analisa as requisições recebidas para determinar o meio mais eficiente de obter os dados necessários para atendê-las;
3. combina os dados coletados, formatando-os de acordo com a requisição; e
4. envia a resposta ao requisitante.

Apesar de não ter tanto destaque quanto o servidor *web* ou o servidor de aplicações, o servidor de banco de dados escolhido deve ter sua confiabilidade observada com bastante cuidado: uma falha no acesso aos dados pode comprometer o funcionamento da aplicação tanto quanto uma falha no servidor *web* ou no servidor de aplicações. Adicionalmente, com relação ao desempenho, a análise deve ser ainda mais criteriosa, pois, além de lidar com um volume de requisições similar ao enfrentado pelos outros servidores, o SGBD precisa lidar com o crescimento do próprio banco de dados.

Devido à importância da confiabilidade e do desempenho para o servidor de banco de dados, é aconselhável considerar as opções de maior tradição na área. Entre os produtos proprietários, destacam-se (OLOFSON, 2007):

- Oracle Database, da Oracle, com uma versão gratuita (Oracle Database 10g Express Edition) voltada para desenvolvedores e instituições de ensino;
- Microsoft SQL Server, da Microsoft, com uma versão gratuita (Microsoft SQL Server 2005 Express Edition) voltada para desenvolvedores; e

- Informix e DB2, ambos da IBM, há uma versão gratuita do DB2 (DB2 Express-C), também direcionada para desenvolvedores, como resposta a versões similares dos concorrentes.

Os servidores de banco de dados desenvolvidos como *software* livre também têm ganho adeptos. Uma das razões é oferecerem, como ocorre com servidores *web*, versões para várias das plataformas existentes permitindo, em aplicações desenvolvidas em múltiplas camadas, uma migração gradual (camada a camada), como se verificou durante a seleção do sistema operacional para as máquinas servidoras. Nessa categoria, destacam-se:

- MySQL, da MySQL AB (recentemente adquirida pela Sun Microsystems);
e
- PostgreSQL, desenvolvido pela comunidade de *software* livre (PostgreSQL Global Development Group).

Os seis produtos citados têm tradição como servidores de bancos de dados e suportam aplicações *web*, atendendo aos critérios de disponibilidade e desempenho. Entretanto, como em outras áreas, tem havido uma migração para produtos desenvolvidos como *software* livre.

Em relatório publicado em 2006, a IDC – International Data Corporation³⁹ afirmou que alternativas como o MySQL têm atraído a atenção de desenvolvedores e poderiam causar uma mudança na forma como servidores de banco de dados eram licenciados (OLOFSON, 2006). O surgimento de versões gratuitas, apesar de ainda proprietárias, dos produtos da Oracle, IBM e Microsoft parece confirmar essa predição.

Uma vez que o servidor de banco de dados operará em estreita cooperação com o restante da estrutura, é sensato optar por aquele que tenha maior interoperabilidade e, a despeito da gratuidade de algumas opções proprietárias, são mais frequentes cenários onde toda a estrutura é baseada em *software* livre do que cenários com situação heterogênea.

Voltando a atenção aos servidores desenvolvidos como *software* livre, verifica-se uma disputa acirrada. Desenvolvidos durante a década de 1990, os SGBD PostgreSQL e MySQL vêm, nos últimos anos, incorporando funcionalidades que os equiparam aos concorrentes proprietários.

39 Empresa norte-americana especialista em serviços de inteligência de mercado, consultoria e conferências nos segmentos de Tecnologia da Informação e Telecomunicações.
Disponível em: <<http://www.idc.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Tradicionalmente apresentado como um SGBD com características avançadas, o PostgreSQL oferece uma vasta gama de funcionalidades, inclusive o suporte a objetos, presente em concorrentes proprietários como o Oracle. O MySQL, por outro lado, tem a tradição de primar pela velocidade e estabilidade, sacrificando a implementação de funcionalidades mais complexas (como o suporte a objetos e execução de consultas complexas) para este fim. Entretanto, esses conceitos vêm sendo desmentidos, com o PostgreSQL obtendo melhor desempenho e o MySQL implementando recursos avançados a cada versão.

A maior popularidade do MySQL entre os desenvolvedores de aplicações *web* deve-se a dois fatores principais:

- apresenta melhor performance no gerenciamento de conexões, tornando-o mais adequado ao ambiente *web*, em que pode haver dezenas ou centenas de usuários simultâneos; e
- sua fácil integração com o sistema operacional Linux, o servidor *web* Apache e a linguagem de programação PHP, presentes em muitos pacotes de hospedagem de sítios da internet oferecidos atualmente. Vale repetir, porém, que isso não impede seu uso com outros sistemas operacionais, facilitando a implantação em organizações que não usem Linux.

Como ocorre com o servidor *web* Apache, a maior base instalada do MySQL tem como vantagem a variedade de experiências da comunidade, facilitando o suporte em caso de problemas. Ainda considerando suporte, a aquisição da MySQL AB pela Sun, não traz tanta preocupação para o futuro como ocorre com a aquisição da BEA Systems pela Oracle com relação a servidores de aplicações porque a licença do MySQL (GPL) garante sua distribuição como *software* livre, independente de quem seja seu desenvolvedor.

Um estudo da Gartner detectou o MySQL em 49% das organizações pesquisadas, apesar de várias ainda estarem em fase experimental. O estudo prevê ainda que o MySQL será uma forte escolha para aplicações de missão crítica nos próximos anos⁴⁰ (GRAHAM; FEINBERG, 2006).

Frente a essas considerações, o servidor de banco de dados escolhido para um jogo empresarial *online* de baixo custo é o MySQL.

40 Aplicações planejadas de forma evitar a paralisação de serviços computacionais e a perda ou indisponibilidade de dados importantes a um negócio, mesmo em situações adversas.

5.5.4 Escolha do serviço de hospedagem

Há uma grande variedade de fornecedores para esse serviço, inclusive no exterior. A fim de dar uma noção das opções existentes, o **Quadro 7** lista os planos econômicos de alguns dos maiores e mais conhecidos provedores brasileiros, todos oferecendo planos de hospedagem usando Linux, MySQL e PHP:

Quadro 7 – Planos econômicos de alguns provedores brasileiros em março/2009

Provedor	Endereço eletrônico	Espaço em disco	Transferência mensal	Preço mensal
Locaweb	< http://www.locaweb.com.br/ >	Ilimitado	Ilimitada	R\$18,00
iG Empresas	< http://www.igempresas.com.br/ >	500MB	75GB	R\$14,90
UOL Host	< http://www.uolhost.com.br/ >	10GB	100GB	R\$14,90
Terra Empresas	< http://www.terraempresas.com.br/ >	1GB	25GB	R\$ 29,90

Fonte: Sítios dos próprios provedores. Acesso em: 30 jun. 2009.

Qualquer desses planos excede os requisitos mínimos de espaço em disco e transferência mensal⁴¹ exigidos pelo Simulador de Ações. Entretanto, por razões de custo, sua implantação ocorreu no sítio pessoal⁴² do autor deste trabalho, já existente e hospedado em um provedor norte-americano⁴³, usando um plano de hospedagem compartilhada com um custo inferior a R\$16,00 mensais (US\$6,95).

O Simulador de Ações está disponível para demonstração no endereço <<http://simulador.jlcarneiro.com/>> e seu uso requer um cadastramento prévio, feito por meio de mensagem eletrônica enviada para endereço de correio eletrônico <contato@simulador.jlcarneiro.com>.

5.6 Linguagens de programação

Alguns autores, como Setzer (2001), consideram abusivo o uso da expressão “linguagem de programação”, uma vez que linguagens, por definição, devem conter semântica.

41 Quantidade de dados transferidos entre o servidor de hospedagem e os visitantes.

42 jlcarneiro.com. Disponível em: <<http://www.jlcarneiro.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

43 Bluehost.com. Disponível em: <<http://www.bluehost.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Contudo, pode-se definir linguagem de programação como o conjunto de símbolos e regras sintáticas usado para expressar instruções que definirão o comportamento do computador.

Cada linguagem de programação é desenvolvida para atingir um objetivo específico, dotando-a de características próprias que a tornarão mais adequada a uma finalidade ou outra (MONTEIRO, 2005). Portanto, a mais adequada para uma aplicação será determinada pelos requisitos da própria aplicação.

Como visto em seções anteriores, aplicações *web* fazem uso de vários componentes, como o servidor web, servidor de banco de dados e as máquinas clientes, cada um com o comportamento determinado por instruções em uma linguagem de programação específica. Assim, aplicações *web* terminam por requerer não apenas uma linguagem, mas um conjunto de linguagens de programação, e a integração entre os elementos desse conjunto de linguagens influenciará a velocidade, simplicidade e estabilidade da aplicação.

Uma vez que o relacionamento das aplicações *web* com os usuários dá-se por meio das páginas *web*, sua construção será o ponto de partida dessa avaliação.

As primeiras páginas *web* foram construídas usando uma linguagem de marcação desenvolvida especialmente para esse fim, chamada *HyperText Markup Language*, ou simplesmente HTML. Desenvolvida para marcação de documentos, a linguagem HTML ainda é responsável por grande parte da interface das aplicações *web*. Entretanto, como não apresenta alguns elementos de linguagens de programação tradicionais como estruturas de repetição e controle, produz páginas com conteúdo estático, impedindo aplicações complexas.

Para contornar essa limitação, empregam-se diferentes abordagens de desenvolvimento, todas voltadas para o ambiente multiplataforma. É possível classificá-las como:

1. o emprego de máquinas virtuais para execução de código pré-compilado, escrito normalmente na linguagem Java, nas máquinas clientes;
2. o uso de componentes multimídia e *plug-ins*, como Flash Player e Silverlight;

3. a construção, no servidor *web*, de páginas com conteúdo dinâmico, usando código HTML⁴⁴, folhas de estilo (*Cascading Style Sheets*)⁴⁵, figuras e, se necessário, alguns *scripts* executados nas máquinas clientes; e
4. o desenvolvimento baseado em AJAX (*Asynchronous Javascript and XML*), conjunto de técnicas de programação que aumenta a interatividade de aplicações *web*.

O uso de máquinas virtuais baseia-se em aplicações semelhantes às tradicionais, com parte da execução nas máquinas clientes. Para garantir portabilidade, os programas são compilados para um formato binário intermediário chamado *bytecode* que, apesar de já submetido a várias análises⁴⁶, ainda não é código de máquina nativo. A execução ocorre em uma máquina virtual desenvolvida especificamente para a plataforma desejada, tornando o programa compatível com qualquer plataforma para a qual haja uma máquina virtual.

Existem diversas máquinas virtuais no mercado, mas as mais difundidas são a Máquina Virtual Java⁴⁷ (JVM), desenvolvida pela Sun Microsystems, responsável também pelo desenvolvimento da linguagem de programação Java, e a CLR (*Common Language Runtime*), máquina virtual usada pela .NET Framework, da Microsoft. Todas, entretanto, apresentam funcionamento semelhante, representado na [Figura 32](#):

44 Linguagem de marcação usada para construir páginas *web*.

45 Arquivos com instruções para formatação de páginas *web*.

46 Análise lexicográfica, sintática e semântica (MONTEIRO, 2005).

47 *Java Virtual Machine*, em inglês.

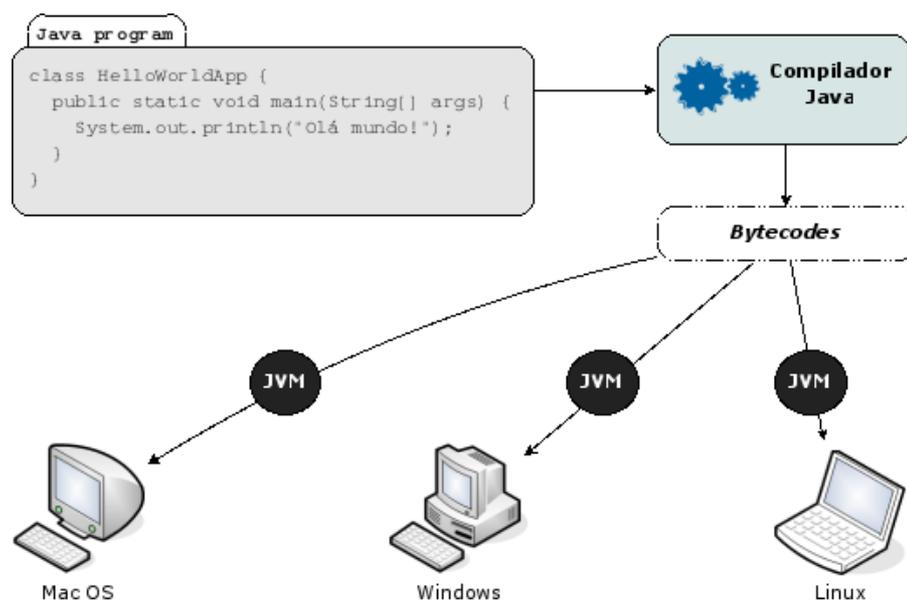


Figura 32 – Estrutura básica do funcionamento de uma Máquina Virtual Java (JVM)
Fonte: O autor.

Um complicador nessa abordagem é a incompatibilidade entre máquinas virtuais de diferentes fabricantes ou mesmo entre diferentes versões de uma mesma máquina virtual, o que pode obrigar todas as máquinas clientes a usar exatamente a mesma máquina virtual. A título de curiosidade, vale registrar o surgimento de alternativas em *software* livre para as principais máquinas virtuais existentes, como o projeto Mono, liderado pela Novell, alternativa à CLR da Microsoft, e o projeto IcedTea, liderado pela Red Hat, alternativa livre à JVM da Sun. É possível que essas iniciativas resultem em uma maior compatibilidade entre diferentes máquinas virtuais no futuro.

O uso de componentes multimídia e *plug-ins* é outra abordagem bastante usada, por permitir um maior uso de recursos multimídia e o desenho de interfaces mais amigáveis. Contudo, assim como o uso de máquinas virtuais, essa abordagem depende de componentes instalados nas máquinas clientes, tornando a aplicação dependente da configuração das máquinas clientes.

Segundo pesquisa feita pela Millward Brown⁴⁸ em 2008, a maioria dos computadores atualmente conectados à internet tem algum *plug-in* multimídia instalado. Segundo essa pesquisa, o *plug-in* Flash Player, da Adobe Systems, está presente na quase totalidade dos equipamentos (98,8%, como pode ser observado no gráfico publicado pela Adobe e reproduzido na Figura 33). Mesmo sem considerar o concorrente Silverlight, em

48 Empresa britânica especialista em pesquisas de propaganda, comunicações de marketing, mídia e *brand equity* sob encomenda. Disponível em: <<http://www.millwardbrown.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

desenvolvimento pela Microsoft, a pesquisa demonstra o grande apelo das duas primeiras abordagens atualmente.

Como desvantagem, as duas primeiras abordagens necessitam do envio de toda a aplicação para as máquinas clientes, mesmo que apenas uma pequena parte da aplicação seja acessada naquele momento, aumentando o volume de dados trafegados na rede. Em um ambiente controlado, garantindo conexões de rede de alta performance para todas as

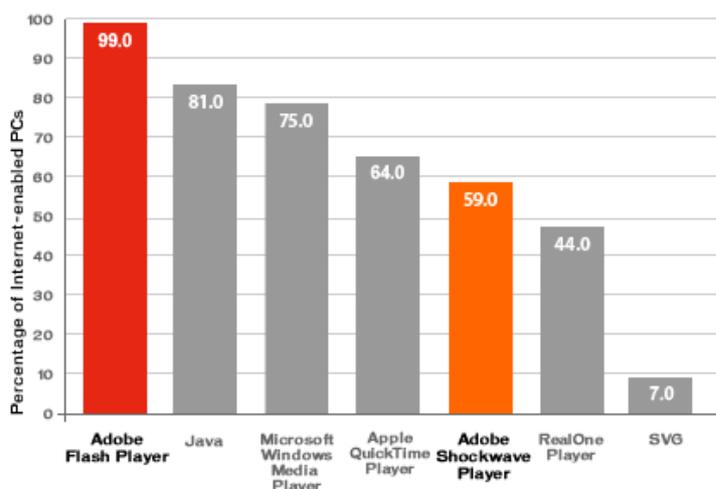


Figura 33 – Mercado de *plug-ins* multimídia em dez./2008
Fonte: Adobe Systems (2009).

máquinas clientes, esse aumento de tráfego pode passar despercebido, entretanto, considerando a estrutura heterogênea da internet, pode causar lentidão no acesso dos internautas conectados por meios mais lentos, como a linha discada.

A preocupação com o volume de dados trafegados tem diminuído, com a evolução e disseminação das conexões de alta velocidade à internet (banda larga ou *broadband*), ocorrida nos últimos anos. Segundo relatório da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento⁴⁹ (OECD), as conexões banda larga vêm aumentando continuamente nos últimos anos, tendo ultrapassado o número de conexões por linha discada desde 2004, como pode ser observado na Figura 34:

⁴⁹ Organisation for Economic Co-operation and Development, em inglês.

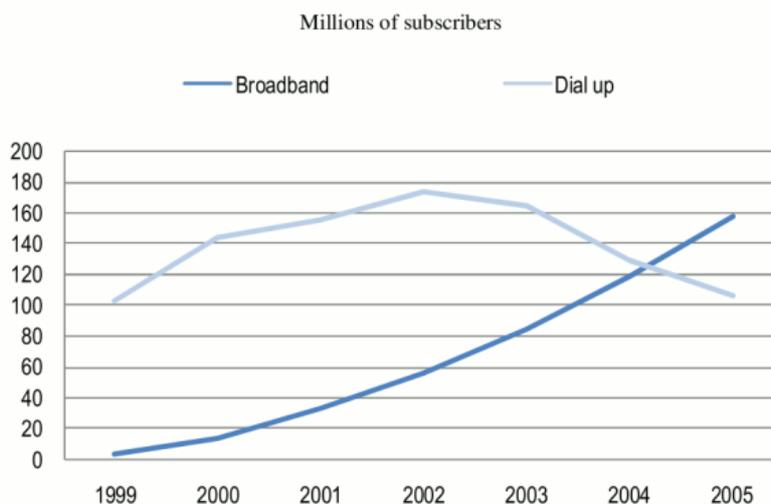


Figura 34 – Evolução do acesso à internet nos países membros da OECD (1999-2005)
Fonte: OECD (2008).

Infelizmente, esses dados não refletem a realidade brasileira. Segundo levantamento da Ibope//NetRatings, o Brasil superou o número de 41 milhões de usuários com mais de 16 anos com acesso à internet, pouco mais de 22% da população, recentemente, em 2008 (IBGE, 2007; IBOPE, 2008).

O Comitê Gestor da Internet no Brasil realiza, desde 2005, pesquisas anuais sobre o uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no Brasil. De acordo com a edição 2007, a última publicada, a maioria dos brasileiros ainda não dispõe de infraestrutura de conexão à rede, com apenas 17% da população contando com acesso à internet em seu domicílio e, destes, 42% ainda usando conexões por linha discada. Os pesquisadores observam ainda que a incidência dessa tecnologia aumenta nas camadas com menor poder aquisitivo (BALBONI, 2008).

Segundo dados da mesma pesquisa em sua edição 2008 (em fase de elaboração), o número de domicílios com acesso à internet não acompanhou o crescimento no número de domicílios com computador. Hoje, apenas 20% da população conta com acesso à internet, sendo que 31% destes, aproximadamente 3 milhões de domicílios, usando conexões por linha discada (BARBOSA, 2009).

Como forma de diminuir a lentidão percebida em uma conexão por linha discada, é aconselhável gerar conteúdo com o menor tamanho possível, usando páginas *web* contendo apenas figuras e restringindo o uso de *plug-ins* às situações em que sejam indispensáveis. Além disso, a execução de *plug-ins* e de máquinas virtuais exige mais capacidade de processamento, elevando os requisitos de *hardware*. E, quanto menos recursos de máquina

forem exigidos, maior a probabilidade de aproveitar máquinas mais antigas, reduzindo custos. A terceira e quarta abordagens buscam lidar com esses problemas.

A terceira abordagem segue o modelo das aplicações *web* clássicas. Segundo esse modelo, as ações do usuário disparam uma requisição aos servidores, depois do processamento necessário, os servidores geram uma página HTML que responde à requisição do usuário e a enviam de volta à máquina cliente. Essa forma de comunicação é conhecida como comunicação síncrona e, apesar de sua implementação mais simples, gera períodos de espera em cada etapa do processo. Para diminuir esses períodos de espera, alguns processamentos mais simples, como validação de dados de entrada, são executados na máquina cliente (*client-side scripts*, escritos normalmente em Javascript). Porém, esse artifício, não soluciona a demora decorrente do envio da requisição, seu processamento no servidor e recebimento da resposta.

A última das abordagens citadas remove a maior parte da sincronia nas comunicações entre o usuário e o servidor, por meio de um conjunto de tecnologias e padrões preexistentes denominado AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*). Em aplicações construídas por essa abordagem, os navegadores *web* recebem não apenas a página *web*, mas um conjunto complexo de dados e *client-side scripts* que formam uma camada local de aplicação. A partir de então, as ações do usuário não disparam imediatamente requisições ao servidor, elas são primeiramente verificadas pela aplicação local, que também trata os dados provenientes do servidor antes de exibi-los para o usuário.

A [Figura 35](#) reproduz a comparação feita por Garret (2005) de uma aplicação desenvolvida de acordo com a terceira abordagem e de outra, desenvolvida de acordo com a quarta abordagem:

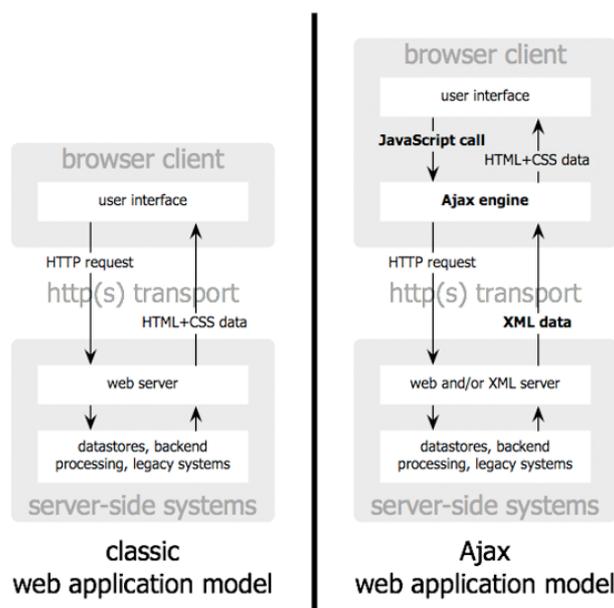


Figura 35 – Comparação entre modelos de aplicações *web*: clássica *versus* AJAX
 Fonte: Garret (2005).

Aplicações *web* construídas por meio de AJAX em geral diminuem o volume de dados trafegado, como pode ser observado na Figura 36, e, por usarem comunicação assíncrona, permitem que o usuário continue interagindo com a aplicação enquanto a comunicação com o servidor ocorre, diminuindo a sensação de espera e provendo uma melhor experiência para o usuário final.

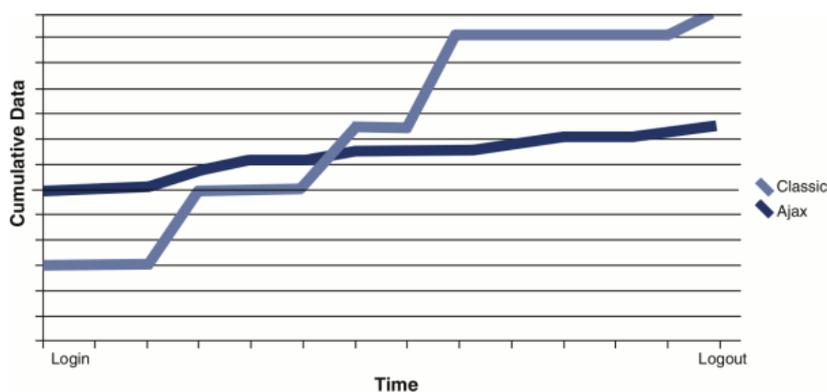


Figura 36 – Comparação de tráfego entre aplicações *web*: clássica *versus* AJAX
 Fonte: Crane, Pascarello e James (2006).

Essas aplicações, denominadas Aplicações de Internet Ricas⁵⁰ (RIA) (DUHL, 2003), podem ser descritas como “um cruzamento entre as aplicações *web* e as tradicionais aplicações *desktop*, transferindo parte do processamento para o cliente *web* e mantendo parte do processamento no servidor de aplicações” e estão se transformando em tendência na internet atualmente (LOOSLEY, 2006).

⁵⁰ *Rich Internet Applications*, em inglês.

A boa aceitação dessas aplicações fomentou o surgimento de ambientes e bibliotecas para o desenvolvimento de aplicações RIA, como as listadas no **Quadro 8**:

Quadro 8 – Alguns *frameworks* para desenvolvimento AJAX

Projeto	Desenvolvedor	Endereço eletrônico
Dojo Toolkit	Dojo Foundation	< http://dojotoolkit.org/ >
Google Web Toolkit	Google Incorporated	< http://code.google.com/webtoolkit >
jQuery	Comunidade <i>software</i> livre	< http://jquery.com/ >
Mochikit	Comunidade <i>software</i> livre	< http://www.mochikit.com/ >
MooTools	Comunidade <i>software</i> livre	< http://mootools.net/ >
Prototype Javascript Framework	Comunidade <i>software</i> livre	< http://prototypejs.org/ >
Yahoo! User Interface Library	Yahoo! Incorporated	< http://developer.yahoo.com/yui/ >

Fonte: Sítios dos desenvolvedores. Acesso em: 30 jun. 2009.

Entretanto, por usar uma técnica de desenvolvimento recente, o código necessário para implementar uma aplicação por essa abordagem é consideravelmente mais complexo que o necessário para uma aplicação *web* clássica (LIMEIRA, 2006; LOOSLEY, 2006; RIBEIRO; CÂNDIDO, 2006). A fim de manter o protótipo simples, optou-se pelo desenvolvimento segundo a terceira abordagem, apresentando apenas páginas HTML com figuras e formatação por meio de folhas de estilo.

Ainda é necessário selecionar a linguagem a ser executada no servidor (*server-side script*). Dentre as linguagens *script* usadas para desenvolvimento de aplicações *web* no lado servidor atualmente, é possível citar: Java, Jscript, Perl, PHP, Python, Ruby, TCL e VBScript. Dentre essas, a linguagem PHP tem bastante portabilidade, sendo executada tanto em sistemas operacionais Linux quanto Windows. O mesmo pode ser dito quanto aos servidores *web*, tanto o Apache quanto o Microsoft IIS são capazes de executar *scripts* escritos em PHP. A linguagem PHP ainda tem compatibilidade com um grande número de bancos de dados, entre eles o MySQL, para o qual dispõe de um conjunto de funções exclusivo, anteriormente escolhido.

Assim, a integração com as demais ferramentas escolhidas, a robustez, a orientação a objetos (especialmente a versão 5) e a curva mais suave no aprendizado da linguagem determinam a linguagem PHP como *server-side script* no servidor *web*.

Quanto à interação com o banco de dados, optou-se por manter a os comandos o mais próximos do padrão internacional (ANSI SQL-99) possível, para facilitar possíveis trocas

de SGBD futuras. Portanto, apesar de suportado pelo SGBD escolhido, as regras de negócio não foram embutidas nele, mas implementadas, em código, no próprio servidor *web*.

Para produzir os gráficos com a evolução das ações disponíveis no jogo, solicitados pelos jogadores e reproduzidos na [Figura 11](#), foi adotada a biblioteca Libchart⁵¹, desenvolvida como *software* livre.

A escolha da biblioteca Libchart motivou-se mais pela sua facilidade de integração ao projeto do que pela qualidade dos gráficos. Há várias outras bibliotecas para geração de gráficos disponíveis, como jpGraph⁵², PHPGraphLib⁵³ e pChart⁵⁴. Apenas a terceira é desenvolvida como *software* livre, apesar de as duas primeiras também serem gratuitas. Também podem ser consideradas bibliotecas capazes de gerar gráficos como componentes Flash, apesar de ocuparem mais espaço, como considerado anteriormente, esses gráficos apresentam uma melhor aparência e são mais intuitivos para o jogador. Nessa linha, é possível citar as bibliotecas PHP/SWF Charts⁵⁵ e FusionCharts Free⁵⁶, ambas gratuitas, porém proprietárias e apresentando restrições de uso.

5.7 Considerações finais sobre a infraestrutura

Os componentes do modelo tecnológico proposto neste trabalho, resumidos nos Quadros 9 e 10, foram escolhidos com base na simplicidade e escalabilidade, visando a construção de um protótipo de jogo empresarial de baixo custo.

Optou-se pelo desenvolvimento de uma aplicação *web* em duas camadas usando clientes “magros”. As regras de negócio foram definidas em código e localizadas no servidor *web* que, usando PHP, gera páginas HTML simples, sem uso de *plug-ins*, máquinas virtuais ou AJAX para diminuir o tráfego de rede e simplificar o código.

51 Disponível em: <<http://naku.dohcrew.com/libchart/pages/introduction/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

52 Disponível em: <<http://www.aditus.nu/jpgraph/index.php>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

53 Disponível em: <<http://www.ebrueggeman.com/phpgraphlib/index.php>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

54 Disponível em: <<http://pchart.sourceforge.net/index.php>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

55 Disponível em: <<http://www.maani.us/charts/index.php>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

56 Disponível em: <<http://www.fusioncharts.com/free/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Quadro 9 – Resumo da infraestrutura adotada na máquina servidora

Categoria	Produto	Custo	Endereço eletrônico
Sistema operacional	GNU/Linux <i>kernel</i> 2.6.28	Licença GPL	< http://www.linux.org/ >
Servidor <i>web</i>	Apache HTTP Server v2.2.14	Licença Apache	< http://www.apache.org/ >
SGBD	MySQL Community v5.0.81	Licença GPL	< http://www.mysql.com/ >
Linguagem	PHP v5.2.11	Licença PHP	< http://www.php.net/ >
Linguagem	Javascript v1.8	Gratuita	< https://developer.mozilla.org/pt/JavaScript >
Hospedagem	Bluehost.com	US\$6,95/mês	< http://www.bluehost.com/ >

Fonte: Sítios dos desenvolvedores. Acesso em: 30 jun. 2009.

O servidor *web* e o servidor de banco de dados escolhidos foram, respectivamente, Apache e MySQL. Como ambos apresentam versões para diversos sistemas operacionais, as máquinas servidoras podem usar Windows ou Linux, apesar da recomendação em adotar o segundo. Em virtude do desenvolvimento como aplicação *web*, as máquinas clientes puderam usar qualquer sistema operacional capaz de oferecer conexão de rede usando TCP/IP e uma interface gráfica com o usuário, apesar da recomendação de também usarem Linux.

A combinação dessas ferramentas é tão difundida na internet que frequentemente é referenciada por meio dos acrônimos LAMP (Linux, Apache, MySQL e PHP) ou WAMP (Windows, Apache, MySQL e PHP). A versatilidade teve grande peso na seleção, no intuito de minimizar a obrigatoriedade de troca da plataforma instalada nas organizações. Além de gratuitas e portáteis, as ferramentas citadas (Linux, Apache, PHP e MySQL) são desenvolvidas como *software* livre, permitindo, se necessário, auditoria ou mesmo alteração em suas rotinas, além de baixo ou nenhum custo de aquisição, características vantajosas para a segurança e custo.

Quadro 10 – Resumo da infraestrutura sugerida para as máquinas clientes

Categoria	Produto	Custo	Endereço eletrônico
Sistema operacional	GNU/Linux <i>kernel</i> 2.6.28	Licença GPL	< http://www.linux.org/ >
Navegador <i>web</i>	Mozilla Firefox 3.0.7	Licença MPL	< http://www.mozilla.com/firefox/ >

Fonte: Sítios dos desenvolvedores. Acesso em: 30 jun. 2009.

Como visto na Seção 5.3.1, em decorrência da abordagem de desenvolvimento adotado, as máquinas clientes podem usar qualquer sistema operacional dotado de uma interface

gráfica desde que disponha de um navegador *web*. Por esta razão, o sistema operacional e o navegador usados nessas máquinas tornaram-se apenas sugestões.

Devido a fatores como custo e segurança, aconselhou-se a adoção do Linux como sistema operacional também nesse caso. Novamente a segurança, dessa vez aliada a fatores como uma maior aderência aos padrões *web* e uma interface consistente entre várias plataformas, tornaram o Firefox a opção sugerida para navegador *web*.

Considerações finais

O objetivo geral deste trabalho foi propor um modelo tecnológico que servisse de infraestrutura para jogos empresariais de baixo custo, no intuito de permitir o acesso a essa ferramenta a um maior número de alunos em uma época em que o ensino a distância destaca-se como complemento às técnicas tradicionais de ensino.

Para atingir esse objetivo, primeiro foi realizada uma análise da literatura existente sobre jogos empresariais, comparando-os com o método do caso e identificando as características, vantagens e desvantagens das duas ferramentas. Observou-se então que a maioria dos trabalhos acadêmicos encontrada é oriunda das regiões Sudeste e Sul, em especial, da UFSC e da FEA-USP.

Em seguida, foram identificados os principais componentes necessários ao desenvolvimento de um jogo empresarial computadorizado e selecionou-se, através de critérios como desempenho, versatilidade, compatibilidade com diversas plataformas e custo, as ferramentas mais adequadas ao projeto.

Finalmente, para testar a viabilidade da infraestrutura selecionada, foi desenvolvido o Simulador de Ações, um jogo empresarial com algumas características do Folhainvest, um jogo empresarial via *web* desenvolvido pela Bovespa e pela Folha de São Paulo.

Apresentando interface com usuário e modelo matemático simples, mas dotado de contagem de pontos, placar e funções administrativas como manutenção partidas e de jogadores, o Simulador de Ações pode executar partidas completas, constituindo-se um protótipo funcional para um jogo empresarial mais complexo, podendo ser concluído em trabalhos futuros e atestando a viabilidade da infraestrutura proposta neste trabalho.

Durante o desenvolvimento e testes da aplicação, foram inscritos 40 jogadores. Enquanto a maioria foi composta por ex-alunos do autor, dez foram inscritos durante uma apresentação em um centro de pesquisas de uma instituição de ensino superior privada, quando jogaram simultaneamente durante cerca de duas horas. Essa apresentação teve um retorno bastante positivo, e rendeu críticas e sugestões que deram maior consistência e força ao objeto final construído.

Os jogadores que não participaram do jogo presencial puderam acessar a aplicação via internet. Foram detectadas algumas interrupções na execução, originadas pelo estouro da capacidade de processamento do plano de hospedagem compartilhada contratado, bastante limitado⁵⁷ em virtude do baixo preço. Providências para contornar esse problema, assim como algumas das sugestões dos jogadores, consideradas viáveis, são listadas na Seção 6.2, para implementação futura.

6.1 Conclusões e contribuições deste trabalho

Durante a seleção dos componentes da infraestrutura e o desenvolvimento do Simulador de Ações, certas suposições iniciais mostraram-se equivocadas. Descartou-se, por exemplo, a ideia inicial de desenvolver uma interface em Java, com o Oracle 10g Express Edition como SGBD, optando pelo desenvolvimento em PHP e MySQL, combinação que apresentou uma curva de aprendizado mais suave, melhor integração entre seus componentes e melhor desempenho.

A fim de verificar, na prática, a infraestrutura descrita no Capítulo 5, um computador pessoal⁵⁸ rodando Linux⁵⁹ e alguns aplicativos bem difundidos desta plataforma – OpenOffice.org, Dia⁶⁰, Inkscape⁶¹ e Gimp⁶² – foi usado simultaneamente para editar a presente dissertação e como plataforma de desenvolvimento. Posteriormente, durante a etapa de testes, a aplicação foi transferida para o provedor de hospedagem selecionado, também configurado com *software* livre (conjunto LAMP) e, a despeito da apreensão que esse sistema de desenvolvimento pode passar aos usuários de *software* proprietário, em ambas as oportunidades, os aplicativos revelaram-se bastante estáveis e robustos, demonstrando que o *software* livre encontra-se maduro o suficiente para ser considerado como opção em trabalhos futuros.

57 O plano oferecia apenas 40 segundos de CPU a cada 180 segundos reais. Segundo de CPU é uma unidade comumente usada em informática. Refere-se ao número de ciclos de processamento do processador em um determinado intervalo de tempo, e não a segundos reais.

58 Processador Intel Core 2 Duo 2GHz, com 2GB de RAM e 120GB de HD.

59 Distribuição Ubuntu. Disponível em: <<http://www.ubuntu.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

60 Editor de diagramas. Disponível em: <<http://live.gnome.org/Dia>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

61 Editor de imagens vetoriais. Disponível em: <<http://www.inkscape.org/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

62 Editor de imagens bitmap. Disponível em: <<http://www.gimp.org/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

A despeito de não ter sido feita uma mensuração precisa do aprendizado dos jogadores, inclusive com uso de um grupo de controle, quanto ao funcionamento do mercado de capitais, uma das principais contribuições deste trabalho foi que a execução bem sucedida do Simulador de Ações demonstrou a viabilidade de um modelo tecnológico de baixo custo para a implementação de jogos empresariais como ferramenta complementar ao ensino, permitindo que os recursos das instituições de ensino superior (IES) sejam concentrados no desenvolvimento de modelos matemáticos mais complexos e adequados às suas necessidades, ao invés de ser concentrados em uma infraestrutura usando componentes proprietários.

Para facilitar o planejamento necessário ao desenvolvimento de jogos usando infraestrutura semelhante, pode-se considerar os cálculos, por duas métricas diferentes, do esforço necessário ao desenvolvimento deste protótipo, apresentados com maiores detalhes na Seção 4.3.3.

6.2 Sugestões para novos trabalhos

Independentemente dos resultados positivos do Simulador de Ações usando o modelo tecnológico proposto neste trabalho, observaram-se vários pontos que podem ser melhorados em trabalhos futuros.

Alguns desses pontos dizem respeito ao Simulador de Ações. São melhorias que podem beneficiar o funcionamento do jogo, seu entendimento ou mesmo a interface com o jogador, com prováveis benefícios para o aprendizado.

Entre as melhorias sugeridas para o Simulador de Ações, as mais solicitadas e aprovadas do ponto de vista de viabilidade, foram: a opção de negociar ações não apenas pela quantidade, mas também pelo valor; e a implementação de outros gráficos para auxiliar a tomada de decisão, como:

- um gráfico com a evolução patrimonial do jogador;
- gráficos com a evolução da carteira de ações do jogador; e

- gráficos com o desempenho das ações disponíveis no mercado em períodos maiores de tempo (último mês, último semestre e último ano, por exemplo).

Caso decida-se por manter um gerador de oscilações, é aconselhável desenvolver novas fórmulas que melhorem a reprodução do comportamento das ações no mercado real. Uma alternativa é que a fórmula gere valores aproximados à sequência de Fibonacci⁶³ que, se não corresponde ao comportamento real da bolsa, tem a fama de reproduzi-lo com tal semelhança que muitos investidores, popularmente conhecidos como “grafistas”, a adotam como ferramenta de apoio à tomada de decisão.

Outros pontos podem beneficiar diretamente o modelo tecnológico proposto, beneficiando não apenas o Simulador de Ações, mas outros jogos que porventura venham a basear-se na mesma infraestrutura. Alguns desses pontos agem sobre a interface com o jogador, implementando novas formas de comunicação entre o animador e os jogadores, como:

- um formulário eletrônico para o pedido de inscrição e, no caso de deferimento, o envio automático de resposta ao jogador, comunicando-lhe sua senha de acesso inicial, dispensando o envio manual de e-mails neste processo;
- um manual e um sistema de ajuda *online*, a fim de suavizar a curva de aprendizado da interface da aplicação, permitindo que os jogadores concentrem-se na compreensão das relações reproduzidas no jogo;
- um sistema de comunicação entre o animador e os jogadores, no estilo *pop-up* para avisos quanto à execução do jogo, como interrupções programadas ou encontros para partidas presenciais; e
- um sistema de notícias no estilo *news ticker*, alimentado com informações ambientadas no universo do jogo que influenciem a compra ou venda de determinados títulos. Em sua maioria, seriam frases simples, como “‘Empresa X’ registra prejuízo de R\$ 364 milhões no 2º trimestre”, “‘Anunciada fusão entre a ‘Empresa X’ e a ‘Empresa Y’” ou “‘Descobertas novas jazidas de petróleo na bacia de Santos’”.

63 Sequência de números, descrita pelo matemático italiano Leonardo Pisano, tais que, definindo os dois primeiros números da sequência como 0 e 1, os elementos números seguintes são obtidos através da soma dos seus dois antecessores (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, ...).

Também é interessante a construção de um interface mais parecida com serviços reais de cotações como o oferecido pela ADVFN Brasil⁶⁴, reproduzido na Figura 37, ou mesmo o jogo empresarial Folhainvest, reproduzido na Figura 38.



Figura 37 – Interface do serviço de cotações da ADVFN Brasil
 Fonte: <<http://br.advfn.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Outra melhoria interessante seria a implementação de Eventos Automáticos que pudessem ser programados pelo animador para execução futura. Essa programação poderia ser baseada na marcação do horário de execução ou disparada por testes lógicos definidos pelo animador.

Essa funcionalidade ocasionaria o desenvolvimento de um módulo de construção de regras e de um módulo de interpretação dessas regras, esse último implicando em algumas alterações no funcionamento da Fila de Eventos, razão pela qual foi deixada para trabalhos posteriores. A sugestão é que as regras usem uma sintaxe bastante simples, no formato SE <CONDIÇÃO>, ENTÃO <AÇÃO>, onde:

<CONDIÇÃO> pode ser um teste lógico ou um horário para execução; e

<AÇÃO> é uma operação a ser efetuada nas cotações de uma ação ou o uso do sistema de notícias descrito no item anterior.

⁶⁴ Representante brasileira da empresa ADVFN PLC, estabelecida em Londres em 1999, oferece ferramentas de análise financeira, com informações sobre as principais bolsas de valores mundiais. Disponível em: <<http://br.advfn.com/>>. Acesso em: 30 jul. 2009.

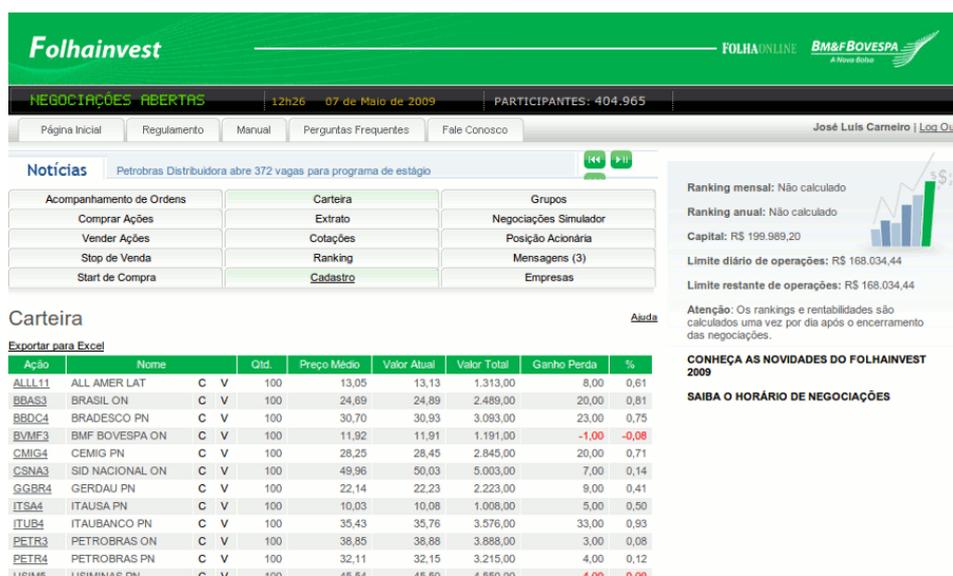


Figura 38 – Interface do Folhainvest
 Fonte: <<http://folhainvest.folha.com.br/>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Quanto ao módulo para criação das regras, é aconselhável que use uma interface gráfica, permitindo que o animador crie as regras usando o *mouse*, reduzindo a chance de erros de digitação e simplificando a implementação do módulo responsável pela interpretação das regras. Uma proposta para essa interface pode ser vista na Figura 39:



Figura 39 – Proposta de interface para o módulo de inclusão de regras
 Fonte: O autor.

Uma vez que a aplicação é executada ininterruptamente, é recomendável implementar o envio de mensagens de e-mail informando erros, interrupções na aplicação, solicitações de inscrição e outras mensagens informativas ao animador. Outra providência é a otimização do código da aplicação, a fim de reduzir o consumo de recursos de servidor, evitando

interrupções por estouro da capacidade de processamento em planos de hospedagem mais econômicos.

Por fim, além das melhorias do ponto de vista técnico, é aconselhável planejar a aplicação do Simulador de Ações a alguns grupos de alunos, acompanhando a evolução do seu aprendizado durante um semestre com os resultados obtidos por grupos de alunos submetidos ao ensino tradicional.

Referências Bibliográficas

ADOBE SYSTEMS. **Flash player statistics**. [San Jose, USA]: Adobe Systems, [ca. 2009]. Disponível em: <http://www.adobe.com/products/player_census/flashplayer/>. Acesso em: 30 ago. 2009.

ALMEIDA, F. C. Experiências no uso de jogos de empresas no ensino de Administração. In: SEMEAD, 3., São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1998. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/3semead/pdf/Ensino/Art083.PDF>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

BALBONI, M. (Coord.). **Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no Brasil: TIC DOMICÍLIOS e TIC EMPRESAS 2007**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2008. Disponível em: <<http://www.cetic.br/tic/2007/indicadores-cgibr-2007.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2009.

BARBOSA, A. (Coord.). **Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no Brasil: destaques 2008**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2009. Disponível em: <<http://www.cetic.br/usuarios/tic/2008/analise-tic-domicilios2008.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2009. Em preparação.

BOAVENTURA, E. M. **Metodologia da pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2004. 160 p.

BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO. **Dados & notas**. São Paulo: Bovespa, abr./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/pdf/DadosNotas.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2009.

_____. **Folhainvest: manual do Folhainvest**. São Paulo: Bovespa, [ca. 2009]. Disponível em: <<http://folhainvest.folha.com.br/ajuda>>. Acesso em: 20 abr. 2009.

_____. **Folhainvest 2008: regulamento**. São Paulo: Bovespa, [ca. 2008]. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/pdf/RegulamentoFolhainvest.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2009.

_____. **Manual de procedimentos operacionais**. 21. rev. São Paulo: Bovespa, 2009. Disponível em: <http://www.bovespa.com.br/pdf/0_manual_proc_operacao_completo.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2009.

_____. **Regulamento de operações da Bolsa de Valores de São Paulo**. 6. rev. São Paulo: Bovespa, 2006. Disponível em: <http://www.bovespa.com.br/pdf/0_manual_regulacao_completo.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2009.

_____. **Simulado Folhainvest**. São Paulo: Bovespa, [ca. 2009]. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/Home/redirect.asp?end=/Investidor/Educacional/Folhainvest.asp>>. Acesso em: 20 abr. 2009.

BORGES, M. E. N. A informação como recurso gerencial das organizações na sociedade do conhecimento. **Ciência da Informação**. Brasília: IBICT, v. 24, n. 2, p. 181-188, maio/ago. 1995. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/download/551/500>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

BROWN, E.; CAIRNS, P. A Grounded investigation of game immersion. In: **Conference on human factors in computing systems**. New York, USA: ACM Press, p. 1297-1300, abr 2004. Disponível em: <<http://www-users.cs.york.ac.uk/~pcairns/papers/Immersion.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

CARNIEL, A. **Especificação de um ambiente para o trabalho e o aprendizado em grupos colaborativos na internet: o caso de um jogo de empresas**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2002. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS3126.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

CASAGRANDE, M. D. H. **Jogo de empresa na prática de ensino de Contabilidade Tributária**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2006. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS5097.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

CESAR, A. M. R. V. C. Método do estudo de caso (case studies) ou método do caso (teaching cases)? Uma análise dos dois métodos no ensino e pesquisa em Administração. **REMAC Revista Eletrônica Mackenzie de Casos**, São Paulo, v. 1, n. 1, 2005. Disponível em: <http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/CCSA/remac/jul_dez_05/06.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.

CHECCHINATO, D. **Modelagem de problemas logísticos sob o enfoque de sistemas dinâmicos: o caso do jogo da cerveja**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Florianópolis, UFSC, 2002. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS2587.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Brasil). **Resolução nº 4, de 13 de julho de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília, 19 jul. 2005. Seção 1, p. 26. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces004_05.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.

CORNÉLIO FILHO, P. **O modelo de simulação do GPCP-1: jogo do planejamento e controle da produção**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 1998. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/plinio/index.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

COSENTINO, A. **Um modelo colaborativo para o ensino de Administração da Produção**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2002. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS2645.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

CRANE, D.; PASCARELLO, E.; JAMES, D. **Ajax in action**. Greenwich: Manning Publications, 2006. 650 p.

- CRUIKSHANK, J. L. **A delicate experiment: the Harvard Business School, 1908-1945**. Boston, USA: Harvard Business School Press, 1987. Disponível em: <<http://pds.lib.harvard.edu/pds/view/6579082?n=76>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow: the psychology of optimal experience**. New York: Harper and Row, 1990. 320 p.
- DATE, C. J. **Introdução a sistemas de bancos de dados**. Tradução [da 7. ed. americana] Vandenberg Dantas de Souza. Revisão técnica de Sérgio Lifschitz. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 804 p.
- DUHL, J. **Rich Internet applications: IDC opinion**. [Framingham, USA]: IDC, 2003. Disponível em: <http://www.adobe.com/platform/whitepapers/idc_impact_of_rias.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- ECHEVESTE, S. et al. Perfil do executivo no mercado globalizado. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 3, n. 2, p. 167-186, maio/ago. 1999. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/periodicos/arq_pdf/a_511.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- ERMI, L.; MÄYRÄ, F. Fundamental components of the gameplay experience: analysing immersion. In: DiGRA, 2., 2005, Vancouver. **Proceedings...**, Vancouver: Digital Games Research Association & Simon Fraser University, 2005. Disponível em: <<http://www.digra.org/dl/db/06276.41516.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- FALBO, R. A. **Análise de sistemas**. 2002. 120 p. Notas de aula. Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~falbo/download/aulas/analise/2004-2/Apostila.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- FIDELIS, W. I. O. **FireWeb: uma ferramenta de suporte aos testes de regressão de aplicações web**. 2003. Dissertação (Mestrado em Computação) – Campinas, UNICAMP, 2003. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?down=vtls000345111>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- FORRESTER RESEARCH. **The Forrester Wave™: application server platforms, Q3 2007**. [Cambridge, USA], 2007, il. Disponível em: <<http://www.oracle.com/corporate/analyst/reports/infrastructure/fm/forrester-aps-wave-overall-0707.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2008.
- GABARDO, L. O. S. Jogos de empresas: uma metodologia de utilização. **Revista Conhecimento Interativo**, São José dos Pinhais, v. 2, n. 1, p. 88-100, 2006. Disponível em: <<http://revistacientifica.famec.com.br/include/getdoc.php?id=129&article=42&mode=pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2007.
- GARRET, J. J. **Ajax: a new approach to web applications**. San Francisco, CA: Adaptive Path, 2005, il. Disponível em: <<http://www.adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

- GARVIN, D. A. Making the case: professional education for the world of practice. **Harvard Magazine**, [Cambridge, USA], v. 106, n. 1, p. 56-65, set./out. 2003. Disponível em: <<http://harvardmag.com/pdf/2003/09-pdfs/0903-56.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- GAVIRA, M. O. **Simulação computacional como uma ferramenta de aquisição de conhecimento**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – São Carlos, USP, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-20052003-004345/publico/Gavira1.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- GERBER, J. Z. **Proposta de metodologia para o desenvolvimento de recursos à aplicação de jogos de empresas via internet: o modelo para o jogo de empresas GI-EPS**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2000. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/3479.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2009.
- _____. **Jogo de empresas e a formação de líderes empresariais**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2006. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS5034.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.
- GRAEML, A. R.; MARQUES, R. F. The beer game, an implementation for use over the web. In: Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference, 2004, Cancun, Mexico. **Anais eletrônicos**. Cancun, Mexico: POMS, 2004. Disponível em: <http://www.dainf.cefetpr.br/~graeml/publica/artigos/download/POMS2004_BeerGame.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- GRAHAM, C.; FEINBERG, D. **Gartner study on DBMS identifies spending and deployment trends**. [Stamford, USA]: Gartner, 2006, il. Disponível em: <<ftp://ftp.software.ibm.com/software/emea/de/info/Gartner-2006-03-DBMS-Spending-and-Deployment-Trends.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- GRAMIGNA, M. R. M. **Jogos de empresa**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007. 192 p.
- HANSON, J. **Is Tomcat an application server?**. [Southborough, USA]: JavaWorld.com, 2008. Disponível em: <<http://www.javaworld.com/javaworld/jw-01-2008/jw-01-tomcat6.html>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- HARVARD BUSINESS SCHOOL. **Learning in practice**. [Cambridge, USA]: Harvard College, [ca. 2009]. Disponível em: <<http://www.hbs.edu/learning/>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- HEXSEL, R. **Propostas de ações de governo para incentivar o uso de software livre**. Curitiba: UFPR, 2002. Relatório Técnico RT-DINF 004/2002, 2002. Disponível em: <http://www.inf.ufpr.br/info/techrep/RT_DINF004_2002.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2009.
- HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1971. 242 p.

IKEDA, A. A.; VELUDO-DE-OLIVEIRA, T. M.; CAMPOMAR, M. C. O caso como estratégia de ensino na área de Administração. **Revista de Administração (USP)**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 30-46, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população 2007**. Rio de Janeiro: IBGE: 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA. **Internet release maio 2008**. Rio de Janeiro: IBOPE: 2008. Disponível em: <http://www.ibope.com.br/calandraWeb/servlet/CalandraRedirect?temp=6&proj=PortalIBOPE&pub=T&nome=home_materia&db=caldb&docid=F0BA65F8A513A48832574750050527E>. Acesso em: 30 ago. 2009.

JOHNSSON, Marcelo Evandro. **Jogos de empresas: modelo para identificação e análise de percepções da prática de habilidades gerenciais**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Florianópolis, UFSC, 2006. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS4960.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

KALLÁS, D. **Balanced scorecard: aplicação e impactos: um estudo com jogos de empresas**. 2003. Dissertação (Mestrado em Administração) – FEA-USP, São Paulo, 2003a. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-23082004-132438/publico/Dissertacao_Kallas.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.

_____. A Utilização de jogos de empresas no ensino da Administração. In: SEMEAD, 6., São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2003b. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/6semead/ENSINO/004ENS%20-%20A%20Utilizacao%20de%20Jogos%20de%20Empresas.doc>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

KNABBEN, B. C.; FERRARI, R. A simulação estratégica no processo de ensino/aprendizagem: os jogos de empresa. In: ENANGRAD, 6., 1995, Natal. **Anais...** São Paulo: ANGRAD, 1995. Disponível em: <http://www.angrad.org.br/area_cientifica/artigos/a_simulacao_estrategica_no_processo_de_ensino_aprendizagem_os_jogos_de_empresa/537/download/>. Acesso em: 30 ago. 2009.

KOZOVITS, L. E.; FEIJÓ, B. **Arquiteturas para jogos massive multiplayer**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2003. Disponível em: <ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/03_36_kozovits.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.

LACRUZ, A. J. Jogos de empresas: considerações teóricas. **Caderno de pesquisa em Administração**. São Paulo, v. 11, n. 4, p. 93-109, out./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/v11n4art7.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

LIMEIRA, J. L. S. **Utilização de AJAX no desenvolvimento de sistemas web**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Porto Alegre, UFRGS, 2002. Disponível em: <http://www.limeira.eti.br/monografia_ajax.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.

LOOSLEY, C. **Rich internet applications: design, measurement, and management challenges**. [San Mateo, USA]: Keynote Systems, 2006. Disponível em: <http://www.keynote.com/docs/whitepapers/RichInternet_5.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009.

LOPES, M. C.; WILHELM, P. P. H. Uso de jogos de simulação empresarial como ferramenta educacional: uma análise metodológica. In: SBIE, 17., Brasília. **Anais...** Brasília, UCB, 2006. Disponível em: <<http://www.ucb.br/prg/professores/germana/sbie2006-ws/artigos/lopes-wilhelm.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

LOPES, P. C. **Formação de administradores: uma abordagem estrutural e técnico-didática**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2001. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/3464.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2009.

LOPES, P. C.; SOUZA, P. R. B. Jogos de negócios como ferramentas para a construção de competências essenciais às organizações. In: SEMEAD, 7., São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2004. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/7semead/paginas/artigos%20recebidos/Ensino/ENS18B-Jogos_de_Negócios_como_ferramentas.PDF>. Acesso em: 30 ago. 2009.

MACHADO, A. O.; CAMPOS, R. Proposta de um jogo de empresas para a simulação de operações logísticas. In: **Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP**, 10., 2003, Bauru. Anais do SIMPEP, 2003. v. 1. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_10/x_simpep_eep.zip>. Acesso em: 30 ago. 2009.

MARTINELLI, D. P. **A utilização dos jogos de empresas no ensino de Administração**. 1987. Dissertação (Mestrado em Administração) – FEA-USP, São Paulo, 1987.

_____. A utilização dos jogos de empresas no ensino de administração. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 24-37, jul./set. 1988. Disponível em: <<http://www.rausp.usp.br/download.asp?file=2303024.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

MARTINELLI, D. P.; TANABE, M.; CASTRO, F. M. **O impacto da utilização dos jogos de empresas sobre o aprendizado dos alunos do primeiro ano de administração: um estudo na FEA-RP/USP**. São Paulo: USP, 2003. (Texto para discussão – Administração, n. 22). Disponível em: <<http://www.cpq.fearp.usp.br/pdf/adm/wp-a22.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

MATEUS, G. R.; LOUREIRO, A. A. F. Introdução à computação móvel. In: **XI Escola de Computação**, COPPE/Sistemas, NCE/UFRJ, 1998. Disponível em: <http://www.dcc.ufmg.br/~loureiro/cm/docs/cm_livro_1e.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2009

MATOS JUNIOR, G. R. de. **Componentes para o desenvolvimento de intranets**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Campinas, UNICAMP, 2001. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?down=vtls000227248>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

- MATTAR, F. N. **Avaliação do ensino de Administração: modelo conceitual e aplicação**. 1998. Disponível em: <<http://www.fauze.com.br/DOCUMENTOS/Avaliação%20do%20ensino%20de%20administração.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- MAYER, V. F.; MARIANO, S. R. H.; SERPA, D. A. F. Metodologia para desenvolvimento de estudos de caso. In: Veit, M. R. (Org.). **Histórias de Sucesso Vol. 1**. Belo Horizonte: SEBRAE, 2003, v. 1, p. 372-379. Disponível em: <<http://www.casosdesucesso.sebrae.com.br/artigo/Metodologia%20de%20estudo.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2009.
- MECHELN, P. J. **Jogo de empresas, ambiente interativo e agentes computacionais mediadores**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2003. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/3463.pdf>>. Acesso em: 9 jul. 2007.
- MEDEIROS JÚNIOR, J. V. et al. Metodologia didática de modelagem e simulação empresarial aplicada ao ensino da Administração. 2006. In: **Congresso Internacional de Dinâmica de Negócios**, 1., Brasília: SBDS, 2006. Disponível em: <<http://www.upis.br/dinamicadenegocios/arquivos/13%20Artigo%20Oficial%20SIMADM%20na%20educação.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.
- MENDES, J. B. Utilização de jogos de empresas no ensino de Contabilidade: uma experiência no curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Uberlândia. In: XVI Congresso Brasileiro de Contabilidade, Goiânia, 2000. **Anais...**, 2000. Disponível em: <<http://www.milenio.com.br/siqueira/Trab.224.doc>>. Acesso em: 30 mar. 2009.
- MENDES, M. L. M. S. **O modelo GS-RH: uma integração de jogos de empresas para treinamento e desenvolvimento gerencial**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Florianópolis, UFSC, 1997. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/1163.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2007.
- MEIRELLES, F. S. **Pesquisa anual de administração de recursos de informática**. 19 ed., São Paulo: FGV-EAESP, 2008. Disponível em: <<http://www.eaesp.fgvsp.br/subportais/interna/relacionad/GV2008Pesquisa19Resumo.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.
- MIYASHITA, R. **Elaboração e uso de um jogo de logística**. 1997. Dissertação (Mestrado em Administração) – Rio de Janeiro, COPPEAD/UFRJ, 1997. Disponível em: <http://www2.coppead.ufrj.br/port/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1225&Itemid=204>. Acesso em: 30 mar. 2009.
- MONTEIRO, R. L. S. **GuaráScript: projeto e implementação de uma linguagem de programação “open source” orientada à computação científica**. 2005. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Modelagem Computacional) – Salvador, Centro de Pós-graduação e Pesquisa da Fundação Visconde de Cairu, 2005. Disponível em: <<http://www.souzamonteiro.com/guarascript/download/dissertacao.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

MORAN, J. M. **O que é educação a distância?** Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/dist.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

NET APPLICATIONS. **Browser market share: march, 2009.** [Aliso Viejo, USA], 2009, il. Disponível em: <<http://marketshare.hitslink.com/report.aspx?qprid=0&qptimeframe=M&qpssp=122&qpmr=100&qpdt=1&qpct=3&qpf=1>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

_____. **Operating system market share: march, 2009.** [Aliso Viejo, USA], 2009, il. Disponível em: <<http://marketshare.hitslink.com/report.aspx?qprid=8&qptimeframe=M&qpssp=122&qpmr=100&qpdt=1&qpct=3&qpf=1>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

_____. **Top browser share trend: april, 2007 to march, 2009.** [Aliso Viejo, USA], 2009, il. Disponível em: <<http://marketshare.hitslink.com/report.aspx?qprid=1&qptimeframe=M&qpssp=99&qpnp=24&qpdt=1&qpct=4&qpf=1>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

NETCRAFT. **April 2009 – web server survey: graphs.** [Bath, GBR], 2009, il. Disponível em: <<http://survey.netcraft.com/Reports/200904/graphs.html>>. Acesso em: 8 abr. 2009.

_____. **December 2007 web server survey.** [Bath, GBR], 2007, il. Disponível em: <http://news.netcraft.com/archives/2007/12/29/december_2007_web_server_survey.html>. Acesso em: 8 abr. 2009.

_____. **June 2007 web server survey.** [Bath, GBR], 2007, il. Disponível em: <http://news.netcraft.com/archives/2007/06/08/june_2007_web_server_survey.html>. Acesso em: 8 abr. 2009.

_____. **March 2009 web server survey.** [Bath, GBR], 2009, il. Disponível em: <http://news.netcraft.com/archives/2009/03/15/march_2009_web_server_survey.html>. Acesso em: 8 abr. 2009.

_____. **May 2007 web server survey.** [Bath, GBR], 2007, il. Disponível em: <http://news.netcraft.com/archives/2007/05/01/may_2007_web_server_survey.html>. Acesso em: 8 abr. 2009.

_____. **Netcraft uptime survey.** [Bath, GBR], 2009. Disponível em: <<http://uptime.netcraft.com/>>. Acesso em: 8 abr. 2009.

_____. **November 2007 Web Server Survey.** [Bath, GBR], 2007, il. Disponível em: <http://news.netcraft.com/archives/2007/11/23/november_2007_web_server_survey.html>. Acesso em: 8 abr. 2009.

_____. **Site report for qzone.qq.com.** [Bath, GBR], 2009. Disponível em: <http://toolbar.netcraft.com/site_report?url=http://qzone.qq.com>. Acesso em: 8 abr. 2009.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**. 9. ed. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 358 p.

OLIVIER, M.; ROSAS, A. R. Jogos de Empresas na Graduação e no Mestrado. In: SEMEAD, 7., São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2004. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/7semead/paginas/artigos%20recebidos/Ensino/ENS19_-_Jogos_de_empresas_graduacao_e_mestrado.PDF>. Acesso em: 30 mar. 2009.

OLOFSON, C. W. **Worldwide RDBMS 2005 vendor shares: preliminary results for the top 5 vendors show continued growth**. Framingham, USA: IDC, 2006, il. Disponível em: <<http://www.oracle.com/corporate/analyst/reports/infrastructure/dbms/idc-201692.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2008.

_____. **Worldwide RDBMS 2006 vendor shares: preliminary results for the top 5 vendors**. Framingham, USA: IDC, 2007. Disponível em: <<http://download.microsoft.com/download/A/B/9/AB93175B-BA6A-4332-AFBF-FE4C3749BBEC/IDC%202006%20DB%20Marketshare%20206061.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Broadband growth and policies in OECD countries**. In: OECD Ministerial Meeting on the Future of the Internet Economy. Seul, Coréia, 2008. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/32/57/40629067.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009. Versão pré-publicação.

ORLANDELI, R. **Um jogo de empresas envolvendo cadeia logística: game F61 – um enfoque educacional**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2001. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/5392.pdf>>. Acesso em: 4 mar. 2007.

PEIXOTO, R. B. **Simulação empresarial: um modelo conceitual para o ensino/aprendizagem em Gestão de Sistemas de Informação**. 2003. Dissertação (Mestrado em Administração) – Londrina, UEM, 2003. Disponível em: <<http://www.ppa.uem.br/defesas/pdf/dis045.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

PINTO, I. O método de caso no Brasil. **HSM Management**, São Paulo: HSM do Brasil, v. 1, n. 60, p. 20-28, jan./fev. 2007.

RABENSCHLAG, D. R. **Um modelo probabilístico para abordar o risco com ilustrações em jogos de empresas**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Florianópolis, UFSC, 2005. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS4846.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

RIBEIRO, R. P. **MultinveSt, o jogo de simulação de investimentos em um banco**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Santa Maria, UFSM, 2007. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1000>. Acesso em: 30 mar. 2009.

RIBEIRO, E. F.; CÂNDIDO, R. H. **Paradigmas para desenvolvimento de sites e aplicações web utilizando Ajax**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Limeira: Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET), 2006. Disponível em: <<http://download.codigolivre.org.br/ajax/ajax/Monografia/monografia.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

ROCHA, C. A. de S. **Análise de desempenho em ambientes cliente/servidor 2-camadas e 3-camadas**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Florianópolis, UFSC, 2002. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PGCC0377.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

ROCHA, L. A. de G. **Jogos de empresas: desenvolvimento de um modelo para aplicação no ensino de custos industriais**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Florianópolis, UFSC, 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta97/giordano/index.html>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

RODRIGUES, L. C.; RISCARROLI, V. O valor pedagógico de jogos de empresas. In: ENANGRAD, 12., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANGRAD, 2001. Disponível em: <http://www.angrad.org.br/area_cientifica/artigos/o_valor_pedagogico_de_jogos_de_empresas/725/download/>. Acesso em: 30 mar. 2009.

SANTOS FILHO, H. **Aprendizagem e cultura nas organizações: desenvolvimento de um laboratório suportado por jogos de treinamento**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2004. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS4333.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

SAUAIA, A. C. A. **Satisfação e aprendizagem em jogos de empresas: contribuições para a educação gerencial**. 1995. Tese (Doutorado em Administração) – São Paulo, FEA-USP, 1995. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12134/tde-23112005-193556>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

SCHAFRANSKI, L. E. **O protótipo GPCP-1: jogo do planejamento e controle da produção**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 1998. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/erley/index.html>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

_____. **Jogos de gestão da produção: desenvolvimento e validação**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 2002. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/3709.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2007.

SERPRO. O Estado à frente. **Revista TEMA**, v. 32, n. 196, p. 40-43, jan./fev. 2009.

SERRA, E. V. M. **Uma proposta para o ensino de mercado de capitais na abordagem de jogos de empresas**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Florianópolis, UFSC, 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/serra/index.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

SETZER, V. W. Dado, informação, conhecimento e competência. In: **Meios eletrônicos e educação: uma visão alternativa**. São Paulo: Escrituras, 2001. 288 p. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~vwsetzer/dado-info.html>>. Acesso em: 20 maio 2008.

SHIGUNOV NETO, A.; TEIXEIRA, A. A. Sociedade do conhecimento e ciência administrativa: reflexões iniciais sobre a gestão do conhecimento e suas implicações organizacionais. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Brasília, v. 11, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php/pci/article/view/324/128>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

SILVA, D. D. M. da; FUSCO, J. P. A. A Produção de software com a técnica de programação em camadas. In: X SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, 2003. **Anais...**, FEB - Faculdade de Engenharia de Bauru - DEP, 2003. v. 1. p. 1-10. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_10/x_simpep_out.zip>. Acesso em: 30 mar. 2009.

SILVEIRA, S. A. da. **Software livre: A luta pela liberdade do conhecimento**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2004. 80 p.

SOUSA, A. G. **Análise de pontos de função estendida: métrica de software baseada na abordagem das dimensões tecnológica e ambiental/contextual**. 2006. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Modelagem Computacional) – Salvador, Centro de Pós-graduação e Pesquisa da Fundação Visconde de Cairu, 2006. Disponível em: <http://www.fattocs.com.br/artigos/Dissertacao_XFPA_MIMC_AugustoSousa.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2009.

STAIR, R. M.; REYNOLDS, G. W. **Princípios de sistemas de informação**. Tradução [da 4. ed. americana] Alexandre Melo de Oliveira. Revisão técnica de Luiz Augusto Pereira de Andrade Figueira. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 496 p.

SUN TZU. **A arte da guerra**. Tradução de Adam Sun. São Paulo: Conrad Editora do Brasil, 2006. 143 p.

TANENBAUM, A. S. **Redes de computadores**. 4. ed. São Paulo: Campus, 2003. 955 p.

_____. **Sistemas operacionais modernos**. 2. ed. São Paulo: Campus, 2003. 707 p.

VICENTE, P. **Jogos de empresas**. São Paulo: Makron Books, 2000. 120 p.

WANG, X.; YU, H. **How to break MD5 and other hash functions**. Berlin: Springer, 2005. Disponível em: <<http://www.infosec.sdu.edu.cn/uploadfile/papers/How%20to%20Break%20MD5%20and%20Other%20Hash%20Functions.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

WEBSTER, F. The changing role of marketing in the corporation. **Journal of Marketing**, [Birmingham, USA], v. 56, n. 4, p. 1-17, out. 1992. Disponível em: <[http://links.jstor.org/sici?sici=0022-2429\(199210\)56:4<1:TCROMI>2.0.CO;2-J](http://links.jstor.org/sici?sici=0022-2429(199210)56:4<1:TCROMI>2.0.CO;2-J)>. Acesso em: 30 mar. 2009.

Apêndice A – Estudos sobre jogos empresariais na UFSC

#	Trabalho	Descrição
1	Fries (1985)	Proposta de alterações no modelo do jogo empresarial OMEGA a fim de adaptá-lo à realidade brasileira.
2	Maldonado (1990)	Protótipo do módulo relacionado à liderança situacional, do jogo empresarial RELAÇÕES HUMANAS voltado ao desenvolvimento de habilidades gerenciais.
3	Salvatierra (1990)	Protótipo do módulo relacionado às necessidades humanas, do jogo empresarial RELAÇÕES HUMANAS voltado ao desenvolvimento de habilidades gerenciais.
4	Nunes (1991)	Protótipo do GEBAN, jogo empresarial dirigido ao ensino de habilidades necessárias às gerências de bancos comerciais.
5	Grahl (1992)	Protótipo de um sistema de apoio à decisão por meio de planilha eletrônica de dados, para uso com o jogo empresarial GI-EPS.
6	Destri Júnior (1992)	Protótipo de jogo empresarial voltado ao transporte rodoviário de cargas no Brasil.
7	Bernard (1993)	Propostas de adequação do GI-EPS à realidade econômico-financeira das empresas brasileiras, por meio da inclusão de conceitos de inflação ao modelo do jogo.
8	Lopes (1994)	Alterações no modelo matemático, no sistema computacional e nos mecanismos de animação do jogo RELAÇÕES HUMANAS, resultando no jogo LÍDER.
9	Córdova (1995)	Protótipo de jogo empresarial enfatizando a pesquisa de mercado no desenvolvimento de novos produtos.
10	Vargas (1996)	Proposta do LIDERSIT, aplicativo para autoanálise e desenvolvimento de habilidades de liderança por meio de simulações.
11	Bornia (1996)	Análise do GI-EPS como ferramenta para o treinamento de decisões relativas a preço e à geração de lucros.
12	Teixeira (1996)	Análise da estrutura conceitual e da relevância do jogo LÍDER para o desenvolvimento de habilidades gerenciais.
13	Hermenegildo (1996)	Protótipo do jogo empresarial GS-ENE, baseado no GI-EPS, como ferramenta no treinamento de gerentes, adotando a qualidade total como estratégia de gestão.
14	Coudray (1997)	Proposta de reestruturação do GI-EPS, para resolver problemas de disfunção no trabalho em equipe.
15	Wilhelm (1997)	Análise do potencial pedagógico dos jogos empresariais ao incorporar sistemas de informação e apoio à decisão por meio de estudo de caso com o jogo empresarial VIRTUAL 3.
16	Mendes (1997)	Proposta do jogo empresarial GS-RH, resultado da integração dos jogos empresariais GS-ENE, focado na simulação industrial, e LÍDER, focado na gestão de recursos humanos.
17	Andujar (1997)	Aplicação, ao jogo empresarial GI-EPS, de uma proposta de metodologia de classificação de informações para a tomada de decisão usando o <i>software</i> probabilístico SPIRIT.
18	Mecheln (1997)	Protótipo do SAP1-GI, sistema de apoio ao planejamento para sanar deficiências no GI-EPS.

#	Trabalho	Descrição
19	Rocha (1997)	Protótipo de jogo empresarial (baseado em planilhas de cálculo) como ferramenta de apoio ao ensino de Custos.
20	Souza (1997)	Análise da aplicação de dinâmicas de grupo na aplicação do jogo empresarial LÍDER como instrumento de aprendizagem vivencial para desenvolver habilidades gerenciais.
21	Medeiros (1997)	Análise do GI-EPS sob a ótica da propaganda, considerando não apenas o mercado, mas a sua atuação direta sobre o consumidor.
22	Serra (1997)	Protótipo do GI-EPS-MC, módulo destinado ao GI-EPS, enfocando a simulação do mercado de capitais para o exercício de decisões financeiras típicas de sociedades anônimas modernas.
23	Cornélio Filho (1998)	Módulo simulador do GPCP-1, jogo empresarial voltado a atividades relacionadas com o planejamento e controle da produção.
24	Schafranski (1998)	Interface do GPCP-1, jogo empresarial voltado a atividades relacionadas com o planejamento e controle da produção.
25	Niveiros (1998)	Proposta de reestruturação do modelo matemático jogo LÍDER, a fim de corrigir deficiências encontradas no decorrer de diversas aplicações.
26	Manfro (1998)	Proposta da estrutura do LIDERSIT-TQC, aplicativo computacional aliando as teorias de liderança e controle de qualidade total no desenvolvimento gerencial.
27	Marques (1998)	Protótipo do INICONT, aplicativo para ensino da contabilidade com sugestão de uso associado ao GI-EPS.
28	Sinzato (1998)	Proposta do jogo empresarial EM BUSCA DO SOL, seu micro-mundo e dinâmica de aplicação como subsídios para o alinhamento de equipes de trabalho.
29	Candido (1999)	Metodologia de diagnóstico organizacional que adota os jogos empresariais como ferramenta para o diagnóstico do clima organizacional.
30	Lins (1999)	Introdução, no ambiente do GI-EPS, da consultoria como ferramenta de apoio gerencial.
31	Gerber (2000)	Proposta de criação de ambientes virtuais para a internet, com ferramentas e materiais didáticos destinados ao ensino a distância, usando o GI-EPS.
32	Gastaldi (2000)	Desenvolvimento, usando o GI-EPS, de relatórios gerenciais para o apoio ao processo de gestão das empresas.
33	Ferreira (2000)	Proposta de um modelo de jogo empresarial como suporte didático para o ensino de Contabilidade de Custos e Administração Financeira.
34	Orlandeli (2001)	Proposta do jogo empresarial GameF61, voltado à simulação de cadeias logísticas.
35	Dettmer (2001)	Proposta de laboratório, baseado em jogos empresariais (GI-Micro e GI-EPS com os módulos SIG e SAD-GI), para o ensino de engenharia da produção por meio de atividades práticas seguidas de reflexão.
36	Valdameri (2001)	Proposta de nova interface para o jogo LÍDER, baseada no ambiente Microsoft Windows, com artifícios gráficos para apoiar a tomada de decisão.
37	Oliveira (2001)	Protótipo do módulo GARP, voltado para geração automática de regras probabilísticas para sistemas especialistas associados ao GI-EPS usando o <i>software</i> SPIRIT.
38	Asanome (2001)	Proposta de um novo modelo de liderança adequado a equipes autônomas de trabalho e sua aplicação no desenvolvimento do LEADER, um jogo empresarial no estilo RPG.
39	Lopes (2001)	Proposta de laboratório de administração e negócios, baseado em jogos empresariais, para funcionar integralmente no ambiente da internet.

#	Trabalho	Descrição
40	Silva (2001)	Demonstra a importância de um sistema de custeio variável por região, por meio do desenvolvimento de relatórios para uso com o GI-EPS.
41	Hermenegildo (2002)	Desenvolvimento de novo micro-mundo para formação de empreendedores, usando jogos empresariais para vivenciar a prática de gestão de negócios.
42	Freitas (2002)	Proposta de adaptação do jogo GI-Micro para o ensino da análise de investimentos.
43	Schafranski (2002)	Desenvolvimento e validação de uma dinâmica de jogos empresariais (GP-1, GP-2 e GP3) para facilitar o processo de ensino/aprendizagem em cursos de gestão da produção.
44	Carniel (2002)	Proposta do GI-EPS\WG, modelo computacional para o GI-EPS que permite às equipes trabalharem exclusivamente no computador.
45	Checchinato (2002)	Estudo de sistemas dinâmicos por meio da adaptação de um problema logístico (o jogo da cerveja) ao <i>software</i> de modelagem e simulação computacional iThink.
46	Cosentino (2002)	Proposta de um modelo de ensino colaborativo, por meio da internet, para o ensino da Administração da Produção, demonstrado pela aplicação do jogo JPAC1.
47	Oliveira (2002)	Proposta do GI-EPS-MA, módulo para o GI-EPS, voltado ao ensino do mercado de ações por meio da simulação de abertura de capital das empresas.
48	Pieritz (2003)	Uso do GI-EPS como laboratório de pesquisa para sistemas de apoio às decisões empresariais baseados em sistemas especialistas probabilísticos.
49	Mecheln (2003)	Estudo sobre o uso de agentes pedagógicos baseados em inteligência artificial na interação aprendiz/jogo, com desenvolvimento de um agente (Sapiens) para o jogo empresarial GI-EPS.
50	Vieira Filho (2003)	Protótipo do GI-LOG, jogo empresarial voltado ao ensino de logística empresarial.
51	Passos (2004)	Proposta de uso de frases coloquiais como indicadores de desenvolvimento do funcionário virtual, como complemento aos relatórios oferecidos pelo jogo LÍDER.
52	Mota (2004)	Proposta de novo modelo para o jogo GI-Micro, baseado em uma análise da estrutura do sistema tributário brasileiro.
53	Costa (2004)	Proposta de um modelo baseado em agentes inteligentes como expansão do potencial didático do jogo LÍDER, por meio de aproximação com a realidade.
54	Santos Filho (2004)	Desenvolvimento de laboratório (LCAO-I), baseado em jogos empresariais computadorizados, para o ensino organizacional.
55	Carara (2004)	Estudo das melhorias advindas da aplicação do jogo empresarial Work Flow Game no processo de trabalho em grupo.
56	Rabenschlag (2005)	Proposta de módulo para o GI-EPS para análise de investimentos sob condições de risco usando sistemas especialistas probabilísticos.
57	Johnsson (2006)	Identificação e análise das habilidades gerenciais desenvolvidas através da vivência de situações de aprendizagem presentes em jogos de empresas. Estudo de caso com o jogo GAME3000.
58	Gerber (2006)	Proposta de módulo para o jogo GI-Micro, voltado a dar aos participantes conhecimento da importância das habilidades relacionadas a liderança.
59	Casagrande (2006)	Análise dos jogos de empresas como recurso pedagógico contextualizado para melhoria do ensino/aprendizagem da contabilidade tributária, propondo o jogo empresarial JE-Tributo, baseado no GI-EPS.

Fonte: Adaptado e ampliado de Casagrande (2006) e Gerber (2006).

Apêndice B – Documentação dos Casos de Uso

Quadro 11 – Atores que interagem com o Simulador de Ações

Ator	Descrição
Jogador	Usuário que participa do jogo no papel de jogador, com direito a comprar e vender ações enquanto o jogo estiver em andamento. Pode representar um único aluno ou uma equipe de alunos.
Animador	Usuário responsável pela administração do sistema, com direito a inscrever novos jogadores, alterar o preço das ações, iniciar, pausar e encerrar partidas.
Simulador	Ao contrário dos outros atores, representa a própria aplicação nos momentos em que dispara eventos sem a solicitação do Jogador ou do Animador, como ocorre no Caso de Uso Evento Automático.

Quadro 12 – Documentação do Caso de Uso Inscrição de Jogador

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Inscrição de Jogador
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Jogador
Ator secundário	Animador
Resumo	Passos executados para inscrever um jogador.
Pré-condições	O pedido de inscrição precisa ser aprovado.
Pós-condições	–
Restrições/validações	O <i>e-mail</i> informado pelo candidato deve ser válido.
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Enviar <i>e-mail</i> solicitando inscrição.	–
–	2. Verificar se o <i>e-mail</i> provém de um candidato válido segundo as regras da instituição de ensino (p. ex. aluno regularmente matriculado).
–	3. Se o candidato é válido, incluí-lo no cadastro de usuários.
–	4. Definir senha de acesso inicial.
–	5. Invocar Caso de Uso Processar Evento.
6. Enviar <i>e-mail</i> informando aprovação e senha de acesso inicial.	–

Quadro 13 – Documentação de Caso do Uso Processar Evento

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Processar Evento
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Fila de Eventos
Ator secundário	–
Resumo	Passos executados para processar os eventos constantes na Fila de Eventos.
Pré-condições	–
Pós-condições	–
Restrições/validações	–
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar dados do próximo evento não trabalhado.	–
–	2. Verificar se o evento pertence a uma partida Iniciada.
–	3. Se o evento for Comprar Ações e o jogador não possuir capital suficiente, reduzir a quantidade para torná-lo válido.
–	4. Se o evento for Vender Ações e o jogador não possuir a ação escolhida em quantidade suficiente, reduzir a quantidade para torná-lo válido.
–	5. Invocar Caso de Uso Registrar Evento.

Quadro 14 – Documentação do Caso de Uso Registrar Evento

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Registrar Evento
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Jogador, Simulador
Ator secundário	–
Resumo	Passos necessários para registrar os eventos ocorridos durante a simulação.
Pré-condições	É necessário ocorrer um evento.
Pós-condições	–
Restrições/validações	–
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar dados do evento, da partida, do jogador e da ação.	–
–	2. Registrar os dados no histórico (marcar o evento como Trabalhado).

Quadro 15 – Documentação do Caso de Uso Evento Automático

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Evento Automático
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Simulador
Ator secundário	–
Resumo	Passos executados durante eventos do sistema voltados para adicionar um certo grau de incerteza e simular a participação de um maior número de jogadores.
Pré-condições	A partida não pode estar Encerrada ou Pausada.
Pós-condições	–
Restrições/validações	–
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Calcular a probabilidade de ocorrência do evento.	–
2. Informar a alteração a ser efetuada nas ações.	–
–	3. Calcular a probabilidade de cada ação ser afetada.
–	4. Invocar Caso de Uso Atualizar Cotações.
–	5. Invocar Caso de Uso Registrar Evento.

Quadro 16 – Documentação do Caso de Uso Manter Partida

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Manter Partida
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Animador
Ator secundário	–
Resumo	Passos executados durante as atividades de manutenção do cadastro de partidas.
Pré-condições	–
Pós-condições	Toda nova partida inicia Pausada.
Restrições/validações	O campo Descrição é obrigatório. A Descrição deve ser única.
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar os dados da partida.	–
–	2. Consultar a partida por sua Descrição.
–	3. Se já houver uma partida com a Descrição informada, apresentar seus dados.
4. Consultar, alterar ou inserir os dados da partida.	–
–	5. Se necessário, gravar as alterações.
–	6. Se necessário, invocar Caso de Uso Iniciar/Pausar Partida.
–	7. Se necessário, invocar Caso de Uso Encerrar Partida.

Quadro 17 – Documentação do Caso de Uso Iniciar/Pausar Partida

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Iniciar/Pausar Partida
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Animador
Ator secundário	–
Resumo	Passos executados para iniciar ou pausar uma partida do jogo.
Pré-condições	A partida não pode estar Encerrada.
Pós-condições	–
Restrições/validações	–
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar a partida a ser Iniciada ou Pausada.	–
–	2. Verificar se a partida não está Encerrada.
–	3. Se estiver Iniciada, marcar como Pausada.
–	4. Se estiver Pausada, marcar como Iniciada.
–	5. Invocar Caso de Uso Processar Evento.

Quadro 18 – Documentação do Caso de Uso Encerrar Partida

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Encerrar Partida
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Animador
Ator secundário	–
Resumo	Passos executados para encerrar uma partida do jogo.
Pré-condições	A partida não pode estar Encerrada.
Pós-condições	A partida não aceitará mais nenhum evento.
Restrições/validações	–
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar o número da partida a ser Encerrada.	–
–	2. Verificar se a partida não está Encerrada.
–	3. Executar os eventos pendentes.
–	4. Marcar a partida como Encerrada.
–	5. Invocar Caso de Uso Processar Evento.

Quadro 19 – Documentação do Caso de Uso Manter Ação

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Manter Ação
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Animador
Ator secundário	–
Resumo	Passos executados durante as atividades de manutenção do cadastro de ações.
Pré-condições	–
Pós-condições	–
Restrições/validações	Todos os campos são obrigatórios. Os campos Estoque Inicial, Cotação Inicial, Estoque Atual e Cotação Atual devem ser maiores do que zero.
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar os dados da ação.	–
–	2. Consultar a ação por sua Descrição.
–	3. Se já houver uma ação com a Descrição informada, apresentar seus dados.
3. Consultar, alterar ou inserir os dados da ação.	–
–	4. Se necessário, gravar as alterações.
–	5. Invocar Caso de Uso Registrar Evento.

Quadro 20 – Documentação do Caso de Uso Atualizar Cotação

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Atualizar Cotação
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Simulador
Ator secundário	–
Resumo	Passos necessários para calcular a cotação de uma ação após um evento (compra ou venda de ações).
Pré-condições	É necessário haver uma compra ou venda de ações. A partida não pode estar encerrada.
Pós-condições	–
Restrições/validações	–
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar o evento ocorrido e a(s) ação(ões) afetada(s).	–
–	2. Verificar se a partida não está Encerrada.
–	3. Calcular a(s) nova(s) cotação(ões).
–	4. Se necessário, gravar as alterações.

Quadro 21 – Documentação do Caso de Uso Comprar Ações

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Comprar Ações
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Jogador
Ator secundário	–
Resumo	Passos executados durante a compra de ações.
Pré-condições	A partida não pode estar Encerrada ou Pausada.
Pós-condições	–
Restrições/validações	A quantidade negociada deve ser um número natural.
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar a ação desejada e a quantidade a ser comprada.	–
–	2. Enviar pedido para a Fila de Eventos (invocar Caso de Uso Processar Evento).

Quadro 22 – Documentação do Caso de Uso Vender Ações

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Vender Ações
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Jogador
Ator secundário	–
Resumo	Passos executados durante a venda de ações.
Pré-condições	A partida não pode estar Encerrada ou Pausada.
Pós-condições	–
Restrições/validações	A quantidade negociada deve ser um número natural.
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar a ação desejada e a quantidade a ser vendida.	–
–	2. Enviar pedido para a Fila de Eventos (invocar Caso de Uso Processar Evento).

Quadro 23 – Documentação do Caso de Uso Resumo

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Resumo
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Jogador
Ator secundário	Animador
Resumo	Passos executados para exibir informações sobre a situação financeira de um jogador na partida (saldo em dinheiro, carteira de ações e últimos lançamentos).
Pré-condições	–
Pós-condições	–
Restrições/validações	–
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
–	1. Exibir classificação do jogador.
–	2. Informar o saldo em dinheiro.
–	3. Levantar a quantidade de cada ação na carteira.
–	4. Calcular o valor de mercado de cada ação.
–	5. Exibir o valor de mercado da carteira.
–	6. Exibir as últimas movimentações do jogador.

Quadro 24 – Documentação do Caso de Uso Placar do Jogo

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Placar do Jogo
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Jogador
Ator secundário	Animador
Resumo	Passos executados para exibir uma tabela com a classificação de todos os jogadores.
Pré-condições	–
Pós-condições	–
Restrições/validações	–
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
–	1. Levantar a quantidade de cada ação na carteira.
–	2. Calcular o valor de mercado de cada ação.
–	3. Somar, ao valor calculado, o saldo em dinheiro.
–	4. Calcular percentual de variação entre o patrimônio atual e o patrimônio inicial.
–	5. Classificar os jogadores em ordem decrescente de variação patrimonial.
–	6. Em caso de empate, tem preferência o jogador mais antigo (em tempo de jogo).

Quadro 25 – Documentação do Caso de Uso Gráfico

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Gráfico
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Jogador
Ator secundário	Animador
Resumo	Passos executados para exibir gráficos com a evolução da cotação das ações.
Pré-condições	–
Pós-condições	–
Restrições/validações	–
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
–	1. Levantar as últimas cotações de cada ação.
–	2. Desenhar gráfico com esses pontos.

Quadro 26 – Documentação do Caso de Uso Manter Usuário

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Manter Usuário
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Animador
Ator secundário	–
Resumo	Passos executados durante as atividades de manutenção do cadastro de usuários.
Pré-condições	–
Pós-condições	–
Restrições/validações	Todos os campos são obrigatórios. O campo e-mail deve conter um endereço de e-mail válido. O campo Capital deve ser maior do que zero. O <i>Username</i> (nome de usuário) deve ser único. O campo Senha não pode ser vazio.
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar os dados do usuário.	–
–	2. Consultar o usuário por seu <i>Username</i> .
–	3. Se já houver um usuário com o <i>Username</i> informado, apresentar seus dados.
3. Consultar, alterar ou inserir os dados do usuário.	–
–	4. Se necessário, gravar as alterações.
–	5. Invocar Caso de Uso Registrar Evento.

Quadro 27 – Documentação de Caso do Uso Trocar Senha

Informações gerais	
Nome do Caso de Uso	Trocar Senha
Caso de Uso Geral	–
Ator principal	Jogador
Ator secundário	Animador
Resumo	Passos executados para que um usuário (jogador ou animador) troque sua senha.
Pré-condições	–
Pós-condições	–
Restrições/validações	A senha atual precisa estar correta. A nova senha deve ser informada duas vezes para evitar erros de digitação. A nova senha não pode ser vazia.
Ações executadas	
Ações do ator	Ações do sistema
1. Informar a senha atual e a nova senha (repetida para confirmação).	–
–	2. Verificar se a senha atual está correta.
–	3. Verificar se a nova senha foi repetida sem erros de digitação.
–	4. Verificar se a nova senha não é vazia.
–	5. Alterar senha.
–	6. Invocar Caso de Uso Registrar Evento.

Apêndice C – Cálculo de Pontos de Função Não Ajustados

Tipo de função	Fase de análise		Fase de testes	
	Complexidade funcional	Total de complexidade	Complexidade funcional	Total de complexidade
Arquivos Lógicos Internos	5 x 7 (baixa) =	35	5 x 7 (baixa) =	35
	0 x 10 (média) =	0	0 x 10 (média) =	0
	0 x 15 (alta) =	0	0 x 15 (alta) =	0
	Subtotal	35	Subtotal	35
Arquivos de Interface Externa	0 x 5 (baixa) =	0	0 x 5 (baixa) =	0
	0 x 7 (média) =	0	0 x 7 (média) =	0
	0 x 10 (alta) =	0	0 x 10 (alta) =	0
	Subtotal	0	Subtotal	0
Entradas Externas	3 x 3 (baixa) =	9	3 x 3 (baixa) =	9
	8 x 4 (média) =	32	8 x 4 (média) =	32
	0 x 6 (alta) =	0	0 x 6 (alta) =	0
	Subtotal	41	Subtotal	41
Saídas Externas	4 x 4 (baixa) =	16	4 x 4 (baixa) =	16
	3 x 5 (média) =	15	5 x 5 (média) =	25
	1 x 7 (alta) =	7	2 x 7 (alta) =	14
	Subtotal	38	Subtotal	55
Consultas Externas	0 x 3 (baixa) =	0	0 x 3 (baixa) =	0
	0 x 4 (média) =	0	0 x 4 (média) =	0
	0 x 6 (alta) =	0	0 x 6 (alta) =	0
	Subtotal	0	Subtotal	0
Pontos de Função Não Ajustados	114		131	

Apêndice D – Cálculo do Valor de Ajuste

Características Gerais do Sistema	Métrica	Nível de influência	
		Análise	Testes
Comunicação de dados	FPA/XFPA	3 (médio)	3 (médio)
Processamento de dados distribuído	FPA/XFPA	4 (significativo)	4 (significativo)
Desempenho	FPA/XFPA	4 (significativo)	4 (significativo)
Utilização de equipamento	FPA/XFPA	1 (inicial)	1 (inicial)
Eficiência do usuário final	FPA/XFPA	3 (médio)	3 (médio)
Atualização online	FPA/XFPA	1 (inicial)	1 (inicial)
Complexidade de processamento	FPA/XFPA	1 (inicial)	1 (inicial)
Reusabilidade	FPA/XFPA	2 (moderado)	2 (moderado)
Facilidade de instalação	FPA/XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Facilidade operacional	FPA/XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Facilidade de mudanças	FPA/XFPA	2 (moderado)	2 (moderado)
Montagem do ambiente de desenvolvimento	XFPA	1 (inicial)	1 (inicial)
Integração	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Criação de protocolo de comunicação	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Uso de tecnologias sem documentação	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Pesquisa e desenvolvimento de interface de usuários	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Componentes de segurança	XFPA	1 (inicial)	1 (inicial)
Volume de transações atômicas	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Tabela de erros	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Experiência nas tecnologias utilizadas	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Taxa de transações	FPA/XFPA	1 (inicial)	1 (inicial)
Entrada de dados online	FPA/XFPA	5 (forte)	5 (forte)
Múltiplos locais	FPA/XFPA	2 (moderado)	2 (moderado)
Metodologia/Processo de desenvolvimento	XFPA	1 (inicial)	1 (inicial)
Uso de padrões	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Pesquisa, consultoria, treinamento e certificação	XFPA	0 (nenhum)	1 (inicial)
Número de ambientes para montagem da aplicação	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Atuação a distância	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Inexperiência da equipe em projetos similares	XFPA	3 (médio)	5 (forte)
Instabilidade dos requisitos	XFPA	3 (médio)	5 (forte)
Material para treinamento de usuários	XFPA	1 (inicial)	1 (inicial)
Experiência da equipe com a metodologia/processo de desenvolvimento	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Experiência do Líder do Projeto	XFPA	0 (nenhum)	0 (nenhum)
Motivação	XFPA	0 (nenhum)	2 (moderado)
Alocação dos membros da equipe	XFPA	2 (moderado)	5 (forte)

Apêndice E – Algoritmo de flutuação nas ações

```
algoritmo Flutuação_Aleatória
parâmetros
    chance, do tipo real           // se não informado, é igual a 5
    amplitude, do tipo real       // se não informado, é igual a 1

variáveis
    amp1, do tipo real
    amp2, do tipo real
    seed1, do tipo real
    seed2, do tipo real
    seed3, do tipo real
    coeficiente, do tipo real

início
    amp1 = amplitude / 50
    amp2 = 1 - amplitude / 100

    seed1 = valor aleatório entre 1 e 100

    se seed1 <= chance então
        para cada ação do jogo atual
            seed2 = valor aleatório entre 0 e 1
            se seed2 < 0,5 então
                seed3 = valor aleatório entre 0 e 1
                coeficiente = seed3 * amp1 + amp2
                atualizar cotação com cotação * coeficiente
            fim
        fim
    fim
fim
```

*Proposta de infra-estrutura computacional de baixo custo para jogos empresariais online
em cursos de graduação*

José Luís de Almeida Carneiro

Salvador, 14 de setembro de 2009.