Sérgio Luiz Banin

**Simulação do Gerenciamento de Projetos: uma ferramenta de
ensino e aprendizado**

**São Paulo
2008**

Sérgio Luiz Banin

**Simulação do Gerenciamento de Projetos: uma ferramenta de
ensino e aprendizado**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Título de
Mestre em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia Naval e Oceânica

Orientador:
Prof. Dr. Bernardo Luis Rodrigues de
Andrade

**São Paulo
2008**

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 17 de novembro de 2008.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

Ficha Catalográfica

Banin, Sérgio Luiz

Simulação do Gerenciamento de Projetos: uma ferramenta de ensino e aprendizado / S.L. Banin. – ed.rev -- São Paulo, 2008. 155 p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica.

1.Simulação 2.Gestão de projetos 3.Desenvolvimento de software 4.Educação 5.Administração (Treinamento) I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica II.t.

DEDICATÓRIA

Para Adriana, Isabela e Murilo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Bernardo Luis Rodrigues de Andrade, por ter oferecido a idéia inicial, ter acreditado em mim e pelas opiniões e sugestões sempre bem vindas.

Ao meu amigo engenheiro Jaques Purim, pela ativa contribuição no início deste trabalho e pelo constante interesse em seu desenrolar até sua conclusão.

Aos profissionais da Secretaria do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, nas pessoas da Lânia, Sandra, César e Damaris, pela atenção e carinho com que sempre me auxiliaram.

Aos meus queridos pais, Luiz e Neide, que sempre me ofereceram oportunidades e condições de chegar onde estou hoje.

À minha sogra Maria Anadir que se desdobra em auxílio e apoio em todos os momentos, sempre pronta, firme e alegre.

À minha maravilhosa esposa Adriana, pela paciência, apoio, carinho e amor sempre presentes e aos meus filhos Isabela e Murilo que me inspiram e motivam.

Resumo

Nos últimos anos tem-se verificado uma expansão na área de conhecimento denominada Gestão de Projetos. Esta área busca reunir as melhores práticas administrativas e gerenciais aplicáveis a projetos, com foco em cumprimento de prazos, do orçamento e com a qualidade prevista para suas entregas. Em virtude dos bons resultados que se tem obtido com a adoção dessas práticas, há uma crescente demanda por profissionais capacitados a atuar na área. Essa capacitação de profissionais tem sido suprida por meio de diversos cursos disponíveis no mercado, a maioria deles associados a algum processo de certificação. Tais processos, no entanto, tem o foco muito concentrado nos aspectos teóricos dos conhecimentos envolvidos. Neste contexto, surge a simulação computacional como ferramenta de treinamento com o objetivo de oferecer aos profissionais uma experiência prática. Esta ferramenta se insere num contexto mais amplo de treinamento, no qual os alunos serão incentivados a exercitar os conhecimentos teóricos já estudados e, dessa forma, consolidá-los. Neste trabalho é descrito o processo de desenvolvimento de um Software Simulador voltado para o ambiente e o propósito exposto. Uma importante contribuição deste trabalho é a demonstração da viabilidade de construção de um simulador com tal propósito, materializada no software apresentado. Outra contribuição é de, num único texto, reunir, adequar e documentar um conjunto de conceitos e modelos que se encontram esparsos em um grande número de referências bibliográficas. São também apresentados os paradigmas, recursos, funcionalidades e características do Simulador, bem como uma aplicação criada para teste e validação do mesmo. Uma versão operacional do software produzido acompanha este texto.

Palavras chave: simulação, treinamento em gestão de projetos, desenvolvimento de software.

Abstract

In recent years we have seen the growth of Project Management best practices and techniques used as an effort to achieve project goals resumed as the release its deliverables on time and on budget with the specified quality. Due to the success reported by the practitioners in real situations, there has been an increasing demand for professionals with Knowledge and skills on such project management practices and techniques. As a consequence, to supply this increasing demand, there is a strong need to prepare new professionals. Courses and certification processes have been the answer to this demand, but their methods almost rely upon project management theories. In this context, the computer simulation emerges as a training tool to be used to offer the trainees a practical experience without the real life risks. Used as a business game, its goal is the practice of already learned theory. The purpose of this text is to present the work done on the simulation software development including the literature review as a background, the elicitation of software requirements, the definition and adoption of models and data structure used. Also, the Simulator characteristics, functionalities and resources are presented and described, using an application developed to test the software. This text main contribution is the documentation of many concepts and models used to build the simulation software, as well as the working software itself. At the end, conclusions are pointed out and further work are recommended.

Keywords: simulation, training on project management, software development.

Sumário

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Considerações Iniciais.....	1
1.2 Tema e Problema	2
1.2.1 Experiência Prática como elemento da Competência	5
1.2.2 Treinamento em Gestão de Projetos.....	5
1.2.3 Simulação como ferramenta de treinamento.....	6
1.3 Objetivos da Pesquisa	6
1.3.1 Objetivo Geral	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Limitações desta Pesquisa	7
1.5 Estrutura da dissertação	8
CAPÍTULO 2 METODOLOGIA	10
2.1 Considerações Iniciais.....	10
2.2 Metodologia de Pesquisa.....	10
2.3 Metodologia de Desenvolvimento do Software.....	12
2.3.1 Introdução à Engenharia de Software	12
2.3.2 Principais Elementos da Engenharia de Software.....	13
CAPÍTULO 3 TÓPICOS DE GESTÃO DE PROJETOS.....	16
3.1 Conceitos Essenciais e Breve Histórico.....	16
3.1.1 Ciclo de Vida de um Projeto.....	17
3.1.2 Processos de Gerenciamento de Projetos	18
3.2 Principais Áreas do Gerenciamento de Projetos	19
3.2.1 Gerenciamento da Integração do Projeto.....	22
3.2.2 Gerenciamento do Escopo do Projeto.....	23
3.2.3 Gerenciamento do Tempo do Projeto	25
3.2.4 Gerenciamento dos Custos do Projeto.....	28
3.2.5 Gerenciamento da Qualidade do Projeto	29
3.2.6 Gerenciamento dos Recursos Humanos do Projeto.....	31
3.2.7 Gerenciamento das Comunicações do Projeto	33
3.2.8 Gerenciamento de Riscos do Projeto.....	34
3.2.9 Gerenciamento das Aquisições do Projeto.....	35
CAPÍTULO 4 SIMULADORES PARA ENSINO E TREINAMENTO NA ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO	39
4.1 Histórico da simulação como elemento de treinamento	40

4.2	Propósito e Flexibilidade de um Software Simulador.....	44
4.3	Grau de Controle e Grau de Interação	47
4.3.1	Simulação Dirigida pelo Computador	49
4.3.2	Simulação Sediada no Computador.....	49
4.3.3	Simulação Controlada pelo Computador.....	49
4.3.4	Simulação Assistida pelo Computador.....	50
4.4	Sistema de Controle de Tempo	50
4.5	Sistema de Pontuação.....	53
4.5.1	Conceito e Importância de um Sistema de Pontuação	53
4.5.2	Discussão sobre a escolha de parâmetros.....	54
4.6	Plataforma de Instalação	57
4.6.1	Tecnologia de Processamento	58
4.6.2	Conexão entre máquinas	58
4.6.3	Sistema Operacional.....	59
4.6.4	Gerenciador de Banco de Dados	59
CAPÍTULO 5 REQUISITOS DO SIMULADOR EM GESTÃO DE PROJETOS		60
5.1	Considerações iniciais	60
5.2	Formas de representação dos requisitos.....	61
5.3	Metodologia empregada para levantamento dos Requisitos	64
5.4	Requisitos Funcionais do Simulador.....	65
5.4.1	Definições	65
5.4.2	Conceitos Gerais do Simulador.....	67
5.4.3	Escopo do Simulador	68
5.4.4	Cadastro de Projetos	70
5.4.5	Cadastro da WBS	70
5.4.6	Cadastro de recursos.....	71
5.4.7	Cadastro de personagens.....	71
5.4.8	Cadastro de eventos	72
5.4.9	Cadastro de opções de ação para eventos	73
5.4.10	Cadastro de planejamento do projeto	74
5.4.11	Cadastro de alunos	75
5.4.12	Cadastro de instrutores.....	75
5.4.13	Cadastro de alocação de recursos.....	76
5.4.14	Mecanismo de simulação.....	76
5.4.15	Janela de tomada de decisão em eventos	77
5.5	Requisitos não Funcionais do Simulador.....	77
5.5.1	Plataforma	77
5.5.2	Ambiente de rede.....	78
5.5.3	Desempenho.....	78

5.5.4	Segurança de acesso	78
5.5.5	Tolerância a falhas	79
5.5.6	Padronização	79
5.5.7	Independência em relação a outros softwares	79

CAPÍTULO 6 MODELOS E ESTRUTURA DE DADOS DO SOFTWARE DE SIMULAÇÃO 80

6.1	Modelos Adotados para Implementação no Simulador	80
6.1.1	Calendário	80
6.1.2	Duração e Dependência entre Atividades	82
6.1.3	Cálculo do Caminho Crítico.....	83
6.1.4	Escopo.....	87
6.1.5	Custos.....	89
6.1.6	Qualidade	90
6.1.7	Tempo.....	91
6.1.8	Gerador de números pseudo-aleatórios	94
6.1.9	Mensagens	97
6.1.10	Eventos.....	98
6.1.11	Pontuação.....	104
6.2	Estrutura de Dados do Simulador.....	106
6.2.1	Arquivos XML.....	106
6.2.2	Estrutura de pastas e arquivos do sistema.....	110
6.2.3	Tabelas do Sistema	112
6.3	Cópia do Simulador em CD	112

CAPÍTULO 7 EXEMPLO DE APLICAÇÃO 113

	Apresentação do Exemplo	113
7.2	Premissas	113
7.3	Escopo do Produto	114
7.4	Escopo do Projeto	115
7.5	Termo de Abertura do Projeto apresentado ao Aluno	116
7.6	WBS do Projeto	116
7.7	Cronograma do Projeto	118
7.8	Eventos previstos no Projeto	119

CAPÍTULO 8 DISCUSSÃO..... 126

8.1	Viabilidade de desenvolvimento de um Simulador de Gestão de Projetos...	126
8.2	Modelos usados no Simulador.....	127
8.2.1	Grau de Controle e Grau de Interação	127

8.2.2	Modelagem do Tempo	129
8.3	Resumo dos aspectos da Gestão de Projetos contemplados e não contemplados no Simulador	130
8.3.1	Processos de Iniciação	131
8.3.2	Processos de Planejamento.....	131
8.3.3	Processos de Execução.....	131
8.3.4	Processos de Monitoramento.....	132
8.3.5	Processos de Encerramento	132
CAPÍTULO 9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES		134
APÊNDICE A ESTRUTURA DAS PRINCIPAIS TABELAS DE DADOS.....		138
APÊNDICE B TUTORIAL PARA USO DO SIMULADOR		142
APÊNDICE C RELAÇÃO DE PROGRAMAS SIMULADORES RELATADOS NA LITERATURA.....		150
BIBLIOGRAFIA		151

Lista de Figuras

Figura 1 – Modelo Integrado De Competência Ilustrando Seus Componentes (Fonte: Crawford, 2005)	3
Figura 2 – Três Aspectos de Competência Individual (Adaptado de Fleury & Fleury, 2000)	4
Figura 3 – Ilustração da sequência de atividades desenvolvidas nesta pesquisa.....	11
Figura 4 – Ilustração do Conceito de Regras de Negócio	13
Figura 5 – Ciclo de vida de um Projeto de Software	14
Figura 6 – Ilustração do Ciclo de Vida de um Projeto (Fonte: PMBOK 2004)	17
Figura 7 – Relação Funcional e Temporal entre os Cinco Grupos de Processos (extraídas e adaptadas do PMBOK 2004).....	19
Figura 8 – Exemplo de WBS	25
Figura 9 – Atividades características do Gerenciamento de Tempo	26
Figura 10 – Gráfico típico usado em Análise de Valor Agregado (Earned Value Analysis – EVA) (Fonte: PMBOK, 2004)	29
Figura 11 – Classificação de Simuladores segundo os Graus de Controle e Interação (traduzido de Crookal et al, 1986)	48
Figura 12 – Representação Tridimensional da Classificação das Formas de Representação de Tempo em Simuladores (adaptado de Thavikulwat, 1994)	51
Figura 13 – Exemplo do Modelo de Datas adotado no Simulador. Cada dia é representado por um número inteiro, representando um Dia Útil no Projeto.....	81
Figura 14 – Ilustração de um Gráfico de Gantt conforme implementado no Simulador	82
Figura 15 – Rede com Atividades representadas nos Nós	83
Figura 16 – Bloco usado nos Nós do exemplo de cálculo do Caminho Crítico	84
Figura 17 – Rede com atividades nos Nós.....	84
Figura 18 – Rede com todos os PDI e PDT calculados	85
Figura 19 – Rede com todos os UDI e UDT calculados	86
Figura 20 – Exibição do Caminho Crítico calculado	86
Figura 21 – Exemplo de associação de Complexidade de Escopo a cada Atividade da WBS	87
Figura 22 – Painel de exibição do Tempo decorrido na Simulação.....	92

Figura 23 – Três diferentes posições do controle de velocidade do relógio.....	93
Figura 24 – Tela do Correio Eletrônico do Simulador.....	97
Figura 25 – Principais Elementos de um Evento do Simulador.....	100
Figura 26 – Exemplo da Fila de Eventos.....	101
Figura 27 – Exemplo de alternativa de Evento que causa impacto em outro Evento	104
Figura 28 – Exemplo de arquivo XML – sua Estrutura Interna e a Visualização de seus Dados	109
Figura 29 – Estrutura de Pastas do Simulador.....	111
Figura 30 – Arquivos que contém as tabelas de um Gabarito de Simulação	111
Figura 32 – Resultado do processamento de um evento de Detalhamento da WBS	120
Figura 33 – Opções de <i>Login</i> no Simulador	142
Figura 34 – Janela de Cadastro de Usuários	143
Figura 35 – Janela de Abertura de Projeto de Simulação	144
Figura 36 – Janela do Cadastro de Personagens	145
Figura 37 – Criação de Novo Projeto de Simulação.....	146
Figura 38 – Cadastro da WBS, suas Entregas e Recursos.....	147
Figura 39 – Sequenciamento das Atividades	148
Figura 40 – Cadastro de Eventos, Alternativas para Decisão e Impactos.....	149

Lista de Quadros

Quadro 1 – Grupos de Processos.....	18
Quadro 2 – Resumo das Áreas de Conhecimento de Gestão de Projetos, segundo PMBOK 2004.....	19
Quadro 3 – Mapeamento entre os processos de gerenciamento de projetos e os grupos de processos de gerenciamento de projetos e as áreas de conhecimento (Extraído e adaptado de PMBOK, 2004).....	20
Quadro 4 – Quantidade de artigos publicados pela ABSEL que tratam de questões de modelagem e projeto de Simuladores por área de aplicação.	44
Quadro 5 – Técnicas de representação e documentação de requisitos de software.....	61
Quadro 6 – Termos usadas na Descrição do Simulador.....	66
Quadro 7 – Tempo Real necessário para o transcurso de um dia simulado (intervalos medidos em milisegundos)	94
Quadro 8 – Assuntos que podem ser usados nas Mensagens	98
Quadro 9 – Descrição da Estrutura de Pastas do Simulador	111
Quadro 10 – Tabelas do Simulador, armazenadas na forma de arquivos XML	112
Quadro 11 – WBS do Exemplo de Aplicação.....	116
Quadro 12 – Sequencia de Atividades do Exemplo de Aplicação.....	118
Quadro 13 – Eventos Típicos que podem ser criado no Simulador	119
Quadro 14 – Processos do PMBOK previstos no Simulador	132
Quadro 15 – Simuladores Disponíveis na Literatura.....	150

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Este trabalho trata do desenvolvimento de um programa de computador idealizado e desenvolvido para ser usado como um Simulador do ambiente de gestão de projetos, com o propósito de ser uma ferramenta de apoio em programas de treinamento.

Na literatura acadêmica encontram-se muitos trabalhos que relatam o desenvolvimento de ferramentas com propósito similar, aplicáveis a distintos segmentos da área de conhecimento da administração e gestão. As referências Gentry(1990), Keys (1990), Martin (2000), Pray & Gold (2001), Thavikulwat(2004) e Hall(2005) constituem parte dessa literatura e oferecem uma visão geral do que foi afirmado.

No tocante à Gestão de Projetos Crawford (2005) afirma que atualmente está em crescimento a demanda por profissionais capacitados a atuar na área e que a competência desses profissionais tem um impacto direto e significativo nos resultados dos projetos geridos.

Segundo Harris & Flower (1984) é comum que profissionais que assumem trabalhos como gerentes de projetos...

[...] tenham uma base teórica respeitável, mas cuja efetiva experiência prática na aplicação dessa teoria é bastante limitada. Consequentemente, os jovens gerentes têm ganhado experiência quanto ao uso de tais técnicas em situações reais, nas quais eventuais erros podem ser bastante dispendiosos.

A quantidade de conhecimento que um gerente de projetos deve possuir é muito grande. Conforme indicado no Project Management Body of Knowledge (PMBOK®, 2004), a gestão de projetos abrange um grande conjunto de conhecimentos, técnicas, métodos e habilidades específicos desta área de atuação e em adição o profissional deve ter uma compreensão dos aspectos relevantes da indústria e da tecnologia em que atua e que, por consequência farão parte dos projetos sob sua responsabilidade.

A base teórica respeitável a que se referem Harris & Flower pode ser oferecida pelos diversos programas de treinamento e certificação oferecidos por universidades, empresas privadas e instituições como o PMI (Project Management Institute, com sede nos Estados Unidos) e o IPMA (International Project Management Association, com sede na Suíça). No entanto, como ressalta McCreery (2003):

A disciplina de gestão de projetos é composta de duas facetas: teórica e prática. Não é suficiente ao gerente de projetos um conhecimento abstrato e conceitual dos métodos, ferramentas e práticas de gerência. Em acréscimo a esse conhecimento teórico, o profissional deve ser capaz de aplicar tais conhecimentos no complexo ambiente do projeto, tendo como meta o sucesso do mesmo.

1.2 Tema e Problema

Crawford (2005) fornece a afirmação de que apesar de “competência ser um termo simples com definições encontradas em dicionários, tais como ‘capacidade ou habilidade de fazer algo’ ou como sinônimo de ‘qualificação, capacidade, adequação e suficiência’”, seu uso requer cuidado. Citando Robotham e Jubb (1996), a autora menciona que “o conceito de competência tem adquirido diferentes significados e

tem sido um dos conceitos mais difusos tratados na literatura, ressaltando a dificuldade de mensuração da competência como algo absoluto”.

Crawford (2005) propõe que para se ter uma definição precisa de competência é necessário dividi-la em suas partes integrantes de um modo que cada uma possa ser submetida a um sistema de medição baseado em comparações com padrões. Citando diversos trabalhos anteriores, ela destaca duas correntes de pensamento:

a) Modelo de competência baseado em atributos, com maior aceitação nos Estados Unidos. Este modelo lista cinco características de competência. Duas superficiais, mais fáceis de adquirir com treinamento e mais fáceis de medir são: conhecimento e habilidade. As outras três são de natureza pessoal, difíceis de obter e avaliar são: motivação, personalidade e autoconhecimento.

b) Modelo de competência baseado em padrões de desempenho, com maior penetração no Reino Unido. Este modelo é sustentado sobre parâmetros de desempenho que possam ser medidos e comparados com padrões.

A autora propõe a fusão dos dois modelos, conforme ilustrado na Figura 1.

FIGURA 1 – MODELO INTEGRADO DE COMPETÊNCIA ILUSTRANDO SEUS COMPONENTES
(FONTE: CRAWFORD, 2005)

Neste modelo, os elementos constituintes da competência são divididos em grupos: Competências de Entrada (Input Competencies): conhecimentos e habilidades; Competências Pessoais (Personal Competencies): motivação, personalidade e autoconhecimento; Competências de Saída (Output Competencies): performance visível.

No tocante à Gestão de Projetos, a autora destaca que para apenas dois dos aspectos identificados na Figura 1 estão disponíveis padrões de comparação largamente aceitos.

Conhecimento (Knowledge): representado pelos conjuntos de melhores práticas em gestão de projetos: *APM Body of Knowledge*, *IPMA Competence Baseline* e *PMBOK® Guide*;

Performance Visível (Demonstrable Performance): representada por padrões de competência tais como o do *Australian National Competency Standards for Project Managers* ou o conjunto de avaliações do *United Kingdom's National Vocational Qualification*.

Fleury & Fleury (2000) corroboram as afirmações feitas acima quando afirmam que competência pode ser vista sob três aspectos interrelacionados e observáveis em um indivíduo: Formação teórica, Experiência prática, Postura pessoal.

FIGURA 2 – TRÊS ASPECTOS DE COMPETÊNCIA INDIVIDUAL
(ADAPTADO DE FLEURY & FLEURY, 2000)

1.2.1 Experiência Prática como elemento da Competência

O ponto específico a ser atingido com esta breve conceituação de competência, é explicitar que a literatura disponível reconhece, mesmo que sob diferentes óticas, a experiência prática como sendo um dos elementos que constitui a competência. Os trabalhos enumerados acima fornecem essa visão e na bibliografia estão sugeridos outros trabalhos (Zarifian, 2001; Meredith, 1995; Katz, 1991) que corroboram essa afirmação.

1.2.2 Treinamento em Gestão de Projetos

A aquisição de competência passa necessariamente pela aquisição de seus elementos constitutivos, vistos anteriormente. McCreery (2003), citando Kolb e Raelin, atesta que “os indivíduos aprendem através de um processo de conceituação e experimentação”.

Na conceituação o indivíduo usa a teoria para elaborar modelos mentais dentro de uma área de conhecimento. Este tipo de aprendizado está tipicamente relacionado a técnicas pedagógicas que envolvem frequência a aulas expositivas e leitura de livros texto.

A experimentação, por outro lado, é o processo de teste do conhecimento conceitual adquirido através de sua aplicação a situações específicas.

Métodos de ensino que sejam capazes de unir os dois aspectos têm sido buscados com bastante empenho nas últimas décadas. Estudos de caso, simulações e jogos de representação (“*role playing games*”) tem colocado o foco no aprimoramento do aprendizado através da experimentação.

Ambos, conhecimento teórico e experiência prática, são fundamentais na formação completa do indivíduo. De maneira ideal, conceitos focam a

experimentação, enquanto essa busca refinar a conceituação num processo interativo que conduz o indivíduo a um salto de qualidade positivo e sólido na sua formação.

O desafio que se apresenta nesse ponto é produzir e oferecer programas de treinamento que sejam capazes de oferecer efetivamente essa interação positiva. Obrigatoriamente a criação de tais programas passa pelo desenvolvimento, teste e aplicação de ferramentas adequadas que permitam a implementação da experimentação.

1.2.3 Simulação como ferramenta de treinamento

Apresentado este panorama, constata-se a necessidade de estarem disponíveis ferramentas que possam fazer parte dos programas de treinamento. Esforços nesse sentido já vêm sendo conduzidos em diversos centros universitários e de pesquisa, como pode ser verificado na literatura (Gentry, 1990; Keys, 1990; Martin, 2000; Pray & Gold, 2001; Thavikulwat, 2004 e Hall, 2005).

Os objetivos deste trabalho de pesquisa estão alinhados com este postulado.

1.3 Objetivos da Pesquisa

1.3.1 Objetivo Geral

O foco central da pesquisa é propor e desenvolver um Simulador do ambiente de Gestão de Projetos contendo elementos que permitam que ele possa ser usado como ferramenta em um programa básico de treinamento em Gestão de Projetos.

Deste ponto em diante no texto, por questão de simplicidade de redação e leitura, será utilizado o termo “**Simulador**” para referência ao software objeto do trabalho.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Execução de um levantamento do que já existe nessa área de conhecimento, com a finalidade de coleta de subsídios para o desenvolvimento do Simulador;
- b) Determinação e classificação dos aspectos da Gestão de Projetos a serem modelados e simulados no software, tendo em vista o objetivo geral que é focado em um programa básico de treinamento em nessa área;
- c) Levantamento na bibliografia, adaptação e, quando inexistente, desenvolvimento de modelos para os aspectos mencionados no item acima, passíveis de serem implementados através de algoritmos;
- d) Desenvolvimento de uma estrutura de banco de dados que comporte o armazenamento de todas as informações que serão manipuladas pelo Simulador;
- e) Criação de uma aplicação de simulação representativa de um ambiente de projetos, a ser utilizada nos testes do Simulador para demonstrar os resultados produzidos pelo mesmo.

1.4 Limitações desta Pesquisa

Não são abordados neste trabalho os seguintes tópicos relacionados:

- a) Eficácia e eficiência da simulação como ferramenta de treinamento. Uma vez que o foco é o desenvolvimento do software simulador, neste trabalho não é feita nenhuma avaliação de mérito sobre a validade ou não do uso deste tipo de ferramenta em programas de treinamento, dos pontos de vista educacional e pedagógico. A literatura disponível (Teach, 1990 e McCreery, 2003) oferece trabalhos nessa linha que podem ser pesquisados pelo leitor.

b) Não são discutidas aqui diferentes alternativas de tecnologia computacional para o desenvolvimento do simulador, nem as vantagens e desvantagens de cada uma. Simplesmente foi adotada uma tecnologia dotada de recursos suficientes para atender aos requisitos de desenvolvimento, sendo as demais deixadas de lado.

1.5 Estrutura da dissertação

Este trabalho está estruturado em oito capítulos. Além deste Capítulo 1, que ambienta e justifica a relevância do problema, define o tema e enuncia os objetivos geral e específicos, seguem-se:

O Capítulo 2 descreve metodologia. Muitas vezes na língua portuguesa uma palavra serve para exprimir mais de uma idéia ou conceito. É o caso da palavra “metodologia” no contexto deste trabalho. Será usado o termo “Metodologia de pesquisa” para exprimir a idéia relativa às técnicas e atividades científicas aplicados ao desenvolvimento de pesquisa acadêmica. Por outro lado, todo desenvolvimento de software é conduzido através de uma série de etapas que poderia ser chamado de “Metodologia de desenvolvimento de software”. Na literatura de engenharia de software esse conceito é denominado pelo simples termo “Metodologia” e representa o conjunto de técnicas e atividades necessárias ao desenvolvimento de um sistema computacional.

É importante, portanto, fazer aqui distinção clara entre os dois conceitos. Para isso serão adotados os termos “Metodologia de pesquisa” para referência ao primeiro; e a palavra simples “Metodologia” para designar o processo de desenvolvimento de software. Ainda no capítulo 2 serão destacados os aspectos da Engenharia de Software relevantes a este trabalho.

Os Capítulos 3 e 4 estabelecem as bases teóricas do problema abordado, através de uma revisão bibliográfica que abrange duas áreas de conhecimento relevantes à pesquisa, respectivamente: gestão de projetos e desenvolvimento de softwares aplicados ao ensino e treinamento, sob a forma de jogos de empresas e simulação.

Todo software, para satisfazer os objetivos propostos, deve estar dotado de funcionalidades e características alinhadas com tais objetivos. Na Engenharia de Software utilizam-se os termos requisitos funcionais para as primeiras e requisitos não-funcionais para as características. Estes requisitos são levantados numa das primeiras fases do ciclo de vida de um projeto de software. No Capítulo 5 são enumerados os requisitos levantados para o Simulador.

No Capítulo 6 são apresentados os modelos e a estrutura de dados que permitiram o desenvolvimento do software. A estrutura de dados responde pela armazenagem de todas as informações necessárias ao funcionamento do software. Os modelos permitem a codificação dos algoritmos que compõem as funcionalidades do software. Esses algoritmos atuam sobre a base de dados, controlam a simulação e interagem com o usuário recebendo suas intervenções e calculando consequências.

O Capítulo 7 é dedicado a descrever uma aplicação exemplo do Simulador. Essa aplicação foi criada com a finalidade de testar o software, verificando sua correta implementação e validando dos requisitos levantados.

No Capítulo 8 são apresentadas as conclusões, considerações finais e recomendações resultantes da pesquisa.

Capítulo 2

METODOLOGIA

2.1 Considerações Iniciais

Como já foi adiantado na seção 1.6 é necessário neste texto fazer distinção entre dois termos que utilizam a palavra metodologia para exprimir conceitos distintos. Será utilizado o termo:

- a) “**Metodologia de pesquisa**”: para exprimir a idéia relativa às técnicas e atividades científicas aplicados ao desenvolvimento de pesquisa acadêmica (Severino, 1986);
- b) “**Metodologia**”: para referência ao conjunto de técnicas e atividades necessárias ao desenvolvimento de um sistema computacional.

2.2 Metodologia de Pesquisa

O foco deste trabalho acadêmico é o desenvolvimento de um software aplicado a um ponto específico de uma área do conhecimento. A área de conhecimento em questão é a Gestão de Projetos, subárea da Administração de Empresas.

O ponto específico a que o software se aplica é a simulação do ambiente de projetos com o objetivo de submeter seu usuário a uma experimentação prática num ambiente simulado, de forma que possa tomar decisões e vivenciar as consequências dessas decisões.

Para dar cumprimento a essa tarefa foi seguida a sequência de atividades ilustrada na Figura 3.

FIGURA 3 – ILUSTRAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NESTA PESQUISA

Após uma análise do problema envolvendo a pouca experiência prática dos jovens profissionais envolvidos com gestão de projetos e da necessidade de ferramentas que acelerem a aquisição dessa habilidade, formulou-se o objetivo de desenvolvimento do Software Simulador.

A revisão bibliográfica conduzida em seguida teve a finalidade de fornecer a base teórica e o levantamento/relato das experiências já efetuadas por outros pesquisadores. Os resultados desta atividade estão consolidados nos próximos dois capítulos e foram usados no desenvolvimento do Simulador.

O desenvolvimento do software foi a próxima atividade e por se tratar da parte mais extensa desta pesquisa será abordado no tópico 2.3.

A aplicação elaborada foi utilizada como elemento de validação do uso do Simulador. Na verdade, como o software foi desenvolvido em módulos, os diferentes

elementos constituintes dessa aplicação foram criados em paralelo com o Simulador, à medida que dados se faziam necessários para os testes dos módulos. Ao final foi feita uma ampliação de elementos na aplicação para teste completo do Simulador como um todo.

Fechando o trabalho foi feita uma análise do funcionamento do software e tiradas conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

Esta sequência de atividades é o que, no escopo deste texto, será denominado como Metodologia de Pesquisa.

2.3 Metodologia de Desenvolvimento do Software

O desenvolvimento do software seguiu uma determinada sequência de tarefas e é nesse sentido que será empregado, doravante, o termo “Metodologia” – a Metodologia de Desenvolvimento do Software. Tais tarefas são típicas da Engenharia de Software e são descritas nesta seção.

2.3.1 Introdução à Engenharia de Software

A Engenharia de Software é a área do conhecimento na qual se buscam estabelecer modelos, metodologias, técnicas e métricas de avaliação do processo de desenvolvimento de software.

Os componentes essenciais de um software são:

Estrutura de Dados: é o repositório onde são armazenados os dados relativos a um determinado problema para o qual o software desenvolvido busca ser a solução. Os dados em questão podem ser subdivididos em duas categorias: dados de entrada e resultados (parciais ou finais).

Regras de negócio: conforme ilustrado na Figura 4, os Dados de Entrada manipulados pelas Regras de Negócio conduzem aos Resultados. Portanto, essas regras precisam representar a lógica do problema modelado no software.

FIGURA 4 – ILUSTRAÇÃO DO CONCEITO DE REGRAS DE NEGÓCIO

Interface: é o elemento através do qual o usuário do software interage com o mesmo.

Os softwares estão cada vez mais presentes nas atividades humanas e por consequência os mesmos tem se tornado maiores e mais complexos, fazendo de seu desenvolvimento um verdadeiro desafio técnico e gerencial.

2.3.2 Principais Elementos da Engenharia de Software

A área de conhecimento da Engenharia de Software adota um modelo para caracterização do ciclo de vida de um projeto de software. Já clássico na literatura e a despeito de ligeiras variações, encontra-se referência a esse modelo em Pressmann (2006), Sommerville (2003), Gustafson (2002), Paula (2001), entre outras.

Este modelo é conhecido pelo nome de Queda d'água (Waterfall) devido à forma gráfica pela qual costuma ser representado. A Figura 5 ilustra a sequência de atividades típicas de um projeto de software e que foi adotada nesta pesquisa.

FIGURA 5 – CICLO DE VIDA DE UM PROJETO DE SOFTWARE

a) Objetivos

Uma vez estabelecidos os objetivos, geral e específicos, para o software a ser desenvolvido, o próximo passo é efetuar o levantamento dos requisitos do mesmo.

b) Requisitos

Segundo Gustafson (2002) o objetivo da fase de Levantamento de Requisitos é obter das pessoas que serão as futuras usuárias do software todos os requisitos que o mesmo deve atender.

Segundo Vilet (1993), a fase de Análise de Requisitos é o primeiro grande passo em direção ao desenvolvimento de um software. É durante essa fase que os requisitos de que o usuário necessita são identificados, organizados e documentados. É também nesta fase que se busca avaliar o que foi levantado com o objetivo de validar a documentação produzida. Uma análise de requisitos deficiente levará a um desenvolvimento inadequado e gerará retrabalho. Seu texto ressalta que, embora seja muito difícil separar essa fase da seguinte, Projeto do Software, ela é o ponto de partida.

Essa discussão será aprofundada no Capítulo 5 e nele serão apresentados os requisitos do Simulador.

c) Projeto

Na fase de projeto, segundo diversos autores (Pressman, 2006, Gustafson, 2002), cuida-se da produção dos documentos necessários à criação do software. A equipe responsável pelo Projeto tem a responsabilidade de “*converter a terminologia do ambiente dos requisitos, para a terminologia do ambiente de programação*” em outras palavras “*é a conversão do ‘o que fazer’ para ‘como fazer’*” (Gustafson, 2002).

Além de descrever a Estrutura de Dados, as Regras de Negócio e a Interface do software, nesta fase os projetistas também especificam desenvolvem a bateria de testes que será aplicada ao software para validar seu desenvolvimento.

d) Desenvolvimento

Esta é a fase da transformação do conjunto de documentos e especificações técnicas em: **tabelas de bancos de dados**: que traduzem fisicamente a estrutura de dados; **código de programação**: que implementam as regras de negócio; **telas e relatórios**: que implementam a interface usuário-software.

e) Testes

Ao produto da fase de Desenvolvimento são aplicadas as baterias de testes desenvolvidas na fase de projeto.

Da forma como está exposto aqui o leitor pode ser levado a um entendimento errôneo de que o desenvolvimento de software é linear composto de fases estanques. Muito longe disso, na verdade, é um processo altamente iterativo, ocorrendo grande volume de realimentações principalmente entre Requisitos-Projeto e Desenvolvimento-Testes. Essas realimentações são necessárias e fazem parte do processo. Por outro lado, uma realimentação Teste-Projeto ou Testes-Requisitos representa um potencial problema de retrabalho.

Capítulo 3

TÓPICOS DE GESTÃO DE PROJETOS

3.1 Conceitos Essenciais e Breve Histórico

Estão muito difundidos na literatura os três principais fatos que motivam o crescente emprego das práticas de gestão de projetos. Uma expressiva porcentagem de projetos costuma ser completada fora do prazo, acima do orçado e com qualidade de suas entregas abaixo do esperado. Qualquer combinação desses três fatos significa que o projeto falhou.

Portanto, um projeto de sucesso deve ser completado dentro do prazo, com custos dentro do orçamento aprovado e com todas as entregas dentro dos parâmetros de qualidade especificados. Cabe ao gerente de projetos zelar para que isso ocorra. Não se pode dizer que seja tarefa fácil porque muitos fatores, vários conflitantes entre si, devem ser corretamente administrados em condições muitas vezes desfavoráveis, tais como pressões de acionistas para reduzir custos (pessoal, equipamentos e insumos), pressões de governo e/ou grupos da sociedade para atender demandas não previstas inicialmente, indisponibilidade de recursos (especialistas ou equipamentos específicos) no momento em que se precisa deles, entre tantos exemplos que podem ser elencados.

Com o objetivo prover meios de melhorar o desenvolvimento de projetos, desde a década de 1970 (oficialmente fundado em 1969) o Project Management Institute (PMI) busca reunir as melhores práticas de gestão e oferecê-las de um modo organizado e consistente aos gerentes de projetos. Fruto desse esforço é a publicação “A Guide to the Project Management Body of Knowledge”, cuja última edição é a terceira, de 2004 (PMBOK, 2004).

O PMBOK não é uma norma técnica, nem uma metodologia. Ele é uma reunião das melhores práticas – consultar o item 1.1 do mesmo – de administração que se aplicam à gestão de projetos. A proposta do PMI é que o PMBOK seja um guia para elaboração de metodologias, bem como um texto que uniformize a linguagem praticada entre os diversos profissionais envolvidos no projeto. Cabe aos profissionais de cada setor específico adequar as melhores práticas às particularidades e circunstâncias do setor em que atua. Como o próprio Guia enuncia “a equipe de gerenciamento de projetos é responsável por determinar o que é adequado para um projeto específico”.

3.1.1 Ciclo de Vida de um Projeto

Um projeto normalmente é dividido em fases para oferecer melhor controle gerencial sobre o mesmo. O PMBOK define o ciclo de vida de um projeto, ilustrado na Figura 6, como sendo o conjunto dessas fases.

FIGURA 6 – ILUSTRAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE UM PROJETO
(FONTE: PMBOK 2004)

Normalmente a transição de uma fase para outra está relacionada com algum evento bem definido. Tais eventos são conhecidos pelo termo “Milestones”. Em geral a estes eventos estão associadas uma ou mais “Entregas”. Essas Entregas são o produto do trabalho executado durante aquela fase. Por exemplo, ao final de uma fase inicial de análise de viabilidade, uma entrega esperada é o estudo de viabilidade do projeto que indicará se o mesmo deverá, ou não, ter continuidade.

3.1.2 Processos de Gerenciamento de Projetos

Cada uma das fases do ciclo de vida é planejada, executada e controlada através de processos. O PMBOK (2004) lista 44 processos distintos classificados em cinco grupos, segundo sua natureza e aplicabilidade. O Quadro 1 descreve cada um dos Grupos de Processos de Gerenciamento.

QUADRO 1 – GRUPOS DE PROCESSOS

Grupo de processos de	Descrição	Nº de processos
Iniciação	Define e autoriza o projeto ou uma fase do mesmo.	2
Planejamento	Define e refina os objetivos e planeja a ação necessária para alcançá-los juntamente com o escopo para os quais o projeto foi realizado.	21
Execução	Integra pessoas, equipamentos e insumos para realizar o plano de gerenciamento do projeto.	7
Controle	Mede e monitora o progresso para identificar variações em relação ao planejado, de forma que possam ser tomadas ações corretivas quando necessário com vistas a atingir os objetivos.	12
Encerramento	Formaliza a aceitação do produto, serviço ou resultado e conduz o projeto ou fase do mesmo a um final ordenado.	2

A Figura 7 mostra como esses grupos se relacionam entre si (relação funcional) e ao longo do tempo do projeto (relação temporal).

FIGURA 7 – RELAÇÃO FUNCIONAL E TEMPORAL ENTRE OS CINCO GRUPOS DE PROCESSOS (EXTRAÍDAS E ADAPTADAS DO PMBOK 2004)

3.2 Principais Áreas do Gerenciamento de Projetos

Além da divisão pelos cinco grupos citados, esses processos de gerenciamento espalham-se por nove áreas distintas do conhecimento. O Quadro 2 lista tais áreas enquanto que o Quadro 3 mostra, de forma matricial, cada um dos processos e o Grupo/Área de Conhecimento a que pertence. Mais adiante, cada área será melhor detalhada de forma que o leitor tenha uma visão mais ampla da abrangência dessas áreas.

QUADRO 2 – RESUMO DAS ÁREAS DE CONHECIMENTO DE GESTÃO DE PROJETOS, SEGUNDO PMBOK 2004

Área de Conhecimento	Descrição
Integração do Gerenciamento do Projeto	Inclui os processos e as atividades necessárias para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os diversos processos e atividades de gerenciamento de projetos dentro dos cinco grupos.
Gerenciamento do Escopo	Inclui os processos necessários para garantir que o projeto inclua todo o trabalho necessário, e somente ele, para terminar o projeto com sucesso. O gerenciamento do escopo do projeto trata principalmente da definição e controle do que está e do que não está incluído no projeto.

Área de Conhecimento	Descrição
Gerenciamento do Tempo	Inclui os processos necessários para realizar o término do projeto no prazo.
Gerenciamento de Custos	Inclui os processos envolvidos em planejamento, estimativa, orçamentação e controle de custos, de modo que seja possível terminar o projeto dentro do orçamento aprovado.
Gerenciamento da Qualidade	Incluem todas as atividades da organização executora que determinam as responsabilidades, os objetivos e as políticas de qualidade, de modo que o projeto atenda às necessidades que motivaram sua realização.
Gerenciamento dos Recursos Humanos	Inclui os processos que organizam e gerenciam a equipe do projeto.
Gerenciamento das Comunicações	É a área de conhecimento que emprega os processos necessários para garantir a geração, coleta, distribuição, armazenamento, recuperação e destinação final das informações sobre o projeto de forma oportuna e adequada. Os processos de gerenciamento das comunicações do projeto fornecem as ligações críticas entre pessoas e informações que são necessárias para comunicações bem-sucedidas.
Gerenciamento de Riscos	Inclui os processos que tratam da identificação, análise, respostas, monitoramento, controle e planejamento do gerenciamento de riscos em um projeto. Os objetivos do gerenciamento de riscos do projeto são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto dos eventos adversos.
Gerenciamento de Aquisições	Inclui os processos para comprar ou adquirir os produtos, serviços ou resultados necessários de fora da equipe do projeto para realizar o trabalho. O gerenciamento de aquisições do projeto inclui os processos de gerenciamento de contratos e de controle de mudanças necessários para administrar e propagar as mudanças aos contratos e pedidos de compra emitidos por membros da equipe do projeto.

**QUADRO 3 – MAPEAMENTO ENTRE OS PROCESSOS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS E OS GRUPOS DE PROCESSOS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS E AS ÁREAS DE CONHECIMENTO
(EXTRAÍDO E ADAPTADO DE PMBOK, 2004)**

Processos da área de conhecimento	Grupos de processos de Gerenciamento de Projetos				
	Grupo de processos de Iniciação	Grupo de processos de Planejamento	Grupo de processos de Execução	Grupo de processos de Monitoramento e Controle	Grupo de processos de Encerramento
Integração do gerenciamento de projetos	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver o termo de abertura do projeto (4.1) Desenvolver a declaração de escopo preliminar do projeto (4.2) 	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto (4.3) 	<ul style="list-style-type: none"> Orientar e gerenciar a execução do projeto (4.4) 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar e controlar o trabalho do projeto (4.5) Controle integrado de mudanças (4.6) 	<ul style="list-style-type: none"> Encerrar o projeto (4.7)
Gerenciamento do escopo do projeto		<ul style="list-style-type: none"> Planejamento do escopo (5.1) Definição do escopo (5.2) Criar a WBS (5.3) 		<ul style="list-style-type: none"> Verificação do escopo (5.4) Controle do escopo (5.5) 	

Processos da área de conhecimento	Grupos de processos de Gerenciamento de Projetos				
	Grupo de processos de Iniciação	Grupo de processos de Planejamento	Grupo de processos de Execução	Grupo de processos de Monitoramento e Controle	Grupo de processos de Encerramento
Gerenciamento do tempo do projeto		<ul style="list-style-type: none"> Definição da atividade (6.1) Sequenciamento de atividades (6.2) Estimativa de recursos da atividade (6.3) Estimativa de duração da atividade (6.4) Desenvolvimento do cronograma (6.5) 		<ul style="list-style-type: none"> Controle do cronograma (6.6) 	
Gerenciamento de custos do projeto		<ul style="list-style-type: none"> Estimativa de custos (7.1) Orçamentação (7.2) 		<ul style="list-style-type: none"> Controle de custos (7.3) 	
Gerenciamento da qualidade do projeto		<ul style="list-style-type: none"> Planejamento da qualidade (8.1) 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar a garantia da qualidade (8.2) 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar o controle da qualidade (8.3) 	
Gerenciamento de recursos humanos do projeto		<ul style="list-style-type: none"> Planejamento de recursos humanos (9.1) 	<ul style="list-style-type: none"> Contratar ou mobilizar a equipe do projeto (9.2) Desenvolver a equipe do projeto (9.3) 	<ul style="list-style-type: none"> Gerenciar a equipe do projeto (9.4) 	
Gerenciamento das comunicações do projeto		<ul style="list-style-type: none"> Planejamento das comunicações (10.1) 	<ul style="list-style-type: none"> Distribuição das informações (10.2) 	<ul style="list-style-type: none"> Relatório de desempenho (10.3) Gerenciar as partes interessadas (10.4) 	
Gerenciamento de riscos do projeto		<ul style="list-style-type: none"> Planejamento do gerenciamento de riscos (11.1) Identificação de riscos (11.2) Análise qualitativa de riscos (11.3) Análise quantitativa de riscos (11.4) Planejamento de respostas a riscos (11.5) 		<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento e controle de riscos (11.6) 	
Gerenciamento de aquisições do projeto		<ul style="list-style-type: none"> Planejar compras e aquisições (12.1) Planejar contratações (12.2) 	<ul style="list-style-type: none"> Solicitar respostas de fornecedores (12.3) Selecionar fornecedores (12.4) 	<ul style="list-style-type: none"> Administração de contratos (12.5) 	<ul style="list-style-type: none"> Encerramento do contrato (12.6)

Observação: Neste quadro os números entre parênteses referem-se ao tópico do PMBOK 2004 que descreve o processo.

3.2.1 Gerenciamento da Integração do Projeto

Uma das principais tarefas e, talvez se possa dizer, principais desafios do gerente de projetos é garantir a perfeita integração entre as diversas áreas do gerenciamento de projetos. A integração existe para propiciar que as necessidades dos envolvidos sejam atendidas ou contornadas.

De todas as áreas é a que exige maior visão sistêmica e global por parte do gerente. É também no exercício dessas tarefas que serão exigidas qualidades como relacionamento interpessoal, alinhamento estratégico, capacidade de angariar confiança e estimular a cooperação. Segundo o PMBOK (2004):

“No contexto do gerenciamento de projetos, a integração inclui características de unificação, consolidação, articulação e ações integradoras que são essenciais para o término do projeto, para atender com sucesso às necessidades do cliente e de outras partes interessadas e para gerenciar as expectativas. A integração, no contexto do gerenciamento de um projeto, consiste em fazer escolhas sobre em que pontos concentrar recursos e esforço e em qualquer dia específico, antecipando possíveis problemas, tratando-os antes de se tornarem críticos e coordenando o trabalho visando o bem geral do projeto.”

Em termos práticos, para a execução do Gerenciamento da Integração cria-se um Plano Global de Gerenciamento do Projeto. Este plano deve documentar como será a execução e o controle do projeto, traçando critérios específicos de como será exercido o controle. Tais critérios específicos, dizem respeito às demais áreas, sendo que cada uma demanda um Plano Específico de Gerenciamento – por exemplo o Plano de Gerenciamento das Aquisições, ou o de Alocação de Recursos Humanos.

Este Plano, posteriormente, além de ser utilizado pelo gerente para o controle e monitoramento, também será usado pela alta gerência como parâmetro de

avaliação de desempenho e acompanhamento do progresso. Fica, deste modo, caracterizada sua importância ao longo de todo o ciclo de vida do projeto.

3.2.2 Gerenciamento do Escopo do Projeto

O Gerenciamento do Escopo tem a tarefa fundamental de definir o que será feito no projeto, bem como administrar e controlar as, tão frequentes, demandas por alterações nesse escopo. Em termos ideais, deve conter os processos que garantirão que seja realizado todo o trabalho necessário – e apenas ele – para terminar o projeto produzindo as entregas previstas, em conformidade com as especificações técnicas e funcionais. Segundo o PMBOK (2004):

“O gerenciamento do escopo do projeto trata principalmente da definição e controle do que está e do que não está incluído no projeto.”

São cinco os processos que devem ser desenvolvidos no gerenciamento de escopo:

Planejamento do Escopo: envolve a criação do Plano de Gerenciamento de Escopo, o qual documenta como ele será definido, verificado e controlado e como a WBS (abreviação em inglês de *Work Breakdown Structure* que será usada devido a sua difusão no meio) será criada e definida;

Definição do Escopo: desenvolvimento da declaração de escopo detalhada do projeto. Este documento tem a finalidade de explicitar e divulgar amplamente o que será feito e o que não será feito no projeto e serve como base a todas as futuras decisões do projeto.

Criar a WBS: subdivisão das tarefas do projeto com grau de detalhe suficiente e adequado ao planejamento, execução, avaliação e controle do

progresso do projeto. Esta divisão transforma a entrega do projeto em componentes menores e propicia um melhor gerenciamento;

Verificação de Escopo: formalização e aceitação de todas as entregas do projeto;

Controle do Escopo: é a administração e o controle das mudanças no escopo que podem ter as mais diversas origens, mudanças de estratégia dos patrocinadores do projeto, imposições resultantes de nova legislação, aceitação de demandas da sociedade, etc.

No gerenciamento de escopo a WBS assume papel preponderante, tanto na fase de planejamento como na fase de execução. A WBS é um dos itens de entrada mais importantes do planejamento de tempo e recursos do projeto. Para ser bem feita, ela deve abranger todo o conteúdo do escopo do projeto e não pode conter nada além disso. Um exemplo de WBS pode ser visto na Figura 8. Suas principais funções são: ser a base para a organização e controle do projeto; assegurar que todos os assuntos do projeto estão cobertos; ajudar a configurar a responsabilidade de cada envolvido; dar suporte ao gerenciamento de riscos; ser a base para comunicação e estruturação do sistema de informações.

A elaboração da WBS exige conhecimento considerável do produto ou serviço que será entregue pelo projeto, sem o que, a subdivisão em tarefas elementares não poderá ser feita. Por esse motivo, é importante que o gerente do projeto busque a participação de especialistas na sua elaboração.

Além disso, por ser o elemento base e integrador de praticamente todas as áreas do gerenciamento, existe um consenso na literatura de que sua elaboração

requer especial atenção. Caso seja mal elaborada a WBS, o projeto já parte de um potencial de insucesso muito alto.

FIGURA 8 – EXEMPLO DE WBS

3.2.3 Gerenciamento do Tempo do Projeto

Na área de Gerenciamento do Tempo do Projeto, os processos previstos são aqueles necessários para garantir o término dentro do prazo estabelecido. Esses processos tratam do planejamento e monitoramento das ações a serem tomadas ao longo do projeto.

A Figura 9 ilustra os seis processos previstos no PMBOK (2004) relativos ao gerenciamento do tempo:

FIGURA 9 – ATIVIDADES CARACTERÍSTICAS DO GERENCIAMENTO DE TEMPO

Definição da Atividade: identificação das atividades que devem ser desenvolvidas para produzir as entregas de cada etapa da WBS;

Sequenciamento das Atividades: é a identificação e a documentação das dependências entre as atividades, organizando-as de uma maneira lógica ao longo do tempo, de modo que as atividades que representam pré-requisito para outras sejam executadas primeiro;

Estimativa de Duração das Atividades: cada atividade levará um tempo para ser desenvolvida. É necessário que esse tempo seja previsto de algum modo;

Estimativa de Recursos das Atividades: a execução de cada atividade consumirá recursos – humanos, materiais e em última análise financeiros. Desse modo será necessário prevê-los para cada atividade;

Desenvolvimento do Cronograma: é a criação do planejamento de tempo. Este processo interage fortemente com os anteriores. Muitas vezes, embora uma

atividade possa ser programada para um dado momento dentro do projeto, devido à inexistência de pré-requisitos em aberto, não é possível fazê-lo devido à inexistência do recurso necessário à sua execução. Assim, o desenvolvimento do cronograma precisa levar em conta, não só a sequência e a duração de cada atividade, mas também a disponibilidade de recursos para sua execução;

Controle do Cronograma: ao longo do ciclo de vida, concluído o planejamento em algum momento será dado início à execução do projeto. O controle do cronograma visa, não só garantir que os prazos estabelecidos sejam cumpridos, mas também administrar as mudanças aprovadas para o escopo, replanejando o cronograma e a alocação de recursos adequadamente.

É preciso destacar que o desenvolvimento do cronograma não é uma atividade linear, mas interativa. Essa interatividade está representada na Figura 9 através das linhas pontilhadas. Isso se deve ao fato de que os recursos – humanos e materiais – não são infinitos. Ocorre que mesmo existindo orçamento para custear o recurso, o mesmo pode não se encontrar fisicamente disponível. Por exemplo, um profissional especialista ou uma máquina específica podem já estar comprometidos com outro projeto no tempo em que o planejamento esperava alocá-lo para determinada atividade. Com isso, a programação com restrição de recursos necessariamente torna-se uma tarefa interativa e dependente, não só do gerente do projeto, mas também de várias pessoas dentro da organização.

Terminada a programação, todas as atividades da WBS estarão concatenadas de um modo lógico, contendo as datas previstas de início e término, bem como os recursos necessários a cada uma. Esse cronograma poderá ser representado através de diagramas PERT/CPM e/ou Gráficos de Gantt (Kelling, 2002, pgs 232-234 e PMBOK, 2004, pg 150).

O cronograma do projeto é um dos documentos fundamentais de monitoramento e controle.

3.2.4 Gerenciamento dos Custos do Projeto

O Gerenciamento de Custos tem por missão garantir que os custos realizados durante o projeto permaneçam dentro do orçado.

Em conjunto com o gerenciamento de tempo, o gerenciamento de custos constitui a base que originou esta área da administração denominada Gestão de Projetos.

Isso deve ser feito para cada atividade definida na WBS, devendo ser evitada a situação de que eventuais gastos adicionais em uma atividade sejam compensados por economias em outras. Embora seja muito importante que o projeto como um todo fique dentro do orçamento, é desejável que isso aconteça fazendo valer essa afirmação para cada componente da WBS. O risco de uma “*atividade financiar a outra*” é aumentar as chances de que as entregas das “*atividades financiadoras*” tenham qualidade comprometida.

Segundo o PMBOK (2004), os processos dessa área são:

Estimativa de Custos: desenvolvimento de estimativa de custos dos recursos necessários para executar as atividades do projeto;

Orçamentação: agregação dos custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer a linha base de custos;

Controle de Custos: controle dos fatores que criam variações de custo e controle das mudanças no orçamento do projeto.

Esses processos interagem entre si e também com processos nas outras áreas de conhecimento. Cada processo pode envolver esforço de uma ou mais

peças ou grupos de peças, dependendo da necessidade, complexidade e tamanho do projeto.

Normalmente o orçamento é uma das maiores restrições para os projetos. Embora o tempo seja uma restrição muito importante, na grande maioria dos casos é menos doloroso negociar uma ampliação de prazo do que uma ampliação de orçamento.

FIGURA 10 – GRÁFICO TÍPICO USADO EM ANÁLISE DE VALOR AGREGADO (EARNED VALUE ANALYSIS – EVA)
(FONTE: PMBOK, 2004)

Existem várias ferramentas para o monitoramento e controle de custos. Uma das mais completas é a Análise de Valor Agregado, pois consegue em um único elemento exibir informações consolidadas de custo, prazo e performance do projeto. A Figura 10 representa um exemplo da curva EVA.

3.2.5 Gerenciamento da Qualidade do Projeto

A tarefa nesta área é garantir a finalização do projeto dentro dos critérios de qualidade definidos para suas entregas e para a condução do próprio projeto.

O gerenciamento da qualidade do projeto deve abordar o gerenciamento do projeto e do produto do projeto. Enquanto o gerenciamento da qualidade do projeto se aplica a todos os projetos, independentemente da natureza de seu produto, as medidas e técnicas de qualidade do produto são específicas do tipo particular de produto produzido pelo projeto.

Para isso é necessário existir um Plano de Gerenciamento da Qualidade, no qual devem constar as especificações planejadas para as entregas, os padrões de comparação que serão exigidos e a descrição dos processos de garantia da qualidade que serão aplicados.

A qualidade é um tópico muito particular a cada projeto no que diz respeito à avaliação das entregas. Embora os critérios de qualidade sejam diferentes em projetos tão distintos como o desenvolvimento de um novo automóvel e a construção de uma planta petroquímica, já existem processos de garantia da qualidade – tais como a ISO 9000 – que com as devidas adequações podem ser utilizados.

No âmbito do PMBOK (2004) os processos da área de gerenciamento d qualidade são:

Planejamento da qualidade: identificação de padrões de qualidade relevantes para o projeto e a especificação de como satisfazê-los;

Realizar a garantia da qualidade: aplicação das atividades da qualidade planejadas de maneira sistemática para garantir que o projeto emprega todos os processos necessários para atender os requisitos;

Realizar o controle da qualidade: monitoramento de resultados específicos do projeto a fim de determinar se estão de acordo com os padrões relevantes de

qualidade e identificação de maneiras de eliminar as causas de um desempenho insatisfatório.

Em termos práticos, o plano de gerenciamento da qualidade deve definir: responsável pela garantia e controle da qualidade; as ferramentas que serão usadas para a garantia e controle da qualidade (ex. Seis Sigma, TQM, QFD, entre outros); frequência com que será avaliada a qualidade do projeto; momento em que será verificada a qualidade das entregas de cada atividade da WBS; como serão gerenciados os requisitos de qualidade; como serão tratadas e administradas as mudanças nos requisitos e, conseqüentemente no Plano de Qualidade, em função de alterações no escopo; como serão comunicadas e tratadas as não conformidades detectadas, tanto no âmbito do projeto como no âmbito das entregas;

Importante lembrar que esta área é fundamental na determinação do sucesso ou insucesso do projeto, uma vez que não basta cumpri-lo no prazo e custo estipulados, mas também seu resultado, composto por suas entregas, deve atender as especificações iniciais com o padrão de qualidade estabelecido.

3.2.6 Gerenciamento dos Recursos Humanos do Projeto

O gerenciamento dos recursos humanos contém os processos necessários à administração da equipe que executará as atividades do projeto. A equipe do projeto é composta de pessoas com funções e responsabilidades atribuídas para o término do projeto. Embora seja comum falar-se de funções e responsabilidades atribuídas, passando o conceito de que essas equipes são alocadas para a execução e só, é desejável os membros-chave da equipe estejam envolvidos em grande parte do planejamento e da tomada de decisões do projeto. O envolvimento dos membros da equipe desde o início acrescenta especialização durante o processo de planejamento e fortalece o compromisso com o projeto.

Se em décadas passadas as maiores preocupações dos gestores estavam ligadas aos aspectos financeiros e técnicos do projeto, nos dias correntes os aspectos humanos que envolvem a equipe assumem grau de importância equivalente aos dois primeiros. Conceitos como motivação, compromisso e satisfação da equipe já fazem parte do cotidiano dos projetos, nas organizações que estão sintonizadas com modernas tendências de administração.

O PMBOK (2004) traz os seguintes processos de gerenciamento de recursos humanos:

Planejamento de recursos humanos: Identificação e documentação de funções, responsabilidades e relações hierárquicas do projeto, além da criação do plano de gerenciamento de pessoal.

Contratar ou mobilizar a equipe do projeto: Obtenção dos recursos humanos necessários para terminar o projeto.

Desenvolver a equipe do projeto: Melhoria de competências e interação de membros da equipe para aprimorar o desempenho do projeto.

Gerenciar a equipe do projeto: Acompanhamento do desempenho de membros da equipe, fornecimento de feedback, resolução de problemas e coordenação de mudanças para melhorar o desempenho do projeto.

O sucesso ou fracasso de um projeto está muito ligado às ações das pessoas envolvidas no decorrer das atividades. Um projeto problemático, que esteja mal definido, ou sofrendo muita interferência em relação a escopo e consequentemente esteja se arrastando na organização, pode afetar para pior a moral da equipe. Em casos extremos, bons profissionais podem até buscar outras oportunidades para evitarem o vínculo com tal projeto ruim.

Como um dos modernos desafios da administração de recursos humanos é a identificação e retenção de bons profissionais, e projetos ruins podem afastar esses quadros, é imperativo um eficiente controle nesta área.

3.2.7 Gerenciamento das Comunicações do Projeto

Embora em grau variável, projetos sempre envolvem diversas pessoas. Além do gerente e das equipes técnicas, existem também o cliente, o patrocinador do projeto e outros interessados. A comunicação entre todas essas pessoas envolvidas tem papel importante e precisa ser corretamente planejada, implementada e monitorada.

O gerenciamento das comunicações do projeto é a área de conhecimento que emprega os processos necessários para garantir a geração, coleta, distribuição, armazenamento, recuperação e destinação final das informações sobre o projeto de forma oportuna e adequada. Os processos de gerenciamento das comunicações do projeto incluem os seguintes:

Planejamento das comunicações: determinação das necessidades de informações e comunicações das partes interessadas no projeto;

Distribuição das informações: colocação das informações necessárias à disposição das partes interessadas no projeto no momento adequado;

Relatório de desempenho: coleta e distribuição das informações sobre o desempenho. Isso inclui o relatório de andamento, medição do progresso e previsão;

Gerenciar as partes interessadas: gerenciamento das comunicações para satisfazer os requisitos das partes interessadas no projeto e resolver problemas com elas.

Como o gerente do projeto não produz diretamente os resultados, para chegar aos mesmos ele utiliza os meios de comunicação para coordenar as suas equipes e para a obtenção das informações necessárias para o controle e tomada de decisões.

3.2.8 Gerenciamento de Riscos do Projeto

O Gerenciamento de Riscos é uma das áreas mais novas dentro da Gestão de Projetos. O gerenciamento de riscos do projeto inclui os processos que tratam da realização de identificação, análise, respostas, monitoramento e controle e planejamento do gerenciamento de riscos em um projeto; a maioria desses processos é atualizada durante todo o projeto. Os objetivos do gerenciamento de riscos do projeto são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e diminuir a probabilidade e o impacto dos eventos adversos ao projeto.

A necessidade de gerenciar riscos surgiu em função do aumento da complexidade dos projetos, da maior cobrança dos governos e da sociedade em relação ao meio ambiente, da maior exigência dos clientes em relação ao cumprimento de prazos e orçamentos, entre outros aspectos.

Tais riscos envolvem, muitas vezes, a própria imagem da empresa, a reputação das equipes técnicas, administrativas e dos patrocinadores do projeto.

Os processos previstos no PMBOK para esse fim são:

Planejamento do gerenciamento de riscos: decisão de como abordar, planejar e executar as atividades de gerenciamento de riscos de um projeto.

Identificação de riscos: determinação dos riscos que podem afetar o projeto e documentação de suas características.

Análise qualitativa de riscos: priorização dos riscos para análise ou ação adicional subsequente através de avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto.

Análise quantitativa de riscos: análise numérica do efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto.

Planejamento de respostas a riscos: desenvolvimento de opções e ações para aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto.

Monitoramento e controle de riscos: acompanhamento dos riscos identificados, monitoramento dos riscos residuais, identificação dos novos riscos, execução de planos de respostas a riscos e avaliação da sua eficácia durante todo o ciclo de vida do projeto.

Em termos de metodologia e ferramentas a serem empregados, é vital que o Plano de Gerenciamento de Riscos esteja alinhado com a política de riscos da organização. Tal política, normalmente, é constituída por uma técnica pré definida de identificação e documentação dos riscos, bem como um padrão ou métrica de avaliação do impacto e um método de gerenciamento. O gerente de projetos precisa mapear o plano de riscos a essa política para estar em conformidade com os requisitos da empresa.

3.2.9 Gerenciamento das Aquisições do Projeto

O Gerenciamento de Aquisições e Contratos deve garantir que todos os insumos, equipamentos e serviços de terceiros estejam disponíveis para o projeto no momento correto, ao custo orçado e com as especificações estipuladas.

O PMBOK (2004) prevê processos para compra ou aquisição dos produtos, serviços ou resultados necessários de fora da equipe do projeto para realizar o trabalho. Tais processos são:

Planejar compras e aquisições: determinação do que comprar ou adquirir e de quando e como fazer isso.

Planejar contratações: documentação dos requisitos de produtos, serviços e resultados e identificação de possíveis fornecedores.

Solicitar respostas de fornecedores: obtenção de informações, cotações, preços, ofertas ou propostas, conforme adequado.

Selecionar fornecedores: análise de ofertas, escolha entre possíveis fornecedores e negociação de um contrato por escrito com cada fornecedor.

Administração de contrato: gerenciamento do contrato e da relação entre o comprador e o fornecedor, análise e documentação do desempenho atual ou passado de um fornecedor a fim de estabelecer ações corretivas necessárias e fornecer uma base para futuras relações com o fornecedor, gerenciamento de mudanças relacionadas ao contrato e, quando adequado, gerenciamento da relação contratual com o comprador externo do projeto.

Encerramento do contrato: terminar e liquidar cada contrato, inclusive a resolução de quaisquer itens em aberto, e encerrar cada contrato aplicável ao projeto ou a uma fase do projeto.

Para um melhor controle por parte da gerência sobre os suprimentos, estes devem ser classificados em níveis de relevância e complexidade. Por exemplo, utilizando-se a clássica subdivisão dos suprimentos em:

classe A: grandes sistemas com abrangência em diversas partes significativas do projeto e envolvimento sistêmico. Ítems de aquisição trabalhosa, como importados ou produzidos sob encomenda;

classe B: ítems intermediários fornecidos por fornecedores desenvolvidos e que exigem certo grau de maturação, testes e homologação;

classe C: ítems de prateleira disponíveis comercialmente em diversos fornecedores, sem necessidade de homologação;

evita-se que o gerente consuma tempo excessivo administrando insumos do grupo C em detrimento das outras classes. As classes B e C poderiam ser delegadas a auxiliares enquanto que os insumos da classe A seriam monitoradas mais de perto pelo gerente.

Os materiais da classe A seguramente recebem tratamento especial e é comum, inclusive, que aos fornecedores sejam repassados os mesmos riscos e penalidades que o projeto possui junto ao cliente final. Deste modo alguns riscos gerenciais são compartilhados e o comprometimento do fornecedor com o projeto também aumenta.

É muito comum e até necessário que a equipe de gerenciamento de projetos busque desde o início o suporte de especialistas nas áreas de contratação, compras e legislação. Esse envolvimento pode ser exigido pela política de uma organização, pela legislação que rege a área objeto do projeto ou por imposição do cliente que exige conhecer os contratos celebrados com os subcontratados.

As diversas atividades envolvidas nos processos de gerenciamento de aquisições do projeto compõem o ciclo de vida de um contrato. É possível evitar ou

mitigar alguns riscos identificáveis do projeto gerenciando ativamente o ciclo de vida do contrato e redigindo cuidadosamente os termos e as condições do contrato.

Capítulo 4

SIMULADORES PARA ENSINO E TREINAMENTO NA ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO

Uma vez iniciadas as buscas por material bibliográfico relativo ao assunto deste capítulo, logo no primeiro momento destacaram-se, pelo volume e qualidade dos artigos, dois periódicos: “*Developments in Business Simulation and Experiential Learning*” e “*Simulation & Gaming Journal*”. Avançando nas buscas ficou clara a importância destes dois títulos para aqueles que desejam conhecer o que tem sido desenvolvido em termos de simulação aplicada à administração de empresas e negócios.

Duas instituições se destacam nesse contexto:

“*The Association for Business Simulation and Experiential Learning - ABSEL*”: fundada em 1974, como resultado de uma conferência realizada em Oklahoma City, a ABSEL vem, desde então, promovendo uma conferência anual e cujo resultado é a publicação do “*Developments...*”. Os membros desta associação pertencem, em grande maioria, às universidades norte americanas e seu foco de interesse é a simulação aplicada ao ensino e treinamento na área de administração e negócios;

“*The International Simulation and Gaming Association - ISAGA*”: de origem européia, fundada em Birmingham, Inglaterra, atualmente conta com membros em todos os continentes. Seu principal objetivo é desenvolver e promover o uso da simulação e dos jogos como método de ensino e treinamento. Os interesses de seus membros são bem mais amplos que o da ABSEL, de modo que o grupo que se concentra em administração e negócios constitui uma minoria (Keys, 1990). Esta instituição adotou o periódico “*Simulation & Gaming Journal*” como veículo oficial.

Editado trimestralmente, embora seu foco não esteja exclusivamente voltado para simulação aplicada a administração e negócios, suas edições costumam conter diversos artigos relacionados ao tema.

Outros veículos que trazem artigos relevantes relativos ao tema são: Academy of Management Journal, Journal of Decisions Sciences, Journal of Marketing, Journal of Business Research, Journal of Management Science, Project Management Journal, International Journal of Project Management. Estes dois últimos com foco específico em Gestão de Projetos.

4.1 Histórico da simulação como elemento de treinamento

Simulação e Aprendizado Experiencial – em inglês “*Simulation*” e “*Experiential Learning*”, que neste trabalho é traduzido da forma apresentada - são dois termos muito presentes na literatura levantada. Eles remetem à idéia de ensino e treinamento conduzidos com o uso de uma ferramenta que será chamada de “jogo”.

Jogos podem ser usados para o lazer ou para a educação. A diferença entre ambos os propósitos está no fato de que o segundo tipo necessita ser uma representação convincente, embora simplificada, da realidade na área de conhecimento relacionada. Consequentemente, um jogo educacional necessita ser uma simulação, de modo que os dois termos – jogo e simulador – acabam sendo usados como sinônimos, neste caso.

Um jogo educacional, no contexto que interessa a este trabalho, “é uma ferramenta que permite que indivíduos usem e desenvolvam seus conhecimentos e capacidades de tomada de decisão em um ambiente competitivo fictício” (Larréché, 1987). Esta definição não implica em que computadores façam parte do processo. De fato, jogos educacionais podem ser de diversos tipos elaborados com o uso de

cartas, tabuleiros, “scripts”, “*role-playing*”, entre outros, bem como usando combinações desses vários elementos.

No entanto, é inquestionável o papel que os computadores assumiram nos jogos de empresas. Andlinger (1958) relata um dos primeiros modelos de jogo de empresas baseado em planilhas em papel, calculadas sem a assistência de um computador. O autor destaca dois pontos negativos do jogo: a relativa simplicidade dos modelos implementados no mesmo e a quantidade significativa de erros de cálculo ocorridos durante a execução da simulação.

Larréché (1987), Thavikulwat (2004) e Faria (2004) mencionam que foi na década de 1950 que surgiram os primeiros simuladores aplicados à área de administração e negócios. Faria (2004) relata o desenvolvimento do simulador MONOPOLOGS, criado em 1955 pela RAND Corporation para a Força Aérea Americana, cujo objetivo era o treinamento na área de logística. Em 1956, relatam Thavikulwat (2004) e Faria (2004), surge o “*Top Management Decision Simulation*” produzido por Frank Ricciardi e equipe. Financiado pela “*American Management Association*”, tornou-se o primeiro jogo deste tipo amplamente conhecido.

A partir deste ponto o número e a utilização de jogos de empresas aumentou rapidamente. Estima-se que em 1961 já existiam mais de 100 jogos disponíveis nas universidades americanas Kibbee, Craft & Nanus (1961) apud Faria (2004). O volume “*Business Games Handbook*” publicado por Graham & Gray em 1969 descreve cerca de 190 jogos e “*The Guide to Simulation/Games for Education and Training*” publicado por Horn & Cleaves em 1980 descreve 228 jogos. Todos os jogos desenvolvidos neste período, compreendido entre 1956 e início dos anos 1980, caracterizam-se por serem softwares escritos para rodar em mainframes.

Com o surgimento dos primeiros microcomputadores, em meados da década de 1980, ficam claras as desvantagens dos mainframes. Entre as mais importantes podem ser citadas: o acesso a tais computadores era restrito ao ambiente da universidade ou empresa onde o mesmo estava instalado; a dificuldade de instalação e manutenção dos softwares no mainframe, oriunda da dependência em relação a uma equipe especializada de operadores responsáveis por essas tarefas e normalmente muito atarefados; a programação da interface com o usuário estava condicionada às limitações impostas pelos terminais dos mainframes, que não possuíam grandes recursos para desenho de tela; alto custo do tempo de processamento nos mainframes, entre outras (Fritzsche & Cotter, 1985 e Goosen, 1981b).

Conforme apontam Fritzsche & Cotter (1985) o uso dos microcomputadores não estava isento de desvantagens em relação aos mainframes. Uma das mais graves desvantagens, característica da época, era a diversidade de tecnologias de microcomputadores disponíveis e incompatíveis entre si. Assim, um software desenvolvido para um Apple, não rodaria em um IBM-PC ou num TRS. Outra desvantagem era o fato de que um microcomputador era uma máquina isolada. Os mainframes, com seus terminais conectados a um único processador central, permitiam algum tipo de interação entre os membros de uma equipe. Nos micros isolados isso não era possível.

No entanto, a despeito dessas desvantagens – hoje totalmente relegadas a um simples fato de época - os microcomputadores introduziram um novo e vigoroso fôlego, permitindo um novo ciclo de desenvolvimento dos jogos de empresas.

Nesta mesma época, um artigo publicado por Goosen (1981a) no qual destaca que até aquele momento, poucos artigos publicados até então tratavam de

questões de projeto, modelagem e implementação de simuladores. Ele aponta que, no âmbito da ABSEL, embora tendo publicado mais de 400 artigos nos anais das conferências realizadas anualmente desde 1974, apenas 16 artigos tratavam dessas questões e destaca o seguinte:

[...] tomados em conjunto estes artigos não fornecem informação suficiente para auxiliar novos desenvolvedores a construir, de modo eficiente, softwares simuladores. O projeto e a implementação de simulações ... parece mais ser uma forma de arte, uma habilidade criativa baseada em intuição, do que conhecimento adquirido.

No ano seguinte, Pray e Gold (1982) em um artigo intitulado “*Inside the Black Box*” argumentam que o déficit de publicações destacado por Goosen (1981a) representa um impedimento importante ao crescimento e à sofisticação dos simuladores de empresas, bem como tanto desenvolvedores como usuários necessitam conhecer e compreender os modelos internos usados pelos softwares para gerar as saídas das simulações. Com isto, Pray e Gold, no artigo citado, conclamam e encorajam desenvolvedores a publicar seus modelos e concepções de projeto dos simuladores. A partir desse ponto verifica-se que tal conclamação surtiu efeito, resultando num volume sem precedentes de artigos tratando de modelagem e projeto de simuladores.

Em 2001 os mesmos autores voltam ao tema e fazem uma revisão histórica completa, compilando todos os modelos publicados pela ABSEL (Pray e Gold, 2001) desde 1974. O Quadro a seguir resume as áreas de concentração de artigos e a quantidade de publicações a respeito.

QUADRO 4 – QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS PELA ABSEL QUE TRATAM DE QUESTÕES DE MODELAGEM E PROJETO DE SIMULADORES POR ÁREA DE APLICAÇÃO.

Área de aplicação do Modelo	Qtde de artigos publicados
Marketing	19
Contabilidade e Finanças	12
Qualidade	3
Controle de Tempo durante a simulação	4
Operações e Gestão	8
Recursos Humanos	2

Nas seções seguintes deste capítulo serão abordados os diversos aspectos técnicos de modelagem e projeto levantados na bibliografia e relacionados com o desenvolvimento de softwares simuladores.

4.2 Propósito e Flexibilidade de um Software Simulador

Como qualquer ferramenta, um software simulador deve ser idealizado, projetado, construído e testado com um propósito em foco. Jogos de empresas – conjunto maior dentro do qual se inserem os simuladores – geralmente são apresentados como ferramentas para aprimoramento do aprendizado. Assim, pode-se esperar que os desenvolvedores devam conhecer previamente o que será aprendido pelos participantes, ou seja, os resultados esperados – traduzidos em conhecimentos e habilidades – do jogo são conhecidos, bem como os padrões de resultados que precisam ser atingidos (Peters, Vissers e Heijne, 1998).

Por outro lado, conforme destacam Goosen, Jensen e Wells (1999),

[...] um importante problema de projeto é o fato de que em várias disciplinas de administração existem múltiplas teorias e métodos, alguns conflitantes entre si e que produzem diferentes resultados, ... desta forma o projetista deve escolher uma linha teórica a ser implementada, mesmo que a mesma não seja universalmente aceita.

Conforme aponta Thavikulwat (2004), ao escolher uma teoria ou método, os desenvolvedores muitas vezes adotam como critério aquela que pode ser implementada em um simulador. Quando isso ocorre com mais de uma corrente teórica é comum que o viés pessoal dos responsáveis pelo desenvolvimento acabe sendo adotado. Por fim, quando nenhuma das teorias existentes pode ser implementada computacionalmente, deve-se retornar da fase de implementação para a teoria fazendo do processo de desenvolvimento de simuladores uma forma de rever conceitos e definir termos e métodos (Thavikulwat, 1999).

Segundo esta última afirmação, o processo de desenvolvimento de jogos de empresas e simuladores contribuiria com o processo mais amplo de geração de conhecimento. No entanto, como destaca Thavikulwat (1999), esta afirmação ainda não foi comprovada, dado que esta área de pesquisa ainda é nova e não existem artigos publicados que relatem tais resultados.

O ponto central dessa discussão é chegar ao aspecto da flexibilidade dos jogos de empresas e simuladores. Depois de estabelecido o propósito de um simulador, passa-se à fase de escolhas de modelos que irão representar seus variados aspectos. Neste ponto o desenvolvedor precisa optar por adotar uma arquitetura de modelos fechados ou modelos abertos.

Simulações com modelos fechados têm o mérito de ser bastante precisas em termos de resultados esperados, o que permite uma comparação direta de desempenho entre os participantes. Este aspecto será mais detalhado na seção 4.5. Em contrapartida os modelos fechados são bastante restritos em termos de possibilidades de simulação.

Por outro lado, simulações com modelos abertos dão maior amplitude ao leque de opções que podem ser exploradas. Tal flexibilidade pode ser conseguida de três formas:

a) Os algoritmos utilizam parâmetros que são configurados pelo usuário (instrutor ou o próprio aluno). Em função de combinações desses parâmetros as saídas produzidas irão diferir, consequentemente representarão diferentes situações. Barton (1974) foi o primeiro a trabalhar dentro desta filosofia criando o software IMAGINIT. Thavikulwat (1998) e Anderson, Beveridge, Scott (2002) relatam outros dois exemplos de simuladores que podem ser configurados para servir a diferentes enfoques dentro do propósito a que se destina, de modo configurável. Neles é possível, por exemplo, permitir o jogo individual ou em equipes; dificuldade constante ou crescente; a dificuldade crescente pode estar vinculada a metas ou certos períodos de tempo, e assim por diante.

b) Na segunda forma, derivada da anterior, a flexibilidade do simulador advém de uma estrutura de banco de dados mais complexa associada ao software. Esta estrutura armazena os dados e parâmetros básicos da simulação – configurados pelo administrador – e à medida que a simulação ocorre tais dados e parâmetros são alterados pelas decisões tomadas pelos alunos. Desta forma consegue-se um grau de interatividade e uma dinâmica na simulação que vai além do descrito no item acima. Martin (1999) relata um simulador com esta arquitetura.

c) A terceira forma de conferir flexibilidade ao simulador consiste em usar vários algoritmos – por consequência vários modelos – para um único aspecto do jogo. Esta abordagem implica em criar diferentes módulos de código e um gerenciador que irá decidir qual módulo será utilizado em cada circunstância. Sem dúvida, do ponto de vista de desenvolvimento, essa é a mais complexa. Exemplo

dessa abordagem é o software C-evo. Este não é um simulador aplicado a administração de empresas, mas sim um jogo de estratégia ao estilo de “*Civilization II*®” e “*Age of Empires*®”, desenvolvido por Gerlach com o propósito de investigar e discutir com a comunidade aspectos de Inteligência Artificial relativos a decisões da máquina em jogos de estratégia. O autor lançou mão de um método de programação que permite que parte do código seja separada do software principal. A parte que ele separou foi justamente o módulo de I.A. e em seu site propõe que outros pesquisadores escrevam seu próprio código de I.A. para agregar ao jogo. O usuário do jogo pode, ao iniciar uma partida, escolher qual módulo de I.A. deseja enfrentar. Nada impede, porém, que se escreva um gerenciador de módulos que decida qual será o módulo utilizado em cada momento.

Por fim, faz-se necessário dizer que nada impede que em um único simulador com propósitos amplos sejam utilizadas combinadamente as três formas descritas acima. Como tal software conterá diversos modelos, pode-se utilizar, para cada um a forma que for mais conveniente.

4.3 Grau de Controle e Grau de Interação

Uma decisão de projeto bastante relevante no estágio inicial de desenvolvimento de um simulador diz respeito ao grau de controle que o usuário terá sobre o simulador e ao grau de interação entre usuário e máquina.

Crookall et al (1986) propõe uma classificação que é apresentada nesta seção. Na Figura 11 estão representadas as combinações possíveis entre os graus de controle e de interação. No eixo horizontal, da esquerda para a direita, o grau de interação varia da predominância computador-participante para participante-participante. No eixo vertical, de baixo para cima, o grau de controle varia do

controle predominante pelo computador para a predominância controle pelo participante.

FIGURA 11 – CLASSIFICAÇÃO DE SIMULADORES SEGUNDO OS GRAUS DE CONTROLE E INTERAÇÃO (TRADUZIDO DE CROOKAL ET AL, 1986)

Os simuladores reais existentes classificam-se em um dos quadrantes da Figura 11, mas deve-se ressaltar que cada caso tem suas particularidades, variando em intensidade esses graus, alguns se localizando em regiões mais centrais do diagrama, enquanto outros em regiões mais extremas.

De qualquer modo, o ponto fundamental dessa exposição está no fato de que esses graus devem ser considerados pelos desenvolvedores nos estágios iniciais do projeto do software, fazendo parte de seus requisitos.

4.3.1 Simulação Dirigida pelo Computador

Caracterizada por uma predominante interação computador-participante e um grande controle do computador. Trata-se de um tipo de simulação no qual o participante é um observador, com baixo grau de interferência. De tempos em tempos algumas solicitações são feitas permitindo que o usuário direcione alguns aspectos da simulação. Após a tomada de decisão esta prossegue até o próximo ciclo de solicitações. O jogo “*The Sims* ®”, quando está no modo automático, é exemplo deste tipo. Neste modo automático os personagens “viverão suas vidas” conforme desejem e o usuário apenas observará. No entanto, tais personagens seguirão diretrizes que o usuário definiu, tais como emprego, opções de lazer, condições de conforto na casa, entre outras.

4.3.2 Simulação Sediada no Computador

Caracterizada por predominante interação computador-participante e um grande controle do participante. Neste tipo o usuário interfere na simulação à medida que a mesma ocorre, em tempo real. Um bom exemplo deste caso são os jogos simuladores de vôo, onde o usuário faz o papel do piloto do avião, tendo em suas mãos todas as opções e controles da aeronave, podendo acionar qualquer um a qualquer momento e verificando imediatamente como o “avião” simulado responde.

4.3.3 Simulação Controlada pelo Computador

Caracterizada por predominante interação participante-participante e um grande controle do computador. Neste tipo os usuários interagem durante a simulação ou em seus intervalos e podem discutir as situações, analisar alternativas, definir estratégia e linhas de ação para os próximos ciclos. Exemplos desse tipo são os jogos de estratégia em tempo real, jogados por vários usuários em rede e

formando equipes de aliados e inimigos. O clássico jogo de empresas “Top Management Decision Simulation” é classificado neste tipo (Crookal, 1986).

4.3.4 Simulação Assistida pelo Computador

Caracterizada por predominante interação participante-participante e um grande controle do participante. Este tipo de simulador normalmente é usado em situações onde os usuários são colocados a trabalhar em equipe e assumem diferentes papéis. O bom resultado da simulação está diretamente associado ao bom desempenho da equipe como um todo. O papel fundamental do computador é oferecer o meio de comunicação entre os usuários, armazenar o conjunto de decisões tomadas e calcular os parâmetros de entrada para o próximo ciclo de decisões. Simuladores deste tipo são usados em situações em que é preciso estimular e trabalhar relações interpessoais, técnicas de negociação, conduta ética, entre outras.

4.4 Sistema de Controle de Tempo

Tempo é um fato inexorável da vida. E toda simulação ocorre no domínio do tempo. Para uma simulação computacional o tempo é um elemento da arquitetura do software e pode ser estruturado de diversos modos.

Thavikulwat (1994) definiu uma classificação das formas de representação e implementação do tempo que é representada tridimensionalmente conforme apresentado na Figura 12. Os três critérios que compõem essa classificação são: escala, sincronicidade e gerenciamento.

FIGURA 12 – REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA CLASSIFICAÇÃO DAS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DE TEMPO EM SIMULADORES (ADAPTADO DE THAVIKULWAT, 1994)

A escala representa como o tempo é segmentado. As possibilidades são escala fixa e variável. Na primeira, todos os fragmentos de tempo do simulador são iguais e representam a mesma quantidade de tempo real. Na segunda, cada segmento representará uma fatia de tempo real de diferente duração. A implementação em escala variável é mais complexa que a fixa e normalmente se aplica a casos bastante particulares de jogos de empresas.

A sincronicidade diz respeito ao momento em que as decisões devem ser inseridas no software para que a simulação prossiga. Num sistema síncrono, todos os participantes devem fornecer suas decisões antes que o simulador possa prosseguir para o próximo ciclo. O tempo síncrono é normalmente necessário em ambientes multi-participante com forte interação participante-participante, como nas simulações Controladas pelo computador (ver seção anterior).

O tempo assíncrono é mais adequado às simulações Baseadas e Dirigidas pelo computador, nas quais as interações mais fortes ocorrem entre computador-participante. Neste caso, cada usuário pode tomar suas decisões, informá-las e prosseguir a simulação, sem que isso interfira com os outros usuários.

Nas simulações Assistidas que requerem grande interação participante-participante e grande controle pelo participante a escolha já não é tão óbvia, pois o tempo síncrono limita o controle, enquanto que o tempo assíncrono limita a interação, porque no momento em que um aluno está disponível para a interação, outro pode não estar. Assim, cada caso de simulações assistidas precisa ser analisado em suas particularidades para que seja tomada a decisão de arquitetura.

Por último, o aspecto de gerenciamento é determinado pelo equilíbrio entre a conveniência administrativa e a possibilidade de implementação. No caso do tempo gerenciado pelo Administrador há um grande inconveniente administrativo, uma vez que alguém – o próprio professor ou um monitor talvez – precisará realizar essa tarefa, embora propicie um grande controle sobre os resultados da simulação. Devido a isso é particularmente útil em simulações Controladas e com número grande de participantes.

O oposto deste caso é o tempo gerenciado pelo Participante. Neste caso é o próprio aluno quem decide sobre o término de um ciclo. É adequado para as simulações Sediadas e assíncronas.

O gerenciamento de tempo pelo relógio da máquina é bastante comum nos jogos atuais que se utilizam do mecanismo do relógio para emular a passagem do tempo, segundo uma taxa, que muitas vezes pode ser acelerada, retardada e em alguns casos até mesmo pausada, conforme a conveniência do usuário. Este método dá uma sensação de continuidade à simulação, pois fatos e eventos vão se

sucedendo, o estado do simulador vai se alterando e os resultados são produzidos e apresentados ao aluno através de uma interface.

O gerenciamento de tempo por atividades é mais raro e de implementação complexa. Ele requer que determinadas atividades sejam cumpridas para que o simulador siga para o próximo ciclo. Normalmente se aplica a casos de sistemas de tempo síncrono e simulações Assistidas.

4.5 Sistema de Pontuação

Desde o início dos simuladores aplicados à administração de empresas foi identificada, embora não unanimemente (Ricciardi, 1957 apud Thavikulwat, 2004), a necessidade de existir algum tipo de avaliação de performance dos alunos durante a simulação.

4.5.1 Conceito e Importância de um Sistema de Pontuação

Anderson & Lawton (1992) propuseram que essa performance poderia ser pontuada por dois tipos distintos de medidas, às quais denominaram “medidas externas” e “medidas internas”. As medidas externas recaem em atividades como elaboração de planos de trabalho, apresentações expositivas, habilidade de estimar as consequências e resultados no processo de tomada de decisões, entre outras. Pelas suas características, as medidas externas estão fora de controle dos desenvolvedores de simuladores.

Já as medidas internas são constituídas pelo conjunto de resultados registrados no banco de dados do simulador e que representam o conjunto de decisões tomadas pelo aluno durante a simulação. Essas medidas internas implicam na existência de algum sistema de pontuação que as traduza em uma medida objetiva.

Thavikulwat (2004) traz uma ampla discussão sobre este assunto. Por um lado, afirma que uma vez que o simulador seja usado para verificação de ganho de conhecimento por parte dos alunos, é necessário desenvolver uma função matemática que forneça a pontuação e que tal função não gere confusão ou contradições. Por esse motivo, propõe que a função deve ser simples.

Por outro lado, aponta que existem alguns problemas para o estabelecimento da mesma. Entre outros: quantas e quais variáveis da simulação escolher como critério; que tipo de função escolher para calcular uma pontuação única; no caso de várias variáveis, para compor a função única, que pesos devem ser atribuídos às diferentes variáveis; como construir e aferir um padrão de comparação para decidir se determinado aluno teve desempenho satisfatório ou não.

Além disso, em muitos casos existem certos critérios de desempenho que são difíceis de serem expressos em números objetivos. Enquadram-se nesta condição: moral e ânimo dos “funcionários” da empresa simulada, representação de dilemas éticos na simulação e credibilidade do gerente da empresa simulada (no caso o aluno, no comando do simulador).

4.5.2 Discussão sobre a escolha de parâmetros

A seguir, a título de exemplo do afirmado acima, será feita a descrição de uma situação de escolha de critérios de pontuação. O exemplo foi baseado no artigo de Thavikulwat (2004), porém estendido pelo autor.

Tome-se um simulador total de empresa que seja classificado como Simulação Sediada no Computador (ver tópico 4.4.2). Normalmente, neste tipo de simulador o aluno assume o papel de CEO de uma empresa com a tarefa de dirigi-la. Para tal deverá tomar decisões.

Qual medida – leia-se sistema de pontuação – deverá ser adotada para aferir o desempenho do aluno?

Como se trata de uma empresa uma das primeiras variáveis da simulação que surge como alternativa de medida de desempenho é o faturamento. Tomado como valor absoluto, o faturamento pode ser um critério insípido, porém se tomado em relação a uma meta – algo como aumentar o faturamento em 15% em relação ao ano exercício anterior – tem-se algo forte. A questão que surge é: quem fixará a meta? Para respondê-la pode-se perguntar: quem fixa as metas em uma empresa? Essa tarefa cabe a um dentre os personagens: o Conselho de Administração; a Assembléias de Acionistas; o Sócio Majoritário que estabelece as metas das subsidiárias; ou o Proprietário da Empresa (que não tem subsidiárias). Nos três primeiros casos a meta seria imposta pelo simulador ao aluno e no último seria o próprio aluno que traçaria a meta.

Avançando na discussão, por quê o faturamento seria o melhor critério de medida? Pode-se argumentar que essa é uma variável muito comum usada para classificar empresas, critério importante para precificar uma empresa que esteja sendo vendida, etc. Mas do ponto de vista dos acionistas o lucro é uma variável muito importante e um alto faturamento não é sinônimo de lucro. Na prática o lucro é uma variável muito utilizada. Teach (1990) aponta que “a grande maioria de professores que usa simulações em suas aulas avaliam a performance das equipes com base de alguma função do lucro que a empresa simulada acumulou”. No entanto, o lucro tomado isoladamente também apresenta limitações, podendo-se citar:

- a) não exhibe o crescimento da empresa;

b) pode distorcer o foco dos alunos criando um viés de visão de curto prazo (Teach, 1990), afinal podem-se tomar decisões de curto prazo que diminuam custos e elevem lucros de curto prazo, mas prejudiquem o desempenho da empresa no médio e longo prazo – por exemplo, o corte nas verbas de marketing;

c) é fortemente afetado por eventos fora do controle do administrador (p.ex. condições de mercado e custos de insumos);

d) é muito sensível a decisões ruins tomadas nos primeiros estágios da simulação, quando o aluno ainda não compreendeu totalmente como funciona o simulador.

Outra variável que pode ser tomada como medida de desempenho é a distribuição de dividendos. Os dividendos apenas serão distribuídos se a empresa apresentar lucro. Mas a opção de fazê-lo e em que quantidade é uma decisão a ser tomada ou imposta pelo jogo. Tal distribuição poderá passar a imagem de empresa saudável ou em dificuldades, mas há quem argumente que uma agressiva política de distribuição de lucros pode minar a capacidade de a empresa apresentar crescimento e gerar lucros futuros, pois os recursos distribuídos não poderão ser reinvestidos na empresa.

Pode-se ainda usar o valor da empresa medido pelo valor de suas ações. No entanto, essa solução implicará que na construção do simulador, também seja modelado e construído um mercado capitais simulado, o que pode introduzir complexidades indesejadas, além do fato de que o valor da ação da empresa também é muito sensível a fatores totalmente fora do controle do administrador (p.ex. conjuntura econômica e crises setoriais).

A participação de mercado da empresa é outra variável que pode ser usada. Neste caso é necessário que o simulador modele a própria empresa e a concorrência e tendo como foco os diversos produtos da empresa, cada um com sua posição no mercado em relação aos concorrentes. Quem irá gerir a concorrência? Existem duas abordagens: cada aluno pode estar à frente de uma empresa ou o computador simula a concorrência. No primeiro caso, existirá uma situação não muito realista – embora não crítica em termos de potencial de ensino – de várias empresas iniciando atividades em condições iguais, à mesma época. No segundo caso, o gestor da concorrência será um conjunto de algoritmos que não necessariamente representará um gestor muito brilhante dependendo da complexidade do ambiente simulado.

Por fim, deve-se apontar que é possível utilizar uma combinação linear de duas ou mais variáveis mencionadas acima, cada uma com respectivo peso, para estabelecer a pontuação final.

É momento de sintetizar essa discussão apontando que para cada simulador é necessário avaliar o propósito do mesmo (ver seção 4.3), levantar as variáveis significativas segundo esse propósito e estabelecer uma função que, como afirma Thavikulwat (2004) deve ser o mais simples possível para não induzir a confusões ou contradições.

4.6 Plataforma de Instalação

A plataforma de Instalação diz respeito ao hardware e ao software básico necessários para a instalação do software simulador. São quatro itens que precisam ser considerados: tecnologia de processamento (processador); conexão entre máquinas; sistema operacional; gerenciador de banco de dados;

4.6.1 Tecnologia de Processamento

Embora a família de processadores Intel® e compatíveis represente significativa maioria das máquinas disponíveis atualmente, existem algumas alternativas tais como as equipadas com processadores Apple® e as equipadas com processadores RISC – estes subdivididos por fabricante e não compatíveis entre si.

Esta é uma primeira decisão que precisa ser tomada pelos desenvolvedores de qualquer software: qual será o processador alvo?

4.6.2 Conexão entre máquinas

No que diz respeito a este item, a escolha recai sobre três alternativas: máquina individual, rede local e internet.

No atual estágio da tecnologia de programação, um software escrito para funcionar em uma máquina individual, pode ser estendido, com trabalho relativamente pequeno, para redes locais. Isto ocorre porque uma única linguagem pode ser utilizada para ambos os casos. Fazer o caminho inverso, também não apresenta grandes problemas, desde que a estrutura de dados usada no software seja passível de ser instalada em uma máquina local ao invés de ser instalada em um servidor. No caso de plataforma web (internet), a migração de um software inicialmente escrito para uma das outras duas plataformas para a web já não é tão simples. Embora isso seja possível no caso de algumas linguagens, não é o que ocorre com a maioria. Ao se desenvolver um software para redes locais, existindo a possibilidade de que o mesmo venha também a ser utilizado na internet, é preciso tal característica seja prevista nos requisitos do sistema, desde o início.

Assim, a decisão sobre a plataforma de conexão do software é mais um item a ser considerado nos estágios iniciais do desenvolvimento e tendo como base para a tomada de decisão, o propósito do software.

4.6.3 Sistema Operacional

O Sistema Operacional é um item a ser avaliado com muito critério. Entre outras alternativas menos expressivas, tem-se que decidir se o software será escrito para funcionar com o Microsoft Windows® ou com o Linux, ou ainda com ambos.

4.6.4 Gerenciador de Banco de Dados

A escolha do gerenciador de banco de dados (SGBD) que será utilizada com o simulador não chega a ser um fator tão crítico quanto à escolha do Sistema Operacional alvo.

Com as tecnologias de programação disponíveis atualmente e se determinados cuidados forem tomados, é possível escrever um software que se comunique com várias tecnologias de gerenciadores de banco de dados, incluindo tanto os sistemas proprietários como Oracle® e MS-SQL Server® quanto os “*open-source*” como MySQL e Firebird. Os cuidados mencionados acima se referem a aspectos que todos os SGBD possuem, como a linguagem de definição e manipulação de dados e de recursos como relacionamentos, “*triggers*” e “*stored procedures*”. Praticamente todos os SGBDs existentes atendem a um conjunto padronizado de recursos, conhecido como ANSI-SQL. No entanto, diversos acrescentam recursos próprios que visam melhor desempenho ou ciclo de desenvolvimento mais rápido, que quando usados tornam o software aplicativo incompatível com outros SGBDs.

Se o software aplicativo for escrito utilizando apenas os recursos padronizados, deverá rodar corretamente com todos os SGBDs que atendam a esses recursos.

Capítulo 5

REQUISITOS DO SIMULADOR EM GESTÃO DE PROJETOS

5.1 Considerações iniciais

Conforme já apontado no capítulo 2, e segundo Vilet (1993), a fase de Análise de Requisitos é o primeiro grande passo em direção ao desenvolvimento de um software. É durante essa fase que os requisitos de que o usuário necessita são identificados, organizados e documentados. É também nesta fase em que se busca avaliar o que foi levantado com o objetivo de validar a documentação produzida. Uma análise de requisitos deficiente levará a um desenvolvimento inadequado e gerará retrabalho. Seu texto ressalta que, embora seja muito difícil separar essa fase da seguinte, Projeto do Software, ela é o ponto de partida.

Para a compreensão do que se entende pelo termo “Requisitos” no escopo desta pesquisa, as definições abaixo serão utilizadas:

Requisitos Funcionais: definem o que é esperado que o software seja capaz de fazer para atender à demanda dos usuários. São todos os requisitos operacionais que dizem respeito diretamente às atividades do usuário quando está trabalhando com o software.

Requisitos não Funcionais especificam restrições e condições que o software deve satisfazer. Usualmente tais restrições e condições referem-se à performance, segurança, disponibilidade e tolerância a falhas. Bem como, inclui aspectos como facilidade de uso, padronização e clareza de interface e operações, plataforma operacional e independência (ou dependência) em relação a outros softwares (como gerenciadores de bancos de dados).

5.2 Formas de representação dos requisitos

Gustafson (2002) apresenta de maneira sistemática e exemplificada as diversas técnicas disponíveis para a representação e documentação dos requisitos de software. No Quadro 5 é apresentado um resumo das especificidades de cada técnica. Devido à falta de espaço e estas técnicas serem amplamente difundidas em textos de engenharia de software, recomenda-se ao leitor que busque maiores detalhes na referência.

QUADRO 5 – TÉCNICAS DE REPRESENTAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DE REQUISITOS DE SOFTWARE

Nome	Descrição
Data Flow Diagram (DFD)	Surgida na década de 1980, esta modelagem tem como objetivo representar o fluxo de dados num sistema. O DFD busca exibir quais dados estão disponíveis para cada componente e quais são as saídas do mesmo. Deste modo pretende indicar a função do componente e o que se espera que o mesmo faça.
Modelo de Objetos	Representam entidades e as relações entre entidades. Cada entidade é descrita em função de seus atributos e ações características. Cada classe de objetos retrata um elemento do problema que está sendo abordado. Esta é uma técnica mais recente que a técnica do DFD, possuindo características fortemente técnicas, que muitas vezes não são bem compreendidas pelos usuários que colaboram com os analistas nesta fase de levantamento de requisitos.
Modelos de Descrição de Comportamento	<p>Não existe apenas um modelo com essa abordagem. No entanto, conceitualmente são similares, e buscam representar o comportamento do sistema de um ponto de vista do usuário. Os modelos existentes são os seguintes:</p> <p>Caso de uso: utilizando representações gráficas, esta técnica descreve como o usuário executará as funções no software.</p> <p>Protótipos: são modelos semi funcionais representativos do software a ser desenvolvido. Um protótipo é desenvolvido com base em requisitos preliminares previamente identificados e utilizado para refiná-los ao mesmo tempo que permite a identificação de novos requisitos.</p> <p>Cenários: são descrições narrativas das regras de negócios típicas da atividade que se quer informatizar e que portanto deverão estar previstas no software em projeto.</p> <p>Diagramas de estado: exibem o estado atual do sistema, representado por seus dados, e a transição de um estado para outro.</p>
Dicionário de Dados	<p>Nesta técnica elabora-se uma tabela contendo informações sobre cada elemento do sistema. Cada elemento é descrito por meio de seus dados básicos, que devem ser acompanhados por tipo de dados, tamanho e atributos.</p> <p>Fundamental na comunicação entre analistas e programadores, que esta talvez seja a técnica menos adequada para comunicação com usuários.</p>
Diagramas de Sistema	São diagramas mais informais usados para complementar as descrições formais e produzir representações ilustrativas do software ou de um módulo do mesmo. Justamente devido a informalidade desses diagramas é comum verificar o uso de elementos do DFD e dos Casos de Uso em suas representações.

Nome	Descrição
Padrão IEEE 830 – 1993 para Especificação de Requisitos	Trata-se de um conjunto de tópicos organizados de forma hierárquica que oferece entradas para a descrição de cada parte do software, bem como é flexível a ponto de permitir que os analistas o ampliem para incorporar todos os funcionais e não funcionais.

Observação: Algumas das técnicas elencadas acima visam apenas a descrição de requisitos funcionais.

Trabalhos recentes na área de requisitos de software tratam de evoluir o conhecimento na área em dois caminhos bem definidos:

- a) O aprimoramento na comunicação entre analistas e usuários; e
- b) A influência mútua entre Requisitos e Arquitetura do Software.

O segundo item apontado acima é relatado em trabalhos como Rosa et.al. (2000), Lamsweerde (2003), Bastos e Castro (2005). Este aspecto está relacionado ao tamanho e complexidade crescentes, diversidade de formas de distribuição e heterogeneidade verificadas nos softwares atuais. Estas características causam impacto nos requisitos não funcionais e sua relação com a arquitetura do software. Este aspecto não será estendido em demasia aqui, pois estabeleceu-se um escopo de arquitetura de software para a construção do Simulador, que o coloca em condições bastante controladas quanto ao seu grau de complexidade arquitetural. Isto foi feito justamente para evitar que arquiteturas muito complexas inviabilizem sua construção. Num processo futuro de amadurecimento pode-se evoluir o software, aí sim introduzindo elementos de arquitetura que por hora serão deixadas de lado. Para esclarecer o leitor quanto a esses aspectos que podem introduzir complexidades de desenvolvimento, imagine-se que seja definido que o software deva trabalhar com todos os bancos de dados disponíveis no mercado, bem como ser capaz de trabalhar sem nenhum deles, neste caso armazenando os dados em arquivos XML. Este exemplo mostra um requisito de arquitetura que introduz

complexidade de desenvolvimento e testes, no caso, a previsão de trabalho com variados “*engines*” de banco de dados, que não acrescenta qualquer valor à pesquisa e ao desenvolvimento do Simulador. Com isso, na análise de requisitos estabeleceu-se que será usado uma determinada tecnologia de armazenamento de dados, deixando-se de lado todos os outros.

Quanto ao primeiro item mencionado acima, um problema significativo da fase de análise de requisitos, é a interação entre os analistas de software e os usuários. Como apontam Bahn, et.al. (2002), frequentemente, a diferença de linguagem e terminologia existente entre analistas e usuários produz falhas de comunicação, que levam a deficiências de entendimento e, em última instância, a especificações de requisitos incompletas e deficientes.

Esforços têm sido realizados no sentido de minimizar os efeitos dessas falhas de comunicação. Uma tendência descrita por esses autores, que neste texto será designada pelo termo “**Projeto Participativo**”, busca trazer os usuários para a equipe de desenvolvimento do software, envolvendo-os fortemente nesta fase de análise de requisitos. O objetivo desta tendência é obter do usuário um “*feedback*” contínuo, consistente e o mais preciso possível. Isto tem sido conseguido com o emprego de duas técnicas:

- .1 Melhorias nas descrições e representações de software preparadas pelos analistas, para serem revisadas pelos usuários;
- .2 Padronização e direcionamento do modo pelo qual os usuários revisam os requisitos e relatam as divergências.

Neste contexto, segundo Bahn (2002), protótipos e cenários enquadram-se como instrumentos que estimulam o “*feedback*” por parte dos usuários e permitem

uma melhor interação entre analistas e usuários. Para definição do que são protótipos e cenários vide Quadro 5 – item “Modelos de Descrição de Comportamento”.

5.3 Metodologia empregada para levantamento dos Requisitos

Conforme indicado nos textos básicos de engenharia de software, referências citadas acima, o levantamento dos requisitos é feito pelos engenheiros de software em conjunto com um ou mais usuários-chaves do software. Este princípio foi seguido neste trabalho e para tanto foi convidado um usuário potencial do Simulador. Este usuário é um experiente gerente de projetos acostumado a trabalhar com profissionais mais jovens e, pode-se dizer, em formação. Ele atua em uma empresa de projetos que atua na área de plantas industriais, com forte presença nas áreas química e petroquímica, comandando uma equipe multidisciplinar e a cargo de diversos projetos simultâneos. É conhecedor dos programas de certificação do PMI e já esteve envolvido com diversos programas de treinamento na área.

Por meio de entrevistas conduzidas pelo autor foram coletadas informações que levaram a requisitos desejáveis a serem implementados no software. Depois de organizados e classificados em funcionais e não funcionais houve a necessidade de validá-los. A validação dos requisitos sempre é uma tarefa à parte no processo de desenvolvimento de software, uma vez que deficiências de comunicação entre o projetista e os usuários-chave na fase de levantamento podem conduzir a especificações que não atendam às reais necessidades dos usuários. Foi empregada a técnica de cenários e protótipos (Bahn, 2002) para validação das especificações de requisitos, evitando a propagação de tais falhas de comunicação e o retrabalho.

Na fase de levantamento, foi utilizada a seguinte sequência de interações para o estabelecimento do conjunto de requisitos:

- a) Com base em conversas livres onde foram trocadas idéias com o usuário, elaborou-se uma declaração preliminar de escopo do Simulador;
- b) De posse dessa declaração preliminar de escopo, foram estabelecidas as linhas gerais de utilização e funcionamento do Simulador;
- c) A partir dessas linhas gerais, foram redigidas descrições dissertativas (cenários) a respeito do funcionamento dos diversos módulos que previstos para o Simulador, bem como um protótipo semifuncional;
- d) Apresentados ao usuário, esses cenários e o protótipo geraram comentários, críticas e sugestões que foram compiladas e organizadas;
- e) Por fim, foram documentados todos os requisitos funcionais coletados, bem como estabelecidos os requisitos não funcionais.

A partir desse ponto iniciou-se o projeto lógico do software.

Nas próximas duas seções são apresentados os requisitos funcionais e não funcionais levantados.

5.4 Requisitos Funcionais do Simulador

A estrutura básica utilizada para documentar os requisitos é adaptada do padrão IEEE-830 (1993). Onde se fizer necessário serão utilizados meios adicionais para explicitar os conceitos, recursos e funcionalidades do Simulador.

5.4.1 Definições

O Quadro 6 apresenta os termos que são usadas deste ponto em diante.

QUADRO 6 – TERMOS USADAS NA DESCRIÇÃO DO SIMULADOR

Termo	Definição/Descrição
Aluno	Usuário do Simulador, na condição de indivíduo participante do programa de treinamento que usa o software como ferramenta. Assume o papel de Gerente do Projeto e é o único personagem não virtual;
Arco entre atividades	É o elo de ligação entre duas atividades. Permite que a sequência lógica de atividades seja estabelecida no Gráfico Gantt;
Atividade Básica	É um item indivisível da WBS. Cada Atividade terá um prazo, um custo e entregas a produzir. Sua execução estará a cargo da equipe de um Gerente Funcional. ver Grupos de Atividades
Caminho Crítico	Sequência de atividades da rede PERT que não pode sofrer atraso em sua execução. Atraso em alguma atividade do caminho crítico implica imediatamente em atraso do projeto.
Evento	Fato que ocorre durante a simulação e que exige uma ação por parte do Gerente do Projeto.
Gantt	Tipo de gráfico de barras horizontais que representa o cronograma de execução das atividades da WBS.
Gerentes Funcionais	São personagens virtuais que comandam as equipes que executam as tarefas do projeto. O Aluno terá que interagir com esses personagens para que o projeto evolua.
Grupos de Atividades	Na WBS será feita distinção entre Atividades Básicas e Grupos de Atividades. Um grupo é constituído de atividades básicas e seu prazo, custo e entregas são o somatório desses mesmos parâmetros associados às atividades que o compõem. ver Atividades Básicas
Instrutor	Usuário do Simulador, na condição de indivíduo que prepara as simulações que serão vivenciadas pelos alunos.
Interessado	Todo personagem virtual interessado (positiva ou negativamente) no projeto.
Mensagem	Implementado na forma de correio eletrônico é este recurso que permite a interação entre o aluno e os demais “personagens” do jogo.
Milestone	São pontos situados no tempo muito relevantes no tocante a apresentação de resultados que o gerente de projeto deve prestar ao Patrocinador. Este cobrará esses resultados.
Patrocinador	Personagem virtual que detém o poder e o interesse de que o projeto seja executado. É o dono do projeto e só pode ter um em cada simulação.
Personagens	São todos os “indivíduos virtuais” existentes no Simulador, tais como Patrocinador, Interessados e Gerentes Funcionais.
PERT	Representação gráfica das atividades da WBS, organizadas em um encadeamento lógico que exhibe a dependência no tempo entre as atividades.
Recursos	A todas as atividades básicas estarão associados recursos divididos nas categorias humanos, equipamentos e insumos. Durante a simulação eventos podem impor a indisponibilidade ou a abundância de um ou mais recursos causando impactos negativos ou positivos em custos, prazos e qualidade das entregas.
Simulador	Software objeto deste trabalho.
Sponsor	ver Patrocinador.
Stakeholder	ver Interessado.
WBS	Abreviação de Work Breakdown Structure (em português Estrutura Analítica do Projeto). É a decomposição do projeto em atividades a serem executadas;

5.4.2 Conceitos Gerais do Simulador

O Simulador está concebido para ser usado como um jogo de empresas, no qual um projeto alvo é gerenciado pelo aluno, buscando atingir o sucesso do mesmo, definido em termos de cumprimento de prazo, orçamento e qualidade das entregas. Para isso, dado um cronograma de atividades previamente elaborado, o software simula a passagem do tempo, durante a qual tarefas são executadas, mensagens são trocadas entre o gerente do projeto e os outros personagens (virtuais) e eventos ocorrem, interferindo em aspectos do projeto. Tais eventos, desconhecidos pelos alunos, impõem que decisões sejam tomadas. Uma vez tomada a decisão, existe um impacto, positivo ou negativo, nos fatores de sucesso do projeto e esse impacto faz parte de um sistema de pontuação, que ao longo da simulação é usado para avaliar o desempenho do aluno. Além disso, as decisões tomadas podem ou ter consequências futuras, potencializando ou reduzindo a probabilidade de ocorrência de novos eventos. Uma Árvore de Eventos será mantida na base de dados do Simulador para prover a funcionalidade descrita.

Para garantir flexibilidade à aplicação do Simulador a diversas situações distintas, o mesmo tem todos seus aspectos parametrizados na base de dados, fornecendo ao instrutor uma grande gama de recursos para montar o caso a ser simulado. Estão disponíveis dois modos de uso:

Modo de Preparação:

Este modo será utilizado pelos instrutores do programa de treinamento em gestão de projetos e terá a finalidade de permitir que as sessões de simulação sejam preparadas.

Modo de Simulação:

Este modo será utilizado pelos alunos que participem do programa de treinamento em gestão de projetos. Neste modo a simulação ocorrerá.

5.4.3 Escopo do Simulador

.1 que o Simulador faz

- a) O Simulador foi desenvolvido para plataformas baseadas em processadores Intel e compatíveis, equipados com sistema operacional MS-Windows®, nas versões 98se, XP e 2000;
- b) A simulação ocorre individualmente em cada máquina;
- c) O software pode ser instalado em redes locais, ficando a base de dados centralizada em um servidor;
- d) A base de dados está estruturada na forma de arquivos no formato XML;
- e) O Modo Preparação conta com os recursos necessários para que todo um ambiente de simulação seja criado;
- f) As decisões tomadas são revertidas em uma pontuação para o aluno;
- g) No Modo Simulação os eventos podem apresentar opções de tomada de decisão oferecendo alternativa para os alunos agirem, desde que tenham sido cadastrados desse modo pelo Instrutor;
- h) Os eventos mencionados no item g, podem também não ter alternativa de decisão por parte do aluno. Neste caso, são eventos que surgem, causam algum tipo de impacto e não há o que o aluno possa fazer. Também são preparados pelo Instrutor;

- i) Em momento algum a passagem do tempo poderá ser interrompida ou retrocedida. Será possível apenas acelerar ou retardar o avanço do tempo;

.2 O que o Simulador não faz

- a) Simulador não apresenta versão desenvolvida para processadores diferentes de Intel e compatíveis;
- b) Simulador não apresenta versão para sistemas operacionais diferentes do MS-Windows®;
- c) O Simulador não tem versão desenvolvida para ser utilizado via internet;
- d) Não é possível a simulação de trabalho em equipes, com cada aluno ocupando uma máquina diferente e representando um papel diferente dentro da equipe de projetos;
- e) Simulador não tem integração com softwares comerciais de gerenciamento de projetos (tais como o MS Project®);

5.4.4 Cadastro de Projetos

Uso:	Modo Preparação
Objetivo:	Cadastrar os Projetos que serão utilizados em programas de treinamento.
Descrição:	O Simulador poderá ser usado em programas de treinamento com diferentes enfoques. Devido a isso, será possível manter no cadastro mais de um Projeto, com toda sua estrutura de dados. Todos os demais dados descritos abaixo são vinculados a um Projeto previamente cadastrado.
Elementos BD	Tabela Projetos; Cada registro é um projeto;
Dados Relevantes:	nº do projeto, nome, identificação do aluno, fase em que se encontra (Preparação ou Simulação), data e hora de início da simulação, tempo decorrido na simulação
Características da Interface:	Ficha de Dados
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão dos dados de

5.4.5 Cadastro da WBS

Uso:	Modo Preparação
Objetivo:	Permitir o cadastramento de todas as atividades a serem desenvolvidas no projeto
Elementos BD	Tabela WBS; Cada registro contém uma Atividade da WBS
Dados Relevantes:	nº do projeto, id. da atividade, nome da ativ., id. da ativ. superior, duração (dias), datas planejadas de início e término, datas reais de início e término, se pertence ou não ao caminho crítico, quantidade de trabalho já realizado (de 0% a 100%);
Características da Interface:	A interface deve exibir a WBS sob duas formas: Estrutura Analítica (forma tabular) Diagrama hierárquico (representação gráfica)
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão dos dados das atividades da WBS; Expansão/contração de ramos da WBS que contenham sub-ítems;

5.4.6 Cadastro de recursos

Uso:	Modo Preparação
Objetivo:	Permitir o cadastramento dos recursos que serão necessários e deverão estar disponíveis para a execução das atividades do projeto;
Elementos BD	Tabela Recursos; Cada registro contém um Recurso
Dados Relevantes:	Id. do recurso, tipo (humano/equipamento/insumo), nome, unidade de alocação, qtde (na unid. de alocação) disponível em um dia, custo por unidade de alocação.
Características da Interface:	Tabular
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão dos dados de Recursos

5.4.7 Cadastro de personagens

Uso:	Modo Preparação
Objetivo:	Cadastrar os indivíduos que participarão do projeto. Esses indivíduos são, na verdade, virtuais, ou seja, personagens, e suas atitudes serão gerenciadas pelo Simulador.
Descrição:	<p>Através dos atributos de cada personagem o software saberá qual é o papel de cada um, se dividindo em nas seguintes categorias:</p> <p>Patrocinador (“<i>Sponsor</i>”): é o “dono” do projeto;</p> <p>Colaboradores: são elementos da equipe de projetos;</p> <p>Consultores: são personagens utilizadas na simulação com propósito específico em determinada área e momento da simulação. Seu papel ficará mais claro nos capítulos seguintes, onde são apresentados os modelos usados e uma aplicação do simulador.</p> <p>Interessado: (“<i>Stakeholder</i>”): podem ter interesse positivo ou negativo no projeto;</p> <p>A atuação desses personagens se dará de maneira preparada pelo instrutor no momento da estruturação da simulação.</p>
Elementos BD	Tabela Personagens; Cada registro contém os dados de um personagem

Dados Relevantes:	Id. do personagem, nome, atributos quanto ao projeto (patrocinador, colaborador, interessado), atributos de competência (formação, tempo de experiência, habilidades), atributos quanto à personalidade (pró-ativo/passivo, detalhista/generalista, diligente/displícite, focado/dispersivo, etc).
Características da Interface:	Ficha de dados
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão dos dados dos Personagens;

5.4.8 Cadastro de eventos

Uso:	Modo Preparação
Objetivo:	Cadastrar os eventos passíveis de ocorrer durante a execução das Atividades da WBS;
Elementos BD	Tabela Eventos; Cada Registro contém um evento
Dados Relevantes:	nº do projeto, nº do evento, nome do evento, id. da atividade (ch.estr.), probabilidade de ocorrer, impacto no sucesso, quando ocorreu, decisão tomada;
Características da Interface:	Ficha de dados mestre-detalle. parte mestre: Eventos parte detalle: Opções de ação durante a simulação
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão dos dados de Eventos A parte detalle também permitirá a Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão das opções de ação para cada evento.

5.4.9 Cadastro de opções de ação para eventos

Uso:	Modo Preparação
Objetivo:	Permitir cadastrar as alternativas de ações que os alunos poderão tomar a respeito de um evento durante a simulação.
Descrição:	O Simulador não terá como “inventar” possíveis soluções para um problema suscitado por um evento. Essas possíveis soluções deverão fazer parte do programa de treinamento, através de um preparo prévio por parte dos instrutores. Dentre as ações cadastradas o aluno deverá escolher uma, que lhe pareça a mais adequada.
Elementos BD	Tabela EvAcoes; Cada registro é uma ação possível relacionada a um evento da tabela Eventos;
Dados Relevantes:	nº do projeto, nº do evento, nº da ação, descrição da ação, impacto da ação nos fatores de sucesso do projeto
Características da Interface:	Ficha de dados mestre-detalle onde as opções de ação são a parte detalle.
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão dos dados de

5.4.10 Cadastro de planejamento do projeto

Uso:	Modo Preparação
Objetivo:	Permitir que seja cadastrado o planejamento do projeto, com elaboração de cronograma, sequenciamento de atividades e determinação do caminho crítico.
Descrição:	<p>O planejamento será exibido através de:</p> <p>Gráfico de Gantt: para exibir o cronograma do projeto</p> <p>Rede PERT: para exibir o sequenciamento de atividades e o caminho crítico, sendo que este será identificado através de uma cor diferenciada das barras do Gantt.</p> <p>A rede PERT será representada graficamente com as atividades dispostas nos nós da rede, enquanto que os arcos representarão a relação entre as atividades.</p> <p>Os dados principais para esse cadastro são as atividades da WBS (que serão os nós da rede PERT).</p> <p>Será necessário criar uma tabela que armazene os dados dos arcos, que vão estabelecer a relação temporal entre as atividades.</p>
Elementos BD	Tabela Arcos WBS; Cada registro representa um arco que conecta duas atividades sequenciais
Dados relevantes:	nº do projeto, id. das atividades inicial e final
Características da Interface:	<p>A interface deve exibir o planejamento sob as seguintes formas:</p> <p>Estrutura Analítica (forma tabular)</p> <p>Gráfico de Gantt e rede PERT;</p>
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão dos dados de sequenciamento de atividades e datas de início e término de cada uma;

5.4.11 Cadastro de alunos

Uso:	Modo Preparação e Simulação
Objetivo:	Cadastrar os alunos que participarão do programa de treinamento, atribuindo a cada um: nome de usuário; senha para acesso ao Simulador;
Elementos BD	Tabela Alunos; Cada registro conterà os dados de um aluno;
Dados Relevantes	id. do aluno, nome, id. de turma, nome de usuário, senha de acesso, id. do projeto, dados de pontuação provenientes d simulação;
Características da Interface:	Tabular
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão dos dados de Alunos

5.4.12 Cadastro de instrutores

Uso:	Modo Preparação e Simulação
Objetivo:	Cadastrar os instrutores que poderão preparar programas de treinamento e monitorar o desempenho de seus alunos. Cada instrutor terá um nome de usuário e senha para acesso ao Simulador;
Elementos BD:	Tabela Instrutores; Cada registro conterà os dados de um instrutor;
Dados Relevantes:	id. do instrutor, nome, nome de usuário e senha de acesso;
Características da Interface:	Tabular
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão dos dados de instrutores

5.4.13 Cadastro de alocação de recursos

Uso:	Modo Preparação e Simulação
Objetivo:	Cadastrar os recursos que serão necessários à execução de cada atividade;
Descrição:	A alocação de recursos poderá ser feita tanto na fase de planejamento do projeto, quanto durante a simulação. No segundo caso se tratará de replanejamentos em função de eventos que exijam tal ação.
Elementos BD:	Tabela AtivRecur; Cada registro desta tabela corresponde à alocação de um recurso, previamente cadastrado em “Recursos”, a uma atividade da WBS do projeto;
Dados Relevantes:	nº do projeto, id. da atividade, id. do recurso, quantidade do recurso necessária para execução da atividade;
Características da Interface:	Tabular filtrada por atividade da WBS;
Funções:	Visualização, Inclusão, Alteração e Exclusão de recursos para atividades;

5.4.14 Mecanismo de simulação

Uso:	Modo Simulação
Objetivo:	Executar a passagem do tempo e propiciar a ocorrência de eventos. Exibir aos alunos a passagem do tempo e indicar o progresso das atividades;
Descrição:	Parte do planejamento poderá ser feito pelos alunos. Isto será concretizado a partir da base fornecida pelos instrutores. Concluído esse planejamento inicia-se a simulação. Para isso o aluno solicitará que o mecanismo de simulação seja iniciado. Esse mecanismo registrará a data e hora de início e a partir daí o tempo começa a ser contado. O aluno terá condições de controlar a velocidade do programa, aumentando-a ou diminuindo-a conforme a necessidade. A critério dos instrutores a passagem do tempo poderá ser momentaneamente suspensa.

Durante a passagem do tempo eventos poderão ser disparados. Em função desses eventos decisões deverão ser tomadas. Cada decisão terá um impacto nos fatores de sucesso do projeto e poderá potencializar ou reprimir a ocorrência de outros eventos.

Elementos BD

Características A passagem do tempo poderá ser acompanhada pelas telas de da Interface: visualização da WBS, do gráfico de Gantt ou da rede PERT;

Funções: Escolha de opção de ação para eventos ocorridos;

5.4.15 Janela de tomada de decisão em eventos

Uso: Modo Simulação

Objetivo: Oferecer opções de ação para o aluno e permitir escolha de alternativa

Elementos BD: Tabela Eventos;

Dados Registrará na tabela de eventos, no registro correspondente ao Relevantes: evento gerado, a identificação da opção de ação escolhida;

Características Ficha da Interface:

Funções: Escolha de uma dentre as alternativas apresentadas.

Existirá a possibilidade de consultar um consultor para obter informações complementares e indicações que permitam a escolha da melhor opção. As informações fornecidas pelo consultor terão sido preparadas pelos instrutores e são armazenadas junto com os eventos.

5.5 Requisitos não Funcionais do Simulador

5.5.1 Plataforma

O sistema foi desenvolvido para ser executado em computadores baseados em microprocessador Intel ou compatíveis e equipados com o sistema operacional MS-Windows®, nas versões 98se, XP e 2000/2003 client.

5.5.2 Ambiente de rede

O Simulador pode funcionar em rede local, armazenando seus dados em um servidor de arquivos, ou em um computador isolado.

Ele não funciona em ambiente internet (através do browser).

5.5.3 Desempenho

O sistema deverá ser ágil. O ambiente padrão para a métrica apresentada é composto por computadores do porte de Pentium IV básicos e redes Ethernet 100 Mbps.

No modo preparação a conclusão das tarefas de atualização de banco de dados deve ser efetivada em tempo inferior a 1 segundo.

No modo simulação durante a passagem do tempo, o programa não poderá apresentar efeitos de congelamento da tela. Os dados alterados nessa fase serão manipulados em memória e salvos em disco quando o aluno fechar o projeto.

5.5.4 Segurança de acesso

Este não é um fator relevante para este software.

Apenas usuários cadastrados como instrutores tem acesso aos módulos de cadastro do projeto.

Para o instrutor testar a simulação que está preparando é necessário que ele acesse o programa como um aluno.

Os alunos podem acessar o software apenas no modo simulação.

Estes acessos são garantidos mediante um par “nome de usuário” e senha.

Afora isso, não há uma necessidade evidente de se impor grandes requisitos de segurança.

5.5.5 Tolerância a falhas

Como todos os demais, este software não deve possuir bugs e para isso deverá ser desenvolvido dentro de critérios de qualidade adequados e passar por de testes completos. No entanto, caso exista algum bug não identificado na fase de testes, é preciso ressaltar que não se trata de um software de aplicação crítica.

Como adotou-se a prática de que cada registro alterado é imediatamente gravado em disco, o máximo de informação que o usuário perderá será o registro que estiver sendo editado no momento.

5.5.6 Padronização

O software tem interface e funções padronizadas, aumentando assim a velocidade de aprendizado do usuário. As características visuais e funcionais padrão do ambiente Windows são adotadas no Simulador.

5.5.7 Independência em relação a outros softwares

Nesta versão inicial, o Simulador não tem dependência ou relação alguma com software de terceiros.

Capítulo 6

MODELOS E ESTRUTURA DE DADOS DO SOFTWARE DE SIMULAÇÃO

Neste capítulo serão apresentados os modelos e a estrutura de dados que permitiram o desenvolvimento do software. A estrutura de dados responde pela armazenagem de todas as informações necessárias ao funcionamento do software. Os modelos permitem a codificação dos algoritmos que compõem as funcionalidades do software. Esses algoritmos atuam sobre a base de dados, controlam a simulação e interagem com o usuário recebendo suas intervenções e calculando consequências.

6.1 Modelos Adotados para Implementação no Simulador

6.1.1 Calendário

Nesta seção e nas duas subsequentes é apresentada a modelagem adotada para o gerenciamento do Prazo do Projeto no Simulador.

Todas as atividades de um projeto são planejadas e executadas no tempo. A Unidade de Tempo empregada no Simulador para efeito de planejamento e monitoramento da execução das atividades é “um dia”.

Como os dias são divididos, de um lado em úteis e de outro, em sábados, domingos e feriados, todos os softwares voltados para a gestão de projetos possuem o recurso de cadastro do calendário real sob o qual o projeto será conduzido.

Uma vez cadastrado o calendário e considerando que apenas os dias úteis são levados em consideração no planejamento e execução das tarefas, o software

terá condições de calcular a quantidade de dias úteis entre duas datas especificadas, ou calcular uma data final a partir de uma data inicial e a quantidade de dias necessários à execução da tarefa.

Embora tais cálculos não sejam complexos, lidar com calendários no Simulador seria trabalhoso e não traria benefícios específicos à simulação e ao aprendizado.

Considerando o exposto, neste Simulador não são usados calendários, nem datas reais. O modelo adotado admite apenas a existência de dias úteis, que serão representados por números inteiros, sendo que o primeiro dia do projeto é representado pelo valor 1, o segundo dia por 2, e assim por diante. Assim, um projeto que tenha o total de N_{PRAZO} dias, terá os mesmos numerados de 1 a N_{PRAZO} .

Adotando este modelo simplifica-se o cálculo de dias entre datas, uma vez que bastará uma subtração simples para a obtenção desse resultado e todos os cálculos decorrentes tornam-se mais simples e rápidos.

FIGURA 13 – EXEMPLO DO MODELO DE DATAS ADOTADO NO SIMULADOR. CADA DIA É REPRESENTADO POR UM NÚMERO INTEIRO, REPRESENTANDO UM DIA ÚTIL NO PROJETO

Na figura acima ilustra-se esse modelo adotado. Através dele pode-se verificar que o projeto exemplo exibido está planejado para ser executado em 51 dias úteis.

6.1.2 Duração e Dependência entre Atividades

Atividades comuns na fase de planejamento do projeto são a criação da WBS e a organização de tais atividades em uma sequência lógica de execução. O Gráfico de Gantt, conforme mostrado na figura 19, é uma ferramenta muito apropriada para ilustrar a duração e as relações de dependência entre as atividades. A duração de cada atividade é representada pelo comprimento da barra correspondente. As relações de dependência são ilustradas pelas setas que interligam as atividades.

FIGURA 14 – ILUSTRAÇÃO DE UM GRÁFICO DE GANTT CONFORME IMPLEMENTADO NO SIMULADOR

Conforme indicado em Chung (2004) há dois modos de se organizar uma rede de atividades como essa: na primeira as atividades são representadas pelos nós da rede e na segunda as atividades são colocadas nos arcos da rede. Para esta

segunda forma de representação recomenda-se a leitura da seção 3.7.2. de Chung (2004), pois não será descrita nem utilizada neste trabalho.

A representação das atividades nos nós é o método escolhido para implementação no Simulador. A figura 20 mostra uma rede composta por 8 atividades que se interrelacionam da maneira indicada. Em cada nó escreve-se o nome da atividade e sua duração (no caso colocada entre parênteses).

Uma vez desenvolvida a rede completa o próximo passo é a determinação do Caminho Crítico.

FIGURA 15 – REDE COM ATIVIDADES REPRESENTADAS NOS NÓS

6.1.3 Cálculo do Caminho Crítico

Caminho Crítico é o termo empregado para designar um conjunto de atividades interrelacionadas e que não têm margem de atraso (Tavares, 1996).

As atividades pertencentes ao caminho crítico não tem folgas e se apenas uma delas atrasar, todo o projeto atrasará. Assim, um competente gerente de projetos tem que tomar especial cuidado com andamento das atividades desse conjunto.

No Simulador foi incluído o recurso de cálculo do Caminho Crítico e as atividades que o compõem são apresentadas no Gráfico de Gantt com suas barras destacadas na cor vermelha (ver figura 19).

A seguir é apresentado o método usado para esse cálculo. A rede exibida na figura 20 será usada como exemplo desse cálculo e os nós serão representados através de blocos com a aparência indicada na figura 21.

FIGURA 16 – BLOCO USADO NOS NÓS DO EXEMPLO DE CÁLCULO DO CAMINHO CRÍTICO

As siglas neste bloco significam:

Tempo = Duração da atividade

PDI = Primeira data de início – é a data mais cedo em que a atividade pode iniciar

PDT = Primeira data de término – é a data mais cedo em que a atividade pode terminar

UDI = Última data de início – é a data mais tarde em que a atividade pode iniciar

UDT = Última data de término – é a data mais tarde em que a atividade pode terminar

A rede da figura 20 desenhada com esses blocos fica conforme mostrado na figura 22.

FIGURA 17 – REDE COM ATIVIDADES NOS NÓS

A determinação do Caminho Crítico depende do cálculo dessas quatro datas para todas as atividades da rede. O algoritmo para esse cálculo consiste no seguinte:

- a) Iniciar com 0 o PDI de todas as atividades;
- b) Listar todas as atividades que não possuem arcos chegando a elas. Essas atividades serão consideradas "Início";
- c) Para todas as atividades "Início" calcular seu $PDT = PDI + \text{Duração}$;
- d) Para a primeira atividade "Início" fazer:
- e) Para cada arco partindo dessa atividade atribuir o PDT predecessora (PDT_p) ao PDI da sucessora (PDI_s), apenas se $PDI_s < PDT_p$;
- f) Calcular $PDT_s = PDI_s + \text{Duração}_s$
- g) Se existirem arcos saindo da atividade sucessora assumir que essa é a predecessora e recursivamente voltar aos itens (e), (f) e (g), tomando esta atividade sucessora como ponto de partida;
- h) Se não existirem arcos saindo da atividade sucessora encerrar o último processo recursivo iniciado;
- i) Repetir (d) para todas as atividades da lista "Início"

Ao final deste processamento será obtido o resultado exibido na figura 23.

FIGURA 18 – REDE COM TODOS OS PDI E PDT CALCULADOS

Para completar o processo é necessário realizar uma segunda etapa do algoritmo, agora para a determinação das últimas datas. Neste ponto já se sabe a duração máxima do projeto, que é PDT da última atividade a ser executada. Este valor será denominado por PDT_{Total}

- j) Iniciar com PDT_{Total} o UDT de todas as atividades;
- k) Listar todas as atividades que não possuem arcos saindo delas. Essas atividades serão consideradas "Finais";

- l) Para todas as atividades "Finais" e calcular seu $UDI = UDT - \text{Duração}$;
- m) Para a primeira atividade "Finais" fazer:
- n) Para cada arco chegando a essa atividade atribuir o UDI da sucessora (UDI_S) ao UDT da predecessora (UDT_P), apenas se $UDI_S < UDT_P$;
- o) Calcular $UDI_P = UDT_P - \text{Duração}_P$
- p) Se existirem arcos chegando na atividade predecessora assumir que essa é a sucessora e recursivamente voltar aos itens (n), (o) e (p), tomando esta atividade predecessora como ponto de partida;
- q) Se não existirem arcos saindo da atividade predecessora encerrar o último processo recursivo iniciado;
- r) Repetir (m) para todas as atividades da lista "Finais"

FIGURA 19 – REDE COM TODOS OS UDI E UDT CALCULADOS

Quando $PDI = UDI$ (o que implica em que $PDT = UDT$) então a atividade pertence ao conjunto do Caminho Crítico. Portanto, no exemplo o Caminho Crítico é composto pelas atividades: A, C, D, E, F e H.

FIGURA 20 – EXIBIÇÃO DO CAMINHO CRÍTICO CALCULADO

6.1.4 Escopo

Nesta seção é apresentada a modelagem adotada para o gerenciamento do Escopo do Projeto no Simulador.

No modelo empregado o escopo é tratado de forma qualitativa. Esse tratamento diz respeito à complexidade de execução de uma atividade. Essa complexidade é dividida usando-se uma escala com quatro subdivisões denominadas: Simples, Médio, Alto e Complexo.

O instrutor, ao preparar a simulação deve associar a cada atividade básica da WBS o grau de complexidade de seu escopo.

Para Grupos de Atividades essa associação não é feita.

Id	WBS	Atividade	Responsável	Custo Plan.	Var. Admis.	Escopo	Qualid. Min.
1	raiz	Desenvolvimento de Roçadeira Port		124700	6235,00		
2	1.	Desenvolvimento do Plano do Projeto	Sérgio Luiz	3000	150,00	Médio	100
3	2.	Entrega do Plano do Projeto	Sérgio Luiz	0	0,00	Simples	100
4	3.	Design	Clara	26000	1300,00		
5	3.1.	Determinação de dimensões principais	Clara	2700	135,00	Simples	95
6	3.2.	Formas e Croquis artísticos	Clara	2700	135,00	Simples	95
7	3.3.	Definição de cores e detalhes de acabar	Clara	2900	145,00	Médio	95
8	3.4.	Construção de maquete em tamanho real	Clara	11300	565,00	Alto	85
9	3.5.	Criação 3d em CAD - com renderização	Clara	6400	320,00	Médio	85
10	4.	Projeto Técnico	Satoru	95700	4785,00		
11	4.1.	Corpo e estrutura	Satoru	30200	1510,00		
12	4.1.1.	Haste principal	Satoru	3100	155,00	Médio	95
13	4.1.2.	Empunhadura regulável	Satoru	12000	600,00	Alto	95
14	4.1.3.	Base de fixação do motor	Satoru	2800	140,00	Médio	95
15	4.1.4.	Base de fixação da lâmina	Satoru	2800	140,00	Médio	95
16	4.1.5.	Forma da lâmina de corte	Satoru	9500	475,00	Médio	85
17	4.2.	Mecânico	Satoru	23400	1170,00		
18	4.2.1.	Eixo principal e mancais	Satoru	9600	480,00	Médio	95
19	4.2.2.	Suporte da lâmina e mancal	Satoru	3200	160,00	Médio	95
20	4.2.3.	Transmissão (cálculo de engrenagem)	Satoru	10600	530,00	Alto	95
21	4.3.	Seleção do Motor	Mário	7700	385,00		
22	4.3.1.	Levantamento de fornecedores	Mário	900	45,00	Médio	85
23	4.3.2.	Contatos técnicos	Mário	1200	60,00	Simples	85
24	4.3.3.	Avaliação de amostras e Triagem	Mário	1100	55,00	Médio	85
25	4.3.4.	Testes para uso nos protótipos	Mário	4500	225,00	Alto	95

FIGURA 21 – EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO DE COMPLEXIDADE DE ESCOPO A CADA ATIVIDADE DA WBS

Essa informação será usada no decorrer da simulação em eventos que impliquem em mudança de escopo. Podem ocorrer diversas situações.

Um caso de necessidade de redução de escopo poderia ser preparado pelo instrutor da seguinte maneira: imagine-se que em determinado projeto esteja prevista a produção de um modelo reduzido de uma plataforma flutuante para ensaio em tanque de provas. O instrutor pode preparar a atividade com escopo “Alto” e indicar nas entregas que é necessário criar no modelo uma representação fiel da superestrutura da plataforma. Pode também preparar um evento no qual ocorra um estouro de orçamento dessa atividade em função de circunstâncias quaisquer e aliado ao evento apresentar duas alternativas que forcem uma tomada de decisão (em seção mais adiante esse mecanismo de eventos será exposto com mais detalhe). As alternativas seriam: deslocar parte do orçamento de outra atividade para essa, ou reduzir o escopo de “Alto” para “Médio” e manter o orçamento. O deslocamento do escopo para nível mais baixo pode implicar, ou não, em comprometimento da qualidade. Na sugestão do caso do modelo reduzido, o instrutor poderia deixar preparado, nas alternativas de solução do evento, a situação de que o escopo “Médio” eliminaria a necessidade de detalhamento fiel da superestrutura o que não causaria prejuízo no objetivo maior do modelo, que é o seu uso em ensaio de tanque de provas, desde que fossem mantida a correta configuração de pesos e centros.

Numa segunda situação, o instrutor poderia prever que num projeto de TI, ao longo da atividade de programação de um software fosse feita de forma paralela a documentação do mesmo, pelo próprio programador encarregado da codificação. Num evento de estouro de prazo, em que o programador ficará sem tempo para documentar e focado em entregar o software, uma redução de “Alto” para “Médio” no escopo implicaria por exemplo em alocar um estagiário para fazer a documentação, e na condição de falta de tempo do programador para prestar o devido suporte, a

qualidade desse trabalho sofreria um impacto negativo e haveria o custo adicional do estagiário. Não podendo existir o impacto em custo, a redução poderia ir de “Alto” para “Simples”, implicando que não seria alocado estagiário algum e a documentação seria deixada de lado. O custo não sofre e a qualidade sofreria impacto negativo maior ainda.

Fica claro que se o escopo for classificado como “Simples” o aluno não terá a alternativa de reduzi-lo.

Por outro lado, neste modelo, é possível criar situações de mudança de escopo causada por uma demanda de *stakeholder* ou por mudança no ambiente do projeto (legislação, condições de mercado, etc). Para montar uma situação dessas o instrutor pode preparar um evento que force a mudança de escopo de uma categoria inferior para outra superior (de “Médio” para “Alto”, por exemplo)

Enfim, esse é o modelo adotado no simulador para tratar a questão de Gestão de Escopo. Ele garante flexibilidade suficiente para o instrutor criar situações ao mesmo tempo que não traz complicações inviáveis de serem implementadas em um software (afinal, é preciso lembrar que em termos de mudança de escopo em projetos, tudo pode acontecer e o céu é o limite!).

6.1.5 Custos

Nesta seção é apresentada a modelagem adotada para o gerenciamento do Custo do Projeto no Simulador.

Como pode ser visto na figura 26, cada atividade tem um custo (C_A) estabelecido, bem como uma variação admissível. A variação admissível (VAC_A) foi criada com o intuito de modelar uma margem de contingência para absorver eventualidades.

Assim, cada atividade pode consumir no máximo o custo total $C_T = C_A + VAC_A$ sem que o gerente do projeto seja penalizado no quesito Custo da sua pontuação. A soma de todas as margens individuais das atividades compõem o “Fundo de Contingência do Projeto”, que o gerente tem autorização para gerir. As margens individuais poderão ser ou não usadas na atividade a que se destina.

Após o encerramento de uma atividade, a parcela de custo total (C_T) não usada permanecerá no Fundo à disposição do gerente. Ele terá a liberdade de alocar recursos adicionais desse Fundo numa atividade em andamento, porém essa alocação estará limitada não ao montante do Fundo, mas sim às sobras das atividades já encerradas.

Caso alguma atividade encerre com sobras do montante principal (C_A), o simulador pode gerar automaticamente uma mensagem do “Diretor Financeiro” requisitando a devolução dessa parcela de valor.

A pontuação do gerente de projetos no quesito Custo estará fortemente ligada à sua capacidade de tomar decisões que não causem gastos além do previsto. Caso isso seja inevitável ele terá como único recurso recorrer ao *sponsor* solicitando revisão de orçamento, mas para ter a solicitação concedida terá que justificar muito bem o pedido.

6.1.6 Qualidade

Nesta seção é apresentada a modelagem adotada para o gerenciamento da Qualidade do Projeto no Simulador.

A modelagem adotada para qualidade é bastante simples. A cada atividade é associado um número inteiro, que em princípio varia de zero a 100. O zero significa que as entregas da atividade não atendem em nada aos requisitos pré

estabelecidos. O 100 significa que esses requisitos estão plenamente atendidos. Certas circunstâncias durante a simulação podem levar esse número a um valor maior que 100 o que poderia ser interpretado como além dos requisitos terem sido satisfeitos, conseguiu-se ir além.

Na atividade também é definida um índice mínimo de qualidade a ser atingida. A submissão de entregas do projeto ao *sponsor*, sem que se tenha atingido esse índice mínimo acarretará problemas para o gerente do projeto.

Durante a simulação, o índice de qualidade de uma atividade será iniciado com zero. À medida que essa atividade for executada esse valor subirá automaticamente indicando que a atividade está transcorrendo normalmente. A distribuição é linear ao longo do tempo. Isto significa que a cada dia de execução se a atividade possui uma duração de N dias, a cada dia é acrescentado uma parcela de $100/N$ ao índice de qualidade. Caso não ocorram eventos envolvendo qualidade esse índice terminará em 100.

Caso eventos desse tipo ocorram ao índice de qualidade será subtraído (no caso de eventos negativos) ou somado (no caso positivo) um valor associado à gravidade do evento e à decisão tomada pelo Gerente do Projeto.

Essa pontuação deverá ser previamente preparada no conjunto de eventos criado pelo instrutor.

Assim como na modelagem de Escopo, a qualidade está associada apenas às atividades básicas e não aos grupos de atividades.

6.1.7 Tempo

Outro fator que mereceu especial atenção na elaboração do Simulador foi a modelagem da passagem do tempo.

Conforme taxonomia apresentada no Capítulo 4 (seção 4.4), decidiu-se que o controle do tempo deve ser baseado em Escala Fixa, Gerenciado pelo Relógio da Máquina e Assíncrono.

.1 Escala Fixa:

A Escala Fixa implica em que as sucessivas fatias de tempo terão o mesmo tamanho. O Simulador conta com um relógio virtual que emite pulsos e, ao fazê-lo, simula a passagem do tempo.

FIGURA 22 – PAINEL DE EXIBIÇÃO DO TEMPO DECORRIDO NA SIMULAÇÃO

Na prática, o tempo de um dia foi dividido em 32 intervalos de 15 minutos. Com isso tem-se uma jornada diária de trabalho de 8 horas, que é o tempo útil que o aluno, na qualidade de gerente do projeto, tem para trabalhar durante um dia simulado. O Simulador não dá condições do aluno fazer “hora extra”.

No canto inferior direito da tela do Simulador o aluno pode ver em que dia e “hora” está. O mostrador visual exibe o dia corrente através de algarismos e a hora atual desse dia é exibida através de um mostrador dividido em oito colunas cada uma com quatro barras. Cada barra representa quinze minutos e uma coluna totalmente preenchida indica que uma hora se passou.

.2 Gerenciado pelo Relógio da Máquina

Quando o acesso ao Simulador é feito no modo Instrutor o tempo não passa – o relógio é mantido desligado. Quando o acesso se faz no modo Aluno o tempo passa.

Essa passagem do tempo é gerenciada pelo próprio Simulador, com base no relógio do computador. Internamente, no software, o mostrador visual foi construído para também ser um relógio virtual de pulsos. A cada pulso desse relógio virtual quinze minutos de simulação se passam.

Ao aluno não é possível interromper a passagem do tempo. O relógio estará sempre ligado.

No entanto, o aluno tem controle sobre a velocidade com que o tempo passa. Atuando sobre o controle situado na lateral direita do mostrador de tempo o aluno pode retardar ou acelerar o relógio virtual.

FIGURA 23 – TRÊS DIFERENTES POSIÇÕES DO CONTROLE DE VELOCIDADE DO RELÓGIO

Este controle tem cinco posições. Na posição 1, totalmente à esquerda, o relógio estará na velocidade mais lenta. Na posição 5, totalmente à direita, o relógio estará na maior velocidade. O intervalo de tempo do relógio pode ser calculado pela expressão:

$$I = 468,75 \times 2^{(5 - \text{Posição})}$$

O quadro 7 mostra quanto tempo real é necessário para a passagem de um dia simulado.

**QUADRO 7 – TEMPO REAL NECESSÁRIO PARA O TRANSCURSO DE UM DIA SIMULADO
(INTERVALOS MEDIDOS EM MILISEGUNDOS)**

Posição	Intervalo de um pulso (ms)	Um dia simulado passa em (32 pulsos)
1	7500	4 minutos
2	3750	2 minutos
3	1875	1 minuto
4	937,5	30 segundos
5	468,75	15 segundos

Desde o momento em que o aluno entra no Simulador até o momento em que fecha o projeto esses pulsos vão ocorrer e a quantidade de pulsos ocorridos indicará em que dia/hora está a simulação. Essa informação é gravada nos arquivos do sistema de modo que, se o aluno interromper o trabalho e voltar a ele mais tarde, a contagem do tempo será retomada a partir do momento em que foi interrompida.

.3 Assíncrono

Este aspecto diz respeito à interação do aluno com o software, no que diz respeito aos momentos em que este pode ou não pode executar ações (para detalhes ver seção 4.4).

O Simulador foi desenvolvido de modo completamente assíncrono permitindo que o aluno execute suas ações em qualquer momento que queira ou precise, não sendo necessário esperar um certo estado ou momento de liberação de entrada de dados. O mecanismo que permite essa interação assíncrona é descrito neste capítulo nas seções sobre Mensagens e Eventos.

6.1.8 Gerador de números pseudo-aleatórios

Em diversos pontos deste software são utilizados números gerados aleatoriamente. Por exemplo, o instrutor pode prever que durante a execução de uma atividade da WBS ocorra um evento que indique a ocorrência de greve entre

operários que trabalham em uma das equipes executivas do projeto. Ao cadastrar esse evento o instrutor informa uma probabilidade de que o evento realmente aconteça. Esta probabilidade é um número que varia de 0 a 1, onde 1 significa 100%, ou ocorrência certa.

Em virtude disso, para cada simulação, o mecanismo de eventos irá gerar um número aleatório para decidir se aquele evento será programado para ocorrer ou não. Caso decida que vai ocorrer, ainda terá que decidir quando (em que dia e hora) será disparado esse evento, dentro do prazo em que a atividade esteja em execução. É um segundo sorteio de número aleatório.

Com isso, foi necessário introduzir no simulador um gerador de tais números.

Antes de passar à apresentação do modelo empregado cabe mencionar que na literatura há extenso material discutindo a eficácia da geração aleatória usando métodos aritméticos. Sobre isso, John von Neumann proferiu a frase que o tempo se encarregou de tornar célebre: “Qualquer um que considere métodos aritméticos para produzir dígitos está, certamente, cometendo um pecado” (Neumann, 1951). Atualmente está suficientemente provado que não é possível gerar números verdadeiramente aleatórios.

É por esse motivo que os métodos existentes são denominados geradores de números pseudo-aleatórios. Em alguns tipos de aplicação seu uso não é recomendável em função de diversos inconvenientes. Para discussão aprofundada sobre as vantagens e desvantagens dos pseudo-aleatórios recomenda-se a referência Peterson (1998).

No caso do Simulador deste trabalho, que não é uma aplicação de missão crítica ou que necessite de grandes garantias sobre segurança de dados, adotou-se

o Gerador Linear Congruencial – que será doravante denominado LCG (sigla do inglês “*Linear Congruential Generator*”) apresentado por Knuth (1997).

O LCG é um dos mais antigos e bem conhecidos métodos de geração de pseudo-aleatórios, sua teoria é bastante simples e sua implementação fácil e rápida.

O gerador é definido por uma relação de recorrência:

$$X_{n+1} = (a X_n + c) \bmod m$$

onde:

X_n é a sequência de números aleatórios;

$m > 0$, é o “módulo”;

$0 \leq a < m$, é o “multiplicador”;

$0 < c < m$, é o “incremento”;

$0 \leq X_0 < m$, é a “semente” ou “valor de partida”;

Todos esses parâmetros são números inteiros e definem o comportamento dos gerador. Essa relação de recorrência é capaz de gerar uma sequência de números com período limitado ao valor do módulo m . Em alguns casos esse período será bem menor que m . O LCG terá um período do tamanho de m , se e somente se:

- a) c e m forem primos entre si;
- b) $(a - 1)$ for divisível por todos os fatores primos de m ;
- c) $(a - 1)$ for múltiplo de 4 se m também for múltiplo de 4;

Se por um lado o LCG é capaz de produzir muito boas sequências, por outro sua eficácia é extremamente sensível à escolha dos parâmetros a , c e m .

No caso do simulador foi utilizado o conjunto: $m = 2^{32}$, $a = 134775813$ e $c = 1$, que é um conjunto já testado e provado como capaz de produzir muito boas

seqüências de pseudo-aleatórios de período da ordem de 2^{32} , independentemente da semente (X_0) escolhida (Knuth, 1997).

6.1.9 Mensagens

As mensagens são o meio de comunicação do Aluno com o mecanismos de simulação e vice-versa. Elas são apresentadas na forma de correio eletrônico, onde o gerente de projetos possui a caixa de entrada e a caixa de mensagens enviadas.

O Simulador possui um algoritmo que funciona como um interpretador das mensagens trocadas entre o aluno e os “personagens virtuais”. Para poder funcionar, o assunto das mensagens é padronizado e ao criar uma nova mensagem o aluno deve escolher o assunto de uma lista. O quadro 8 mostra e comenta os tipos de mensagens possíveis.

FIGURA 24 – TELA DO CORREIO ELETRÔNICO DO SIMULADOR

QUADRO 8 – ASSUNTOS QUE PODEM SER USADOS NAS MENSAGENS

Tipo	Descrição	Origem	Destino	Finalidade	Informações Adicionais
1	Saudação	Person.	Aluno	Usada para manter a cordialidade entre membros da equipe	
		Aluno	Person. ¹		
2	Pedido de detalhamento de WBS	Aluno	Person.	Usada na fase de planejamento para pedir detalhamento da WBS. ¹	Id da WBS e Prazo para resposta
3	Pedido de atualização de dados de atividade	Aluno	Person.	Usada na fase de execução para pedir informações sobre andamento de atividade	Id da WBS
4	Pedido de alteração de parâmetro de projeto	Person.	Aluno	Usada na fase de execução para pedir alteração de escopo, prazo ou custo da atividade	Id da WBS, parâmetro que se quer alterar e novo valor desejado
5	Resposta a pedido de alteração de parâmetro	Aluno	Person.	Usada para responder a mensagens do tipo 4	Id da WBS, Negação ou Aceite e ressalvas ¹
6	Entrega de Resultados	Aluno	Sponsor	Usada para submeter ao <i>Sponsor</i> as entregas de um conjunto de atividades. Tipicamente usada em milestones	Id do Milestone ou Grupo de atividades
7	Cobrança	Sponsor	Aluno	Usada para cobrar entregas atrasadas referentes a um milestone	Id do Milestone
8	Comunicação de Stakeholder	Stakeholder	Aluno	Usada para gerar demandas de <i>Stakeholders</i>	Parâmetros influenciados pela demanda
9	Pedido de autorização para alteração em parâmetro do projeto	Aluno	Sponsor	Usada para solicitar ao <i>Sponsor</i> autorização para efetuar alterações em prazo e custo	Novos valores para prazo e custo
10	Resposta a Stakeholder	Aluno	Stakeholder	Usada para enviar respostas a mensagens do tipo 8	Negação ou aceite e ressalvas ¹
11	Comunicações à equipe	Aluno	Person.	Usada para prestar informações sobre o andamento do projeto aos gerentes funcionais e stakeholders.	Ajuda a manter boas relações com a equipe
12	Pedido de informação técnica	Aluno	Person.	Usada para pedir informações técnicas sobre pontos específicos de uma atividade.	Está ligada a eventos do instrutor e que necessitam de uma decisão técnica.
13	Outros	Aluno	Person.	Serve para qualquer coisa não prevista acima, inclusive correntes, spams e afins.	Usar com cuidado.

1. A indicação “Person.” Refere-se a todos os personagens virtuais que não sejam o *Sponsor* ou *Stakeholder*. Ou seja, neste caso basicamente a referência é a personagens classificados como gerentes funcionais ou consultores.

6.1.10 Eventos

Eventos são o centro do mecanismo do Simulador e portanto merecem descrição detalhada.

.1 Conceito

O conceito de evento no âmbito deste trabalho é “toda ocorrência que causa alguma interferência no andamento normal de uma atividade”. Assim, se faz necessário definir o que é o andamento normal.

Até aqui já foi visto que o projeto simulado é dividido em atividades e a cada uma são atribuídas as propriedades: escopo, duração, data de início, data de término, custo, qualidade, responsável pela execução e atividades predecessoras e sucessoras.

Nos modelos aqui adotados o consumo de recursos e a produção do trabalho previsto na atividade se distribui uniformemente ao longo do tempo da atividade. Embora saiba-se que isso não é verdade no mundo real, no caso do ambiente simulado essa simplificação pouco importa nos resultados finais. Se uma atividade simulada vai durar 10 dias e consumir 1000,00 unidades monetárias, não há diferença, no efeito da simulação, o aluno saber se esses 1000,00 serão consumidos à razão de 100,00 por dia ou se nos primeiros três e nos dois últimos dias vá se consumir apenas 50,00, enquanto que nos demais dias intermediários consome-se 150,00. O que realmente importa ao aluno é evitar que eventos indesejáveis acrescentem 120,00 unidades monetárias à atividade e se for inevitável, negociar para que cause pouco impacto na sua reputação como gerente.

Por consequência, entende-se como andamento normal da atividade em execução, o fato de que a cada dia útil ela receba o acréscimo de $1/N$ avos da produção de trabalho e consuma $1/N$ avos dos recursos previstos, onde N é sua duração em dias. O evento vem alterar esse andamento.

.2 Anatomia do Evento

Um evento é uma estrutura de dados. Contém as seguintes informações: identificador do evento (número sequencial atribuído no momento em que é gerado), tipo de evento (detalhes a seguir), dia/hora em que deve ocorrer, identificador da atividade (item da WBS) em que deve ocorrer, personagem virtual envolvido se houver, mensagem que deu origem ao evento se houver, situação do evento.

A figura abaixo apresenta o desenho que será utilizado para representar um evento no restante desta seção.

FIGURA 25 – PRINCIPAIS ELEMENTOS DE UM EVENTO DO SIMULADOR

.3 Tipos de Eventos

O mecanismo de simulação necessita saber de que tipo é o evento para poder executar as ações adequadas associadas ao mesmo. Esses tipos são identificados através de um número inteiro. Um evento originado a partir de mensagem recebe como tipo o mesmo número do tipo de mensagem que lhe deu origem, conforme mostrado no quadro 8.

No entanto, há eventos que não são gerados a partir da troca de mensagens. Tais eventos são aqueles previamente preparados pelo instrutor quando da montagem do projeto simulado e seu campo Tipo recebe valores a partir de 20.

.4 A Fila Eventos

Como foi dito na seção 6.1.7 (ítem .2) o tempo decorrido desde o início da simulação é gravado com os dados do aluno. Essa é uma informação relevante no mecanismo de simulação pois ela indica em que momento (dia/hora) se encontra o projeto.

O simulador mantém uma fila de eventos ordenada por data/hora em que devem ocorrer. A fila pode conter mais de um evento programado para o mesmo momento. Neste caso, a ordem de processamento é determinada pela ordem de chegada do evento à fila

...	3	2	7	4	4	2	2	2	1	1
	03 / 12	4.3.	02 / 04	3.	02 / 04	4.	1 / 23	3.	1 / 2	n.a.
	Mário	8	Marcos	8	Abílio	6	Clara	2	Sponsor	0

FIGURA 26 – EXEMPLO DA FILA DE EVENTOS

A cada pulso do relógio virtual, é disparada a execução de um algoritmo que manipula a Fila de Eventos. Esse algoritmo está representado a seguir:

```

desligar relógio virtual
enquanto houver evento para o momento atual faça
    recuperar primeiro evento da Fila
    processar evento recuperado
    se for necessário reagendar evento então
        alterar Data/Hora do evento e recolocá-lo na Fila
    senão
        marcar evento como processado e colocá-lo no log de eventos
fim enquanto
ligar relógio virtual

```

Pelo algoritmo indicado acima percebe-se que durante o processamento dos eventos de um determinado momento o relógio virtual permanece desligado. Isso evita conflitos no gerenciamento da fila pois, desligando o relógio, o tempo pára, ou seja os pulsos não ocorrem. Conforme já falado os pulsos são assíncronos e dependem apenas do contador interno do relógio virtual. Assim, poderia, eventualmente, ocorrer uma situação em que eventos fossem “perdidos”. Isso aconteceria no caso de estarem enfileirados vários deles programados para ocorrer no mesmo momento T_x . Se durante o processamento da fila de T_x ocorrer um pulso a variável global que armazena o tempo será incrementada para T_{x+1} e o algoritmo exibido acima seria reiniciado para o novo momento, causando resultados imprevisíveis. É claro que nas máquinas atuais o processamento é muito veloz e essa possibilidade de conflito fica minimizada devido à diferença não desprezível de

ordem de grandeza do tempo necessário para o processamento da fila comparado ao intervalo de pulsos.

Por outro lado, desligar o relógio virtual nessa situação não traz nenhum prejuízo à simulação, justamente devido à essa diferença de ordens de grandeza. E contém o benefício de evitar conflitos.

.5 Decisões em Eventos

Há eventos que demandam uma decisão por parte do gerente do projeto. Nesta situação o evento tem origem numa base de eventos preparada pelo instrutor. Em conjunto com o evento é necessário preparar também as alternativas de decisão possíveis.

Com a estrutura flexível que foi criada é possível montar uma situação em que o gerente seja submetido a um processo de tomada de decisão. Imagine-se que uma atividade dependa de um insumo que esteja em falta no mercado nacional; por exemplo o modelo reduzido para ensaio em tanque de provas precise ser pintado com uma tinta com certas propriedades de rugosidade final e impermeabilidade. Na sua falta são colocadas as alternativas:

- a) Esperar pelo insumo que estará disponível 8 dias após o previsto – impacto negativo em prazo (-1 pto se não for ativ. crítica; -5 ptos por dia de atraso se for ativ. crítica)
- b) substituir por um insumo importado de mesmas propriedades, que custa 50% mais caro e estaria disponível 2 dias após o necessário – impacto negativo em custo (-3 ptos, se ultrapassar a margem de variação admissível) e impacto negativo em prazo;
- c) impermeabilizar com um selante comum, que é 50% mais barato, mas que não garante a rugosidade especificada – impacto positivo em custo (+2 ptos) e negativo em qualidade (-10 ptos);

- d) pintar com uma tinta nacional diferente, 20% mais barata, que não garante a impermeabilização, mas garante a rugosidade – impacto positivo em custo (+3 pts) e negativo em qualidade (-3 pts);

Diante dessas alternativas o gerente terá que decidir-se por uma. Cada alternativa terá os pontos de impacto, anotados entre parênteses no exemplo, que serão aplicados aos quesitos de pontuação. Esses pontos de impacto não são do conhecimento do aluno.

Na prática, um gerente sem conhecimento técnico específico buscaria informações sobre as características necessárias, antes de tomar a decisão. Isso pode ser feito no Simulador através do envio de uma mensagem para o responsável pela atividade. Seria uma mensagem de Tipo 12 (ver Quadro 8).

.6 Interdependência entre Eventos

Um evento pode causar impacto em eventos futuros, positiva ou negativamente. A estrutura de eventos montada, prevê que, além da fila exista também uma cadeia de relações entre eventos. Segundo essa cadeia, um evento anterior pode aumentar ou diminuir a probabilidade de ocorrência de um evento futuro.

Tome-se o exemplo acima sobre a tinta a ser usada no modelo reduzido e imaginando um evento futuro que é a ocorrência dados imprecisos e inesperados durante os ensaios no tanque de provas. Por hipótese, imagine-se que tais imprecisões sejam resultantes de uma rugosidade excessiva que interfere na dinâmica do escoamento em torno do modelo.

Assim ambientado, pode-se dizer que a pior alternativa do exemplo seria a (C) no que diz respeito ao futuro evento relativo ao ensaio. A figura abaixo ilustra a situação:

FIGURA 27 – EXEMPLO DE ALTERNATIVA DE EVENTO QUE CAUSA IMPACTO EM OUTRO EVENTO

Os recursos implementados no Simulador permitem que o instrutor crie situações como a descrita. A criatividade no momento de elaborar o projeto de simulação poderá ser implementada com esses recursos.

6.1.11 Pontuação

A pontuação é um elemento de avaliação do desempenho do aluno durante o processo de simulação. Essa pontuação se divide em quatro quesitos, Prazo, Custo, Qualidade e Relacionamento, cada um variando de forma independente de 0 a 100.

No início da simulação a pontuação terá um valor de partida. Quando o instrutor cadastra a base de dados do projeto, esses valores de partida devem ser informados.

O quesito Prazo procura medir a competência do aluno em manter o projeto dentro do cronograma planejado. Por exemplo, produzir e entregar ao *Sponsor* na data correta um relatório de milestone irá fazer essa pontuação subir significativamente. Atrasar tal entrega ou entregar na data, porém faltando informações fará com que caia.

O quesito Custo procura medir a competência do aluno em manter os custos do projeto sob controle, dentro dos orçamentos planejados. O gerente conta ainda com o “Fundo de Contingência do Projeto” descrito na seção 6.1.5 para fazer certos remanejamentos no orçamento, com a possibilidade de reduzir o Escopo (seção 6.1.4) e por fim com a possibilidade de negociar com o *Sponsor*. O que ele não pode admitir sem prejudicar sua pontuação é o estouro de orçamento puro e simples.

O quesito Qualidade diz respeito a produzir as entregas de cada atividade dentro dos requisitos especificados, sendo responsabilidade do gerente monitorar, aferir e validar essas entregas.

O quarto quesito, Relacionamento, diz respeito à capacidade de comunicação e imagem que o gerente do projeto passa aos personagens virtuais. Entrar em contato com membros da equipe apenas para pedir e cobrar pode fazer com que esse quesito caia, mas não quer dizer que cairá – há uma boa dose de aleatoriedade embutida no algoritmo de relacionamentos.

Enviar periodicamente mensagens de saudação aos membros da equipe, um bom dia nas primeiras horas do dia e mensagens do Tipo 13, de vez em quando,

podem ajudar a passar uma imagem de pessoa sociável e melhorar a pontuação. Só que os alunos não devem saber disso num primeiro momento. O excesso de mensagens Tipo 12, com certeza trará problemas.

6.2 Estrutura de Dados do Simulador

Para implementar na prática tudo o que foi descrito aqui é necessário contar com uma Estrutura de Armazenamento de Dados bem planejada. Normalmente tal estrutura é organizada através do uso de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados, que daqui em diante será denominado apenas SGBD.

Os SGBDs são softwares desenvolvidos e mantidos por empresas – no caso dos produtos proprietários – ou por comunidades “*open source*” – no caso dos softwares livres. Na primeira categoria estão produtos como Oracle®, MS-SQL Server® ou Interbase®; na outra categoria encontram-se produtos como MySQL, FireBird e PostGree SQL.

Qualquer que seja o caso, o uso desses SGBDs requer, em maior ou menor grau de complexidade, um esforço extra para sua instalação e configuração. Sem isso, o software aplicativo que o utiliza não poderá ser executado.

6.2.1 Arquivos XML

No caso do Simulador, optou-se por outra solução em termos de armazenamento de dados, a qual elimina a necessidade de envolver qualquer software de terceiros.

Cada tabela de dados do Simulador é grava em disco na forma de um arquivo XML.

O XML (“*Extensible Markup Language*”) está recebendo muita atenção do mundo da Tecnologia da Informação (Cantù, 2006) por ser um método simples, descomplicado e cada vez mais difundida de armazenamento e transporte de dados.

Conforme ressalta Cantù (2006), o arquivo XML é um arquivo texto, codificado em padrão ASCII, Unicode ou UTF-8, com certas características padronizadas, porém extensíveis.

Assim como o HTML, o conteúdo de um arquivo XML é um hipertexto organizado através de uma linguagem de marcação. Essa marcação é baseada em símbolos, chamados *tags* – marcadores – e delimitados pelos caracteres maior (<) e menor (>), para descrever seu próprio conteúdo. Diferentemente do HTML que tem marcadores próprios pré definidos, o XML permite que o usuário crie seus marcadores. Abaixo é exibido um exemplo de arquivo com formato XML:

```
<dissertacao>
  <titulo>Simulador de Gestão de Projetos</titulo>
  <autor>Sérgio Luiz Banin</autor>
  <orientador>Prof. Dr. Bernardo Luiz R. de Andrade</orientador>
</dissertacao>
```

Note-se acima que os marcadores são palavras sem acentuação. Essa é uma restrição do XML. No entanto, o conteúdo dentro de cada marcador pode ter quaisquer caracteres necessários.

Com essa estrutura simples, porém inteligente, é possível o armazenamento de grandes quantidades de dados. As vantagens que podem ser apontadas quanto ao seu uso são:

Os arquivos que armazenam os dados são completamente independentes de qualquer outro software;

A maioria das linguagens de programação modernas – C++, C#, Delphi, Java, etc – possuem suporte ao trabalho com arquivos desse tipo, isentando o programador de ter o trabalho extra de criar rotinas para gerar, gravar e ler corretamente esses arquivos;

Sua estrutura é totalmente flexível, permitindo que se criem quaisquer estruturas de dados, incluindo vários modelos não suportados diretamente pelos SGBDs mencionados acima, tais como tabelas aninhadas dentro de uma tabela maior;

A manipulação desses arquivos pelos aplicativos que os utilizam se dá em intervalos de tempo muito curtos, pois quando aberto o arquivo inteiro é carregado em memória;

Além de armazenar os dados também é possível definir índices de acesso, tornando mais rápida ainda sua manipulação;

Como em todas as soluções de tecnologia, nem existem apenas vantagens no uso do XML. Se assim fosse, não existiriam os SGBDs. A lista de desvantagens inclui:

Como o arquivo deve ser todo carregado na memória para se manipulado, tabelas muito extensas são impraticáveis. Imagine o tamanho de uma única tabela com centenas de milhares ou até milhões de registros e associe isso ao fato de que os aplicativos mantêm muitas tabelas distintas simultaneamente. E que todas elas precisem estar em memória RAM ao mesmo tempo;

Outra desvantagem também ligada ao tamanho do arquivo é o armazenamento de números inteiros e reais, que são gravados em disco como cadeias de caracteres (*strings*). Armazenar números como *strings* está longe de ser

uma prática eficaz. Para visualizar o que está sendo exposto, observe a figura abaixo. Como pode ser visto também, os nomes de campos da tabela (Id, Nome e Salario) são repetidos para cada linha de dados aumentando ainda mais o arquivo.

Id	Nome	Salario
1	João Carlos Barbosa	1732,69
2	Luis Alves de Oliveira	2118,90
3	Márcia Souza Guimarães	2293,00
4	Jorge Augusto de Carvalho	1152,30

```
1 <?xml version="1.0" standalone="yes"?>
2 <DATAPACKET Version="2.0">
3   <METADATA>
4     <FIELDS>
5       <FIELD attrname="Id" fieldtype="i4"/>
6       <FIELD attrname="Nome" fieldtype="string" WIDTH="100"/>
7       <FIELD attrname="Salario" fieldtype="r8"/>
8     </FIELDS>
9   </METADATA>
10
11   <ROWDATA>
12     <ROW Id="1" Nome="João Carlos Barbosa" Salario="1732.69"/>
13     <ROW Id="2" Nome="Luis Alves de Oliveira" Salario="2118.9"/>
14     <ROW Id="3" Nome="Márcia Souza Guimarães" Salario="2293"/>
15     <ROW Id="4" Nome="Jorge Augusto de Carvalho" Salario="1152.3"/>
16   </ROWDATA>
17 </DATAPACKET>
```

FIGURA 28 – EXEMPLO DE ARQUIVO XML – SUA ESTRUTURA INTERNA E A VISUALIZAÇÃO DE SEUS DADOS

Um ponto que ameniza esse consumo de memória é o fato de que quando são carregados os dados, sempre é possível ler o número, inteiro ou real, proveniente do XML e convertê-lo para formato numérico na memória RAM. E realizar a operação inversa quando for necessário gravar dos dados de volta no disco. É isso que é feito no Simulador.

As desvantagens apontadas são reais e significativas. Mas elas se tornam relevantes apenas a softwares que irão lidar com grandes quantidades de dados, entendendo como grande, tamanhos da ordem de centenas de megabytes.

Isso não se aplica ao Simulador. Para decidir sobre usar ou não o XML foi feita uma projeção. Para a maior tabela, que é a de atividades da WBS, carregada com 500 registros, chegou-se ao tamanho final de 200 kilobytes, ou seja, muito pequeno para os padrões atuais de memória RAM.

Assim, a opção por usar o armazenamento XML foi tomada.

A título de curiosidade e argumento em favor do métodos, fique aqui registrado que o programa de entrega da Declaração Anual de Imposto de Renda para Pessoas Físicas da Secretaria Nacional de Fazenda, usa arquivos XML para armazenamento de todos seus dados. Para quem desejar confirmar essa informação, fica a sugestão de investigar a pasta e subpastas onde o programa é instalado, para constatar que os arquivos XML estão lá.

6.2.2 Estrutura de pastas e arquivos do sistema

Uma vez que o banco de dados está calcado no uso de arquivos XML, estes deverão ser gravados e lidos a partir de alguma pasta no disco do computador onde estiver instalado o Simulador.

A estrutura de pastas é explicada nesta seção. Porém antes de fazê-lo é necessário definir dois termos empregados abaixo:

Gabarito de Simulação: na concepção do Simulador foi criado esse conceito que é como se denomina o Projeto Simulado conforme criado pelo Instrutor. Ou seja, o instrutor quando cria uma simulação ele estará, na prática, criando um gabarito.

O segundo termo a definir é **Projeto Simulado**, empregado para designar a cópia que é feita de um Gabarito de Projeto para um aluno específico. O aluno quando se cadastra no software para executar uma simulação precisa escolher a

qual projeto de simulação vai se associar. Feita a escolha, é criado para o aluno, a partir do Gabarito de Simulação um **Projeto Simulado**.

No exemplo exibido na figura abaixo podem ser vistas tais pastas e arquivos.

O ponto de partida dessa estrutura é a pasta de instalação do Simulador, aqui designada pelo alias “**{pastainst}**” – no exemplo, **{pastainst}** = “E:\PMSim”. Dentro dessa existe a pasta “Dados” que é a raiz de todo o restante da estrutura. O quadro 9 exibe a descrição completa de todas as pastas em questão.

FIGURA 29 – ESTRUTURA DE PASTAS DO SIMULADOR

FIGURA 30 – ARQUIVOS QUE CONTÉM AS TABELAS DE UM GABARITO DE SIMULAÇÃO

QUADRO 9 – DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA DE PASTAS DO SIMULADOR

Alias da Pasta	Descrição	Exemplo
{pastainst}	É a pasta raiz da instalação do Simulador	E:\PMSim
{pastaimg} = {pastainst}\Imagens	É a pasta que contém arquivos com as imagens usadas no Simulador	E:\PMSim\Imagens
{pastadados} = {pastainst}\Dados	É a pasta a partir da qual monta-se a estrutura de pastas de dados	E:\PMSim\Dados
{pastainstr} = {pastadados}\Instr	É a pasta dos gabaritos dos Instrutores. É onde ficam armazenados os projetos preparados e que poderão ser usados nas simulações	E:\PMSim\Dados\Instr
{pastaproj} = {pastainstr}\{siglaproj}	É a pasta de um Gabarito de Simulação. Existirá uma dessas para cada Projeto preparado. O acesso aos dados dessas pastas é restrito aos Instrutores.	E:\PMSim\Dados\Instr\ ... Construlmob E:\PMSim\Dados\Instr\ ... Roçadeira
{pastaalunos} = {pastadados}\Alunos	É a pasta container a partir da qual são criadas as pastas dos alunos cadastrados	E:\PMSim\Dados\Alunos
{pastadeumaluno} = {pastaalunos}\{loginaluno}	É a pasta do aluno “CarlosAlberto”	E:\PMSim\Dados\Alunos\ ... CarlosAlberto
{pastasimulação} = {pastadeumaluno}\{siglaproj}	É a pasta onde estarão os arquivos da simulação do projeto “Roçadeira”, praticada pelo aluno cujo login é “CarlosAlberto”	E:\PMSim\Dados\Alunos\ ... CarlosAlberto\Roçadeira

6.2.3 Tabelas do Sistema

O quadro 10 exibe a relação completa das tabelas de dados e sua localização

QUADRO 10 – TABELAS DO SIMULADOR, ARMAZENADAS NA FORMA DE ARQUIVOS XML

Tabela	Ambiente Instrutor	Ambiente Aluno
projetos.xml	{pastainstr}	{pastasimulação}
projusr.xml	{pastainstr}	desnecessária
usuarios.xml	{pastainstr}	desnecessária
assuntos.xml	{pastainstr}	{pastasimulação}
wbsarco.xml e c_ wbsarco.xml	{pastaproj}	{pastasimulação}
wbsentr.xml e c_ wbsentr.xml	{pastaproj}	{pastasimulação}
wbsentrnaocf.xml e c_ wbsentrnaocf.xml	{pastaproj}	{pastasimulação}
wbsitem.xml e c_ wbsitem.xml	{pastaproj}	{pastasimulação}
wbsrecur.xml e c_ wbsrecur.xml	{pastaproj}	{pastasimulação}
eventos.xml	{pastaproj}	{pastasimulação}
evopcoes.xml	{pastaproj}	{pastasimulação}
mensagens.xml	{pastaproj}	{pastasimulação}
personagens.xml	{pastaproj}	{pastasimulação}

Tabelas WBSItem e c_WBSItem

Armazenam as atividades da WBS. No modo Instrutor ambas podem e devem ser editadas através das telas WBS e Gantt. No modo Aluno é utilizada apenas a WBSItem.

A versão com prefixo “c_” contém todas as atividades da WBS, enquanto que a outra contém apenas as atividades que formam o ponto de partida da Simulação (veja no capítulo 7 maiores detalhes sobre esse ponto de partida).

6.3 Cópia do Simulador em CD

Encontra-se anexo a este volume um CD contendo o Simulador desenvolvido, bem como o exemplo de aplicação.

Para maiores informações sobre a forma de instalá-lo verificar o arquivo “instrucoes.doc” gravado no diretório raiz do CD.

Capítulo 7

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Este capítulo é apresenta um exemplo de aplicação criado no Simulador com o propósito de testar suas funcionalidades.

7.1 Apresentação do Exemplo

Este exemplo é uma adaptação simplificada de desenvolvimento de um novo produto e foi elaborado pelo autor a partir da experiência em uma empresa metalúrgica com a qual tem contatos profissionais.

FIGURA 31 – ILUSTRAÇÃO DO PRODUTO DO EXEMPLO DE APLICAÇÃO

7.2 Premissas

A empresa em questão já tem presença no mercado de jardinagem com carteira variada de produtos como torneiras, esguichos, mangueiras, engates rápidos, irrigadores giratórios, ferramentas de jardinagem, pistolas de ar comprimido, entre outros. Com isso conta com canais sólidos de distribuição de seus produtos em grande parte do território nacional.

Como parte de sua estratégia de crescimento para os próximos cinco anos tomou-se a decisão de investir em produtos com maior valor agregado. Nesse sentido foi realizado um estudo para identificar oportunidades de negócios que possam aproveitar esses canais de distribuição.

Esse estudo identificou que em áreas urbanas há demanda por um equipamento para roçar gramados a ser usado em jardins de porte pequeno a médio

– até cerca de 250 m² – de residências e edifícios. Em área rural e no litoral há demanda para o mesmo produto em chácaras de lazer situadas em condomínios fechados em cidades próximas a grandes centros urbanos. Áreas essas plenamente cobertas pela distribuição da empresa.

Assim, o foco são consumidores não profissionais. Por esse termo entende-se, tanto proprietários de residências quanto trabalhadores de edifícios e pequenas chácaras, normalmente um zelador ou caseiro, que se encarrega dos cuidados com jardins, entre outras tarefas.

7.3 Escopo do Produto

Feitas essas considerações, foi estabelecido o perfil de produto a ser desenvolvido para dar atendimento ao nicho encontrado.

Para ter condições de concorrer nesse mercado é necessário que a empresa tenha observe os requisitos listados abaixo. A roçadeira deve:

- a) ser equipada com motor elétrico com potência entre 1000W e 1200W e bivolt (110-220V);
- b) ser leve para poder ser usada por homens e mulheres – parâmetro 3,5 kg;
- c) ser ergonômica com regulagens que permitam uso confortável por pessoas com altura entre 1,45m e 1,85m
- d) ser desmontável de modo que possa ser facilmente estocada e transportada;
- e) ter baixo preço final ao consumidor, sendo que os estudos indicaram um preço unitário máximo de R\$ 500,00.

7.4 Escopo do Projeto

Para introduzir essa nova roçadeira no mercado será necessário cumprir as seguintes etapas:

- f) Desenvolver o produto;
- g) Desenvolver os processos de produção;
- h) Implantar a linha de produção e montagem;
- i) Trabalhar junto aos canais de distribuição para apresentação do produto;
- j) Credenciar e capacitar a rede de assistência técnica

Neste exemplo de aplicação do Simulador será montada apenas primeira etapa. Portanto, este é um projeto de desenvolvimento de produto.

Seu escopo deve garantir que sejam produzidas as entregas necessárias para que a empresa possa passar às etapas seguintes elencadas acima.

Estão previstas as seguintes entregas:

- a) Desenvolvimento e documentação do design do produto;
- b) Desenvolvimento da engenharia do produto, contendo todas as plantas técnicas e especificação de materiais;
- c) Especificação do motor elétrico e seleção de fornecedor para o mesmo, visto que a empresa não o produz;
- d) Construção de protótipos para avaliação e testes;
- e) Produção de toda documentação técnica que dê subsídios às etapas seguintes já mencionadas;
- f) Produção das informações técnicas que deverão estar presentes no manual do usuário;

7.5 Termo de Abertura do Projeto apresentado ao Aluno

O termo de abertura apresentado ao aluno, usuário do Simulador, acrescenta informações adicionais relacionadas à designação do profissional como Gerente do Projeto, suas responsabilidades e sua autoridade.

7.6 WBS do Projeto

O quadro a seguir exibe a WBS que foi elaborada para a execução do projeto e alimentada no Simulador.

QUADRO 11 – WBS DO EXEMPLO DE APLICAÇÃO

WBS	Atividade	Duraç.	Início	Tér.	Respons.	Escopo	Custo
raiz	Desenvolvimento de Roçadeira Portátil	100	1	100			200000,00
1.	Desenvolvimento do Plano do Projeto	10	1	10	Gerente Projeto	Médio	3000,00
2.	Entrega do Plano do Projeto	0	10	10	Gerente Projeto	Simples	45800,00
3.	Design	22	11	32	Clara		26000,00
3.1.	Determinação de dimensões principais	5	11	15	Clara	Simples	2700,00
3.2.	Formas e Croquis artísticos	5	16	20	Clara	Simples	2700,00
3.3.	Definição de cores e detalhes de acabamento	3	21	23	Clara	Médio	2900,00
3.4.	Construção de maquete em tamanho real	9	24	32	Clara	Alto	11300,00
3.5.	Criação 3d em CAD - com renderização e rotações completas	5	24	28	Clara	Médio	6400,00
4.	Entrega do Plano de Design	0	32	32	Gerente Projeto	Simples	0,00
5.	Projeto Técnico	40	1	50	Satoru		95700,00
5.1.	Corpo e estrutura	16	21	36	Satoru		30200,00
5.1.1.	Haste principal	6	21	26	Satoru	Médio	3100,00
5.1.2.	Empunhadura regulável	10	27	36	Satoru	Alto	12000,00
5.1.3.	Base de fixação do motor	5	27	31	Satoru	Médio	2800,00
5.1.4.	Base de fixação da lâmina	5	27	31	Satoru	Médio	2800,00
5.1.5.	Forma da lâmina de corte	10	21	30	Satoru	Alto	9500,00
5.2.	Mecânico	19	32	50	Satoru		23400,00
5.2.1.	Eixo principal e mancais	10	32	41	Satoru	Médio	9600,00
5.2.2.	Suporte da lâmina e mancal	5	32	36	Satoru	Médio	3200,00
5.2.3.	Transmissão (cálculo de engrenagem)	9	42	50	Satoru	Alto	10600,00
5.3.	Seleção do Motor	26	11	36	Valquiria		7700,00
5.3.1.	Levantamento de fornecedores	3	11	13	Valquiria	Médio	900,00

WBS	Atividade	Duraç.	Início	Térm.	Respons.	Escopo	Custo
5.3.2.	Contatos técnicos	10	14	23	Valquiria	Simples	1200,00
5.3.3.	Avaliação de amostras e Triagem	3	24	26	Mário	Médio	1100,00
5.3.4.	Testes para uso nos protótipos	10	27	36	Mário	Alto	4500,00
5.4.	Ergonomia	14	37	50	Abilio		9000,00
5.4.1.	Cálculo de pesos e centros	5	37	41	Abilio	Médio	2700,00
5.4.2.	Previsão do ponto de fixação da alça de sustentação	4	42	45	Abilio	Alto	2900,00
5.4.3.	Previsão ergonômica dos ajustes da empunhadura	5	46	50	Abilio	Alto	3400,00
5.5.	Acabamento	24	24	47	Satoru		25400,00
5.5.1.	Projeto detalhado das peças plásticas	14	24	37	Satoru	Alto	11300,00
5.5.2.	Projeto dos moldes	10	38	47	Satoru	Complx	14100,00
6.	Entrega do Projeto Técnico	0	50	50	Gerente Projeto	Simples	0,00
7.	Construção de 3 protótipos	29	37	65	Mário		45800,00
7.1.	Usinagem das hastes e mancais	5	51	55	Mário	Médio	9500,00
7.2.	Usinagem das empunhaduras	5	51	55	Mário	Médio	6000,00
7.3.	Usinagem de eixos e transmissão	7	56	62	Mário	Alto	17000,00
7.4.	Usinagem das lâminas	7	56	62	Mário	Alto	6700,00
7.5.	Criação de imitações das peças plásticas em resina	10	38	47	Mário	Complx	4500,00
7.6.	Solicitação dos motores ao fornecedor	15	37	51	Valquiria	Simples	900,00
7.7.	Montagem	3	63	65	Mário	Médio	1200,00
8.	Entrega dos Protótipos	0	65	65	Gerente Projeto	Simples	0,00
9.	Avaliação e testes	20	66	85	Mário		18100,00
9.1.	Testes de bancada com 1 protótipo	10	66	75	Mário	Médio	3600,00
9.2.	Testes de campo com 2 protótipos	10	66	75	Mário	Alto	7500,00
9.3.	Avaliações de marketing com 4 protótipos	15	66	80	Mariana	Médio	4000,00
9.4.	Documentação dos testes e suas conclusões	10	76	85	Mário	Alto	3000,00
10.	Revisão do projeto em função dos resultados dos testes	10	86	95	Satoru		7000,00
10.1.	Revisão da parte estrutural	10	86	95	Satoru	Médio	3500,00
10.2.	Revisão da parte mecânica	10	86	95	Satoru	Médio	3500,00
11.	Produção de toda documentação técnica	5	96	100	Satoru	Médio	4400,00
12.	Entrega Final	0	100	100	Gerente Projeto	Simples	0,00

7.7 Cronograma do Projeto

As atividades exibidas acima foram sequenciadas de maneira lógica criando-se uma relação de precedência exibida abaixo.

QUADRO 12 – SEQUENCIA DE ATIVIDADES DO EXEMPLO DE APLICAÇÃO

IdWBS Origem	IdWBS Destino
001.	002.
002.	003.001.
002.	005.003.001.
003.001.	003.002.
003.002.	003.003.
003.002.	005.001.001.
003.003.	003.004.
003.003.	003.005.
003.003.	005.005.001.
003.004.	004.
003.005.	004.
005.001.001.	005.001.002.
005.001.001.	005.001.003.
005.001.001.	005.001.004.
005.001.002.	005.004.001.
005.001.003.	005.002.001.
005.001.003.	005.004.001.
005.001.004.	005.002.002.
005.001.004.	005.004.001.
005.002.001.	005.002.003.
005.002.002.	005.002.003.
005.002.003.	006.
005.003.001.	005.003.002.
005.003.002.	005.003.003.
005.003.003.	005.003.004.
005.003.003.	005.004.001.
005.003.004.	007.006.
005.003.004.	007.006.
005.004.001.	005.004.002.
005.004.002.	005.004.003.
005.004.003.	006.
005.005.001.	005.005.002.
005.005.001.	007.005.
005.005.001.	007.005.

IdWBS Origem	IdWBS Destino
005.005.002.	006.
006.	007.001.
007.001.	007.003.
007.001.	007.003.
007.002.	007.004.
007.002.	007.004.
007.003.	007.007.
007.003.	007.007.
007.004.	007.007.
007.004.	007.007.
007.005.	007.007.
007.005.	007.007.
007.006.	007.007.
007.006.	007.007.
007.007.	008.
008.	009.001.
008.	009.001.
008.	009.002.
008.	009.002.
009.001.	009.003.
009.001.	009.003.
009.002.	009.003.
009.002.	009.003.
009.003.	010.001.
009.003.	010.001.
009.003.	010.002.
009.003.	010.002.
010.001.	011.
010.001.	011.
010.002.	011.
010.002.	011.
011.	012.
011.	012.

7.8 Eventos previstos no Projeto

O quadro 13 exibe casos típicos de eventos que podem ser montados e que estão presentes no exemplo de aplicação.

QUADRO 13 – EVENTOS TÍPICOS QUE PODEM SER CRIADO NO SIMULADOR

Nº	Tempo	IdWBS	Person.	Tipo de evento	Descrição do Evento	Proba. ocorr.	Comentários e detalhes
1	01 / 01	---	Sponsor	Boas Vindas	Apenas uma saudação do Sponsor ao novo gerente	100%	
2	04 / 14	3.	Clara	Detalhamento de item da WBS	Ao ser processado gera o detalhamento da WBS, como se o gerente de projeto tivesse Não é um evento	100%	Abaixo é descrito o processamento deste tipo de evento
3	21 / 03	3.3.	Clara	Interrupção de execução	A <i>designer</i> encarregada da atividade está doente e não irá trabalhar durante quatro dias	100%	A atividade não é crítica e tem folga de 8 dias.
4	25 / 02	3.4.	Clara	Aumento de custo	Algum fator externo implica em um aumento de custo acima da margem de variação prevista	100%	A atividade não é imprescindível
5	26 / 17	3.4.	Gustavo Diretor Financeiro	Demanda de Stakeholder	Referente ao cancelamento da atividade 3.4., esse diretor requisita que o orçamento da atividade seja retirado do projeto	100% se $ev4 = b$	Ao gerente interessa que esse orçamento permaneça no Fundo de Contingência
6	25 / 10	5.1.5	Satoru	Problema de Escopo e custo	A atividade é o desenvolvimento da lâmina da roçadeira		O escopo é alto e o custo vai estourar
...							
10	40 / 03	---	Gladstone	Demanda de Stakeholder	Após contatos com clientes o representante comercial o procura solicitando uma opção com motor a gasolina		Mudança de Escopo
...							
27	78 / 21	9.3.	Mariana	Problema em qualidade	Relato de problemas com a imagem do produto, considerado “feito” pelos entrevistados	20%	Pode sofrer impacto no evento 3.
...							

Detalhes de implementação do evento nº 2

Quando uma simulação é criada, o instrutor gera uma WBS completa e outra WBS parcial. A primeira fica armazenada na tabela `c_wbsItem` e a segunda na tabela `wbsitem`. O aluno quando acessa a simulação verá os dados da segunda tabela, ou seja uma wbs incompleta. Como gerente do projeto, ele precisa enviar uma mensagem ao profissional responsável solicitando detalhamento da WBS. Essa mensagem gera um evento como o número 2, colocando-o na fila de eventos. Ao ser

processado o resultado será uma mudança na WBS vista pelo aluno, onde serão acrescentados atividades e arcos. Esses itens acrescentados são copiados das tabelas que tem prefixo “c_” para suas correspondentes sem o prefixo. A figura ilustra a situação

FIGURA 32 – RESULTADO DO PROCESSAMENTO DE UM EVENTO DE DETALHAMENTO DA WBS

Detalhes de implementação do evento nº 3

Este é um evento preparado pelo instrutor e como tal deverá ser acompanhado de opções de decisão a serem submetidas ao aluno. Seu objetivo é testar o raciocínio do aluno quanto ao quesito prazo. Ele irá ocorrer com certeza (probab. = 100%) e gera atraso em atividade que tem folga.

Ao aluno são colocadas 3 opções. Na primeira simplesmente espera-se que a funcionária doente retome o trabalho. Na segunda pede-se sua substituição e ao aluno é informado que o outro profissional ainda é inexperiente. Esta opção causa um impacto direto na possibilidade de ocorrência de um evento futuro, nº 27, muito ruim. A última alternativa provoca um impacto positivo na qualidade e diminui a possibilidade de ocorrência do evento 27, porém causa certo desgaste com a gerente da área.

Nº	Descrição	Gera Evento	Impactos				
			Outros eventos	Ptos Prazo	Ptos Custo	Ptos Qualid	Ptos Relac.
a)	Aceitar a interrupção e monitorar a retomada dos trabalhos	Sim, do tipo 3 (ver quadro 8)	Não	0	0	0	+1
b)	Não aceitar e solicitar alocação de outro profissional. Está disponível apenas profissional menos qualificado.	Não	Ev 27, prob +20	0	0	-1	-1
c)	Não aceitar a interrupção e pedir que a gerente faça a tarefa, pois com sua prática terminará o trabalho bem rápido.	Não	Ev 27, prob -10	0	-2	+1	-3

Detalhes de implementação do evento nº 27

Este é um evento preparado pelo instrutor com probabilidade original de ocorrência de 20%. Ocorre na atividade 9.3, na qual é feita uma avaliação do produto pelo Depto. de Marketing. Caso ocorra, ao aluno é colocada a situação de que numa pesquisa feita junto aos canais de distribuição os protótipos foram considerados muito feios quando comparados com os concorrentes, reduzindo o apelo visual na hora da compra, com impacto direto nas vendas.

Sua probabilidade de ocorrência é aumentada para 40% caso seja escolhida a opção (b) do evento 3 e diminuída para 10% no caso de escolha da alternativa (c).

Neste evento 27 só há uma alternativa e ela é ruim. A situação não será tão grave se no evento 3 a escolha não tiver sido a alternativa (b). No entanto, se tiver sido a (b) o gerente estará com sérios problemas.

Nº	Descrição	Gera Evento	Impactos				
			Outros eventos	Ptos Prazo	Ptos Custo	Ptos Qualid	Ptos Relac.
a)	Retomar a fase de <i>design</i> aproveitando o que for possível da parte de engenharia. Gerar evento informando Sponsor e pedindo autorização	Sim, do tipo 9	Não	0 ou -10 se ev3 = b	0 ou -10 se ev3 = b	0 ou -10 se ev3 = b	0 ou -10 se ev3 = b

Detalhes de implementação do evento nº 4

Neste evento o propósito é avaliar a necessidade de manter uma atividade ou cancelá-la, devido a um aumento de custo. Isto é possível porque a atividade não é imprescindível. Trata-se da construção de uma maquete. Porém estão previstas a criação de imagens 3D em CAD e a construção de protótipos funcionais. Ao aluno não fica clara a função da maquete. Isso é proposital. Por outro lado, o aumento de custo excede ligeiramente a margem prevista, porém não excessivamente, para que a escolha não se torne óbvia. As alternativas são:

Nº	Descrição	Gera Evento	Impactos				
			Outros eventos	Ptos Prazo	Ptos Custo	Ptos Qualid	Ptos Relac.
a)	Aceitar o aumento de custos que está ligeiramente acima da margem disponível	Não	Não	0	-10	0	0
b)	Cancelar a realização da atividade	Não	Ev 5, prob +100	0	+5	0	-1

O evento gerado no caso da escolha da alternativa (b) é explicado no próximo tópico.

Detalhes de implementação do evento nº 5

O evento 5 é um evento de Stakeholder. No caso o personagem envolvido está fora do projeto, mas é interno à empresa. Trata-se do Diretor Financeiro que sempre está em busca de oportunidades de economizar recursos. Neste evento, sabendo do cancelamento da atividade 3.4. ele requisitará que seu orçamento seja retirado do projeto. O objetivo aqui é a negociação. As alternativas são:

Nº	Descrição	Gera Evento	Impactos				
			Outros eventos	Ptos Prazo	Ptos Custo	Ptos Qualid	Ptos Relac.
a)	Aceitar a solicitação de devolução da verba	Não	Não	0	-2	0	+2
b)	Não aceitar a solicitação	Sim, tipo 13 do Sponsor	Não	0	+4	0	-2
c)	Fazer proposta de reter parte da verba, devolvendo o restante	Não	Não	0	+2	0	+2

Os parâmetros acima indicam o que ocorrerá em cada caso. No caso da alternativa (b) o Sponsor receberá uma mensagem do diretor reclamando da sua inflexibilidade e lhe pedirá informações. Haverá uma probabilidade do Sponsor determinar a devolução da verba e você não poderá negociar.

Detalhes de implementação do evento nº 6

A atividade 5.1.5 é o desenvolvimento da geometria da lâmina de corte. Seu escopo foi classificado como Alto e o evento 6 é um “estouro” de orçamento. As alternativas são:

Nº	Descrição	Gera Evento	Impactos				
			Outros eventos	Ptos Prazo	Ptos Custo	Ptos Qualid	Ptos Relac.
a)	Alocar margem adicional do Fundo de contingência	Não	Não	0	-2	0	0
b)	Reduzir o escopo de Alto para Médio e manter o orçamento	Não	Não	0	+4	0	0

Ao aluno é colocada a informação de que o *design* criou uma lâmina com geometria de três facas e certo visual inovador. A engenharia está com dificuldades de combinar essa geometria com eficiência de corte e está investindo muito para desenvolvê-la. Estima-se que haverá gastos fora do orçamento

Neste caso reduzir o escopo significa simplificar essa geometria. É isso que propõe a alternativa (b), representando uma redução de Alto para Médio.

Seria possível ainda uma alternativa (c). Levando em conta que lâminas de roçadeira são artigo muito comum no mercado, por quê então não buscar um fornecedor para esse item, ao invés de desenvolvê-lo? Tal alternativa representaria uma mudança de escopo de Alto para Simples. Porém seria preciso analisar essa atitude quanto ao impacto no custo do produto para o consumidor final.

Detalhes de implementação do evento nº 10

Essa é outra demanda de Stakeholder que traz ao gerente uma situação de mudança de escopo do projeto. Acima tratava-se de mudança de escopo de uma atividade, algo mais simples.

Nesta demanda o ativo gerente comercial vislumbra outras oportunidades de venda e sugere a possibilidade de desenvolver e lançar uma versão da roçadeira com motor à gasolina.

O que se quer treinar aqui é o foco do aluno em relação ao escopo do projeto. A informação pode ser colocada de modo a parecer bastante atraente a oportunidade de vendas da segunda versão do produto. Mas é preciso que o aluno tenha em mente que um estudo anterior foi feito e suas conclusões evidenciaram a oportunidade de um equipamento para uso não profissional. Roçadeiras à gasolina são bem mais caras, pesadas, dão mais problemas de manutenção e,

principalmente, são normalmente usadas por profissionais. Para tornar mais interessante a situação pode-se acrescentar a informação de que essa mudança de escopo causará pequeno impacto em custo e prazo do projeto. E trará ótimos ganhos com a venda do produto.

Neste caso as alternativas são:

Nº	Descrição	Gera Evento	Impactos				
			Outros eventos	Ptos Prazo	Ptos Custo	Ptos Qualid	Ptos Relac.
a)	Não aceitar a demanda, explicando os motivos	Não	Não	0	0	0	0
b)	Não aceitar pura e simplesmente	Não	Não	0	+4	0	-2
c)	Aceitar a demanda, solicitando à engenharia que inclua na atividade 5.3. opções de motores à gasolina	Sim, tipo 13 do Sponsor		-4	-10	0	+2 do G.F e -10 do Sponsor

No caso de escolha da alternativa (c) o Sponsor questionará a decisão e determinará que a decisão seja revertida.

Os eventos aqui apresentados, fornecem uma visão geral do que é possível criar usando o mecanismo desenvolvido. O ponto central é que ao elaborar um evento e suas alternativas o instrutor deve ter um objetivo específico em mente. Deste modo haverá eventos com o propósito de verificar se o aluno consegue agir do modo a manter o prazo, em outros controlar o custo ou a qualidade.

Tomando as decisões, certas ou não, – dentro do que foi planejado pelo instrutor – o aluno conseguirá verificar e absorver qual é o modo de certo de agir. No Simulador ele poderá errar à vontade e o máximo prejuízo que poderá produzir é ver uma imagem bem humorada no momento em que é demitido.

Capítulo 8

DISCUSSÃO

O propósito deste capítulo é apresentar uma discussão sobre os resultados atingidos nesta pesquisa. Para tanto, está organizado em seções onde são abordados distintos assuntos.

8.1 Viabilidade de desenvolvimento de um Simulador de Gestão de Projetos

Fazendo referência ao objetivo geral desta pesquisa, conforme enunciado no item 1.3.1: “propor e desenvolver um Simulador do ambiente de Gestão de Projetos, contendo elementos que permitam seu uso como ferramenta em um programa básico de treinamento em Gestão de Projetos”, a primeira questão que se impôs dizia respeito à viabilidade de se construir um software com tal propósito.

Um levantamento das práticas, técnicas e métodos de gestão aplicáveis à área foi efetuado e a partir daí a questão primordial recaía em verificar se, de fato, seria possível construir um software que simulasse o ambiente de gestão de projetos com o propósito de uso em um programa de treinamento de profissionais.

Esta questão motivou extenso levantamento bibliográfico que revelou, não só a viabilidade referida, mas também forneceu diversos artigos que contribuíram de forma decisiva – notadamente Martin(2000), Gold e Pray (2001), Thavikulvat (2004) – para o efetivo desenvolvimento do Simulador de Gestão de Projetos, que é o principal resultado deste trabalho.

Cabe ressaltar que esta conclusão favorável em relação à viabilidade foi obtida de modo indireto, uma vez que o levantamento realizado revelou a existência de grande número de referências bibliográficas, bem como de simuladores já

desenvolvidos, porém aplicáveis a áreas da administração de empresas diversas da Gestão de Projetos. Fazendo referência ao Quadro 4 (Pray e Gold, 2001), no qual é apresentada a quantidade de artigos publicados que tratam de modelagem de softwares de simulação por área de conhecimento, verifica-se que nenhum se enquadra especificamente na área de gestão em foco.

Assim, uma efetiva contribuição deste trabalho é a demonstração dessa viabilidade, materializada no software apresentado.

8.2 Modelos usados no Simulador

Na sequência da primeira questão discutida acima vieram questões relativas à disponibilidade e adequação de modelos passíveis de implementação em um software que atingisse os objetivos geral e específicos propostos no início.

No capítulo 4 são apresentados, juntamente com um breve histórico, os principais conceitos relacionados à simulação como elemento de treinamento. No capítulo 6, por sua vez, são descritos os modelos necessários a sua implementação em um software.

A seguir são discutidos dois aspectos fundamentais de modelagem adotadas no Simulador. Dessas escolhas, com as decorrentes forma e técnica de implementação, decorrem outra contribuição efetiva deste trabalho de pesquisa que é a reunião, adequação e documentação de um conjunto de conceitos e modelos esparsos em diversas referências bibliográficas.

8.2.1 Grau de Controle e Grau de Interação

Nesta discussão o primeiro ponto a considerar diz respeito aos graus de controle e interação estabelecidos no Simulador. Conforme taxonomia (Crookall, et al, 1986) apresentada na seção 4.3 são quatro as possibilidades de combinação

entre formas de controle e de interação na simulação. A alternativa escolhida para este Simulador foi a que recai no quadrante inferior-esquerdo da Figura 11 e denominada “simulação dirigida pelo computador”. Nesta classe o software se caracteriza por predominante interação computador-participante e pouco controle por parte do participante.

São dois os argumentos que sustentaram essa escolha:

Foi estabelecido como premissa o ponto de que o aluno, usuário do Simulador, precisaria passar pela experiência de tomar suas próprias decisões durante a simulação e arcar com as consequências. Nesta premissa o aluno precisaria estar trabalhando sozinho, não em equipe. Isso leva à opção pela interação computador-participante.

No que diz respeito ao controle, a premissa foi a de que o Simulador possuísse um mecanismo de disparo de eventos que estivesse fora do controle ou do desejo do usuário. Essa premissa se justifica em função da realidade dos gestores de projetos, muitas vezes às voltas com situações que surgem de forma inesperada e fora de suas previsões e planejamentos. Assim, embora o usuário possa tomar uma série de ações durante a simulação, ele não detém efetivamente o controle do processo, o qual fica a cargo do próprio software. O que garante esse comportamento é o mecanismo de eventos, cujo modelo está apresentado no item 6.1.10.

Nos estágios iniciais essa foi uma importante decisão de projeto para o Simulador em gestação. Tal decisão moldou completamente a estrutura interna do mecanismo de simulação. O leitor pode entender tal decisão como sendo o necessário alicerce de um edifício prestes a ser levantado.

Ainda neste aspecto, outra decisão de projeto muito importante foi a opção de modelagem e estrutura de dados, que permite a implementação do mecanismo de eventos, fundamentada na flexibilidade, conforme descrito na seção 4.2. Inspirada e adaptada de Martin (2000), essa opção de mecanismo permite que o instrutor do programa de treinamento crie a sequência de eventos da forma que achar adequada, de modo inteiramente à sua escolha, com todos os dados parametrizados e cadastráveis. Com esta opção implementada o instrutor é livre para criar as situações mais diversas possíveis.

8.2.2 Modelagem do Tempo

Outro elemento que reforça o já discutido acima acerca do grau de controle é a modelagem da passagem do tempo. As opções possíveis estão apresentadas na seção 4.4 e a modelagem adotada no item 6.1.7.

Na classificação tridimensional apresentada por Thavikulwat (1994), uma das dimensões é a do gerenciamento de tempo. A escolha recaiu sobre a opção de gerenciamento pelo relógio da máquina. Assim, durante a simulação o tempo sempre flui. O argumento que sustenta essa escolha é o de trazer o modelo para próximo da realidade tanto quanto possível. E, no caso, um fluxo de tempo contínuo se mostra mais adequado.

A segunda dimensão que Thavikulwat menciona é a escala, que foi adotada como fixa, na qual o fluxo de tempo evolui a um ritmo constante. O aluno pode acelerar ou desacelerar o ritmo, mas isso não caracteriza uma situação de escala variável. Essa possibilidade de alteração do ritmo está associada a aspectos práticos da simulação. Para tomar decisões o aluno terá que ler e interpretar mensagens que lhe serão apresentadas. Para isso precisará de tempo e é adequado que possa reduzir o ritmo. Nos momentos em que não tiver nada para interpretar estará livre

para acelerá-lo de modo que a simulação siga adiante sem se tornar uma espera enfadonha e improdutiva.

Por fim, quanto à sincronicidade, não há nada particularmente relevante a discutir. A decisão recaiu sobre o modo assíncrono de forma que o usuário pode interagir com o software a qualquer momento e não apenas em certos momentos específicos.

8.3 Resumo dos aspectos da Gestão de Projetos contemplados e não contemplados no Simulador

O Simulador, na forma como foi implementado, modela vários aspectos da Gestão de Projetos, porém não todos. Aqui é feita uma síntese dos aspectos da gestão de projetos que estão e que não estão contemplados no Simulador. Segundo esse ponto de vista os processos podem ser classificados em três classes:

- Processos de Entrada (PE): são processos que fazem parte da simulação na qualidade de informações prévias fornecidas pelo instrutor ao aluno;
- Processos Simulados (PS): são processos que fazem parte da simulação e que são vivenciados pelos alunos nas decisões a serem tomadas;
- Processos não contemplados (PnC): são processos não contemplados no Simulador.

Sugere-se ao leitor referir-se aos Quadros 1, 2 e 3 que classificam os Processos contidos no PMBOK (2004) para as descrições que vem à seguir. O Quadro 14, por sua vez, é uma adaptação do Quadro 3 e apresenta uma visão sistematizada dessas três classes no Simulador.

8.3.1 Processos de Iniciação

Os dois processos de iniciação – 4.1 e 4.2 – estão contemplados na Simulação na qualidade de Processos de Entrada (PE), uma vez que o Termo de Abertura e a Declaração Preliminar de Escopo são fornecidas.

A idéia neste caso é a de que o profissional – vivenciado pelo aluno – que irá gerir o projeto será contratado para assumir o projeto após completado o Estágio de Viabilidade – Figura 6.

8.3.2 Processos de Planejamento

A estrutura do Simulador e seu mecanismo de eventos estão intimamente associados às atividades da WBS. Devido a isso, não é possível permitir que o aluno crie a sua própria WBS. Assim é uma premissa básica do simulador que as atividades estejam previamente definidas. Isto é feito pelo Instrutor ao preparar o curso. No entanto, para que o aluno vivencie as tarefas de planejamento e fundamentado no fato de que o gerente do projeto não é obrigado a ser um especialista e pode contar com consultas a profissionais, foi criado o conceito de solicitação de detalhamento de atividade da WBS descrito na seção 7.8. Isto permite que se considere contempladas na Simulação os processos (ver Quadro 3) 4.3; 6.1 a 6.5, 7.1, 7.2 e 8.1, num misto entre as classes PE e PS.

Os processos 9.1, 10.1, 11.1 a 11.5, 12.1 e 12.2 não estão contemplados – classe PnC.

8.3.3 Processos de Execução

O processo básico de gerenciamento da execução do projeto – 4.4 – enquadra-se na classe de Processo Simulado – PS.

A garantia da qualidade está contemplada na modelagem adotada quando o aluno tem a opção de, na ocorrência de um evento, tomar decisões que privilegiem a qualidade, embora, dependendo de como seja montado o grupo de opções possa haver um compromisso em relação a custo e prazo.

Através do mecanismo de eventos é possível também implementar os processos relativos a fornecedores 12.3 e 12.4 como Simulados

Os processos 9.2, 9.3 e 10.2 não estão contemplados.

8.3.4 Processos de Monitoramento

Neste grupo enquadram-se como contemplados na simulação os processos 4.5, 5.4, 5.5, 6.6, 7.3 e 8.3. Os demais não estão contemplados.

8.3.5 Processos de Encerramento

O processo de encerramento – 4.7 – faz parte do final da simulação, onde o aluno fecha o projeto e encerra a simulação.

O processo 12.6 não está contemplado.

QUADRO 14 – PROCESSOS DO PMBOK PREVISTOS NO SIMULADOR

Processos da área de conhecimento	Grupos de processos de Gerenciamento de Projetos									
	Grupo de processos de Iniciação		Grupo de processos de Planejamento		Grupo de processos de Execução		Grupo de processos de Monitoramento e Controle		Grupo de processos de Encerramento	
Integração do gerenciamento de projetos	(4.1) (4.2)	PE PE	(4.3)	PS	(4.4)	PS	(4.5) (4.6)	PS PnC	(4.7)	PS
Gerenciamento do escopo do projeto			(5.1) (5.2) (5.3)	PS PS PS			(5.4) (5.5)	PS PS		
Gerenciamento do tempo do projeto			(6.1) (6.2) (6.3) (6.4) (6.5)	PS PS PS PS PS			(6.6)	PS		
Gerenciamento de custos do projeto			(7.1) (7.2)	PS PS			(7.3)	PS		
Gerenciamento da qualidade do projeto			(8.1)	PS	(8.2)	PS	(8.3)	PS		

Processos da área de conhecimento	Grupos de processos de Gerenciamento de Projetos								
	Grupo de processos de Iniciação	Grupo de processos de Planejamento		Grupo de processos de Execução		Grupo de processos de Monitoramento e Controle		Grupo de processos de Encerramento	
Gerenciamento de recursos humanos do projeto		(9.1)	PnC	(9.2) (9.3)	PnC PnC	(9.4)	PnC		
Gerenciamento das comunicações do projeto		(10.1)	PnC	(10.2)	PnC	(10.3) (10.4)	PnC PnC		
Gerenciamento de riscos do projeto		(11.1) (11.2) (11.3) (11.4) (11.5)	PnC PnC PnC PnC PnC			(11.6)	PnC		
Gerenciamento de aquisições do projeto		(12.1) (12.2)	PnC PnC	(12.3) (12.4)	PS PS	(12.5)	PnC	(12.6)	PnC

Capítulo 9

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho desenvolvido nesta dissertação de mestrado atingiu os objetivos propostos. O objetivo geral, de construir um software capaz de simular o ambiente de gestão de projetos, está concretizado no Simulador apresentado, o qual permite ao aluno vivenciar atividades características da Gestão de Projetos, dentro dos limites explicitados nos capítulos 6 e 7.

Em conjunto com o objetivo geral, foram estabelecidos objetivos específicos a serem atingidos durante o trabalho. Assim se faz necessário citar tais objetivos e pontuar como cada um foi atendido.

Conforme citado na seção 4.1, o levantamento bibliográfico revelou existir muito material já publicado a respeito desse tipo de simulação computacional no tocante a Gestão Empresarial. Também mostrou que tais simulações são divididas em duas abordagens: **simulação total**, na qual procura-se modelar o ambiente integral de uma empresa; **simulação de área**, onde o objeto de simulação é um aspecto específico da gestão. O resultado deste trabalho, portanto, enquadra-se na segunda abordagem.

Ainda no que diz respeito ao levantamento bibliográfico, foi encontrada grande e diversificada gama de modelos empregados. Embora a maior parte desse material tenha sido criado para áreas diversas da gestão de projetos, vários conceitos e idéias revelaram-se aplicáveis integral ou parcialmente ao foco deste trabalho. Nas seções 4.2 a 4.5 estão apresentados os conceitos aproveitados no Simulador.

Também ficou evidente nesse levantamento que, enquanto a simulação computacional como ferramenta de aprendizado em gestão empresarial tem sido muito desenvolvida e aplicada no exterior, no Brasil pouco tem sido feito nessa área.

No que diz respeito ao item b da lista de objetivos específicos, foram escolhidos diversos aspectos da área de conhecimentos de Gestão de Projetos passíveis de serem contemplados no Simulador. Os resultados dessa escolha estão relatados no capítulo anterior, onde boa parte da discussão apresentada decorre dessas escolhas. Em especial, o Quadro 14 exhibe de forma sistematizada quais processos foram e quais não foram contemplados na simulação.

Uma análise de tal Quadro mostra um resultado bastante evidente: as áreas de conhecimento mais contempladas são as de gerenciamento de escopo, tempo, custos, qualidade e parcialmente aquisições. Por outro lado, o gerenciamento de recursos humanos, comunicações e riscos não foram contempladas, abrindo campo para trabalhos futuros, nos quais sejam buscados ou criados modelos relativos a tais áreas de conhecimento.

Quanto aos modelos necessários à construção do Simulador, de que trata o item c dos Objetivos Específicos, muito material foi encontrado no levantamento bibliográfico. Tal material foi aproveitado, quer diretamente, quer na forma de inspiração que deu origem a modelos adaptados. No capítulo 4 é feito o relato dos principais elementos levantados que de alguma forma foram aproveitados na construção do Simulador. A primeira parte do capítulo 6 está inteiramente dedicada à descrição dos modelos efetivamente implementados. Sob este aspecto uma contribuição relevante desta pesquisa é de, num único texto, reunir, adequar e documentar um conjunto de conceitos e modelos que se encontram esparsos em um grande número de referências.

Outra contribuição que este trabalho traz é a apresentação de uma estrutura de armazenamento capaz de conter os dados necessários à simulação, juntamente com um algoritmo que permite a implementação da mesma. Este aspecto é a resposta que se dá neste texto ao item d dos objetivos específicos. Em termos de arquitetura, tal armazenamento foi idealizado e implementado de forma independente de qualquer software de terceiros, sem o emprego de gerenciador de banco de dados. Isto confere grande simplicidade de instalação e configuração ao simulador.

O mecanismo de processamento de eventos, através de uma fila encadeada, garante flexibilidade quanto aos exemplos de simulação que podem ser elaborados pelos instrutores. Esta flexibilidade tem a qualidade de permitir que estes criem situações variadas e com enfoques distintos a serem vivenciados pelos alunos.

O exemplo de aplicação apresentado demonstra a forma como os eventos podem ser encadeados e ilustram as possibilidades à disposição dos instrutores.

Com isso a ferramenta está à disposição. Ela representa o início de uma linha mais ampla de pesquisa. Importa ressaltar que outros aspectos podem ser agregados ao Simulador.

Um ponto em particular que poderia merecer atenção de futuros pesquisadores seria a modelagem da “personalidade” dos personagens virtuais. Ao conferir tal “personalidade” aos personagens, o instrutor teria flexibilidade para configurar *sponsor*, *stakeholders* e gerentes funcionais com diferentes relações entre aspectos racionais e emocionais.

Outro aspecto não contemplado e que pode ser alvo de trabalho futuro é a inclusão de uma carteira de projetos, onde o gestor não mais estaria dedicado a um único projeto, mas sim com diversos simultâneos.

Uma segunda linha para trabalho futuro que se coloca seria a investigação da efetividade do aprendizado proporcionada e decorrente do uso do Simulador, numa linha semelhante à apresentada por McCreery(2003), Anderson (1992) e Teach (1990).

APÊNDICE A

ESTRUTURA DAS PRINCIPAIS TABELAS DE DADOS

Neste Apêndice é exibida e comentada a estrutura das principais tabelas do Simulador.

Tabelas WBSItem e c_WBSItem

Armazenam as atividades da WBS. A diferença entre as duas está no conteúdo e não na estrutura e essa diferença já foi comentada nos capítulos 6 e 7.

Campo	Tipo	Função
NumItem	Número Inteiro	Chave primária – identificador único do registro
IdWBS	Texto (255)	Identificador da WBS no formato do MS-Project (por exemplo 4.2.1)
NivelIdWBS	Número Inteiro	0 para atividade raiz, 1 para atividade de primeiro nível, 2 para atividade subordinada à ativ. de nível 1, etc.
NomeAtiv	Texto (255)	Texto descritivo da atividade
SubItemDe	Número Inteiro	Indica a que grupo pertence esta a atividade
Tipo	Texto (1)	Indica se é (A)tividade ou (G)ruppo
Duracao	Número Real	Duração em dias
DtIniPla	Número Real	Data de início
DtFimPla	Número Real	Data de término
CustoPla	Número Real	Custo planejado
CustoVarPla	Número Real	Margem de Custo
Escopo	Número Inteiro	Escopo: 0 para não se aplica; 1 para Simples; 2 para Médio; 3 para Alto; 4 para Complexo
QualidPla	Número Inteiro	Qualidade
NumPers	Número Inteiro	Personagem responsável pela atividade
PDI	Número Real	Primeira data de início da atividade – campo interno usado no cálculo do caminho crítico
PDT	Número Real	Primeira data de término da atividade – idem p;/ caminho crítico
UDI	Número Real	Última data de início da atividade – idem p;/ caminho crítico
UDT	Número Real	Última data de término da atividade – idem p;/ caminho crítico
AtivCC	Número Inteiro	Indica se a atividade pertence ao caminho crítico (1) ou não (0)

Tabelas WBSArco e c_WBSArco

Armazenam as relações de precedência entre as atividades da WBS.

Campo	Tipo	Função
NumItemIni	Número Inteiro	Chave estrangeira ref. ao campo NumItem da atividade antecessora
NumItemFim	Número Inteiro	Chave estrangeira ref. ao campo NumItem da atividade sucessora

Tabela Personagens

Armazena os dados dos personagens virtuais do Simulador. Sua estrutura é:

Campo	Tipo	Função
NumPers	Número Inteiro	Chave primária – identificador único do registro
NumTipo	Número Inteiro	Caracteriza o personagem: 1 – Gerente do Projeto; 2 – Sponsor; 3 – Gerente Funcional; 4 – Stakeholder
NomeTrat	Texto(50)	Nome do personagem usado no “dia a dia” – (nome que aparece nas mensagens)
NomeCompl	Texto(50)	Nome completo do personagem
Cargo	Texto(50)	Título do cargo do personagem
ProbabAtrasar	Número Real	Probabilidade de atrasar uma tarefa a ele solicitada
QuantoAtrasa	Número Real	Caso ocorra atraso este campo indica a magnitude total desse atraso em relação à duração total da atividade
PrazoTarefas	Número Real	Prazo mínimo que o personagem precisa para executar tarefas solicitadas através de mensagens.

Tabela Projeto

Armazena os dados básicos do Projeto de Simulação.

Campo	Tipo	Função
NumProj	Número Inteiro	Chave primária – identificador único do registro
SiglaProj	Texto(20)	Sigla do projeto com a qual é criada a pasta em disco onde é armazenado o conjunto de dados do mesmo
NomeProj	Texto(255)	Título do projeto que aparece para o aluno
DescrProj	Texto(4096)	Detalhes descritivos do projeto
TempoDecorr	Número Inteiro	Tempo, em dias, transcorrido desde o início da simulação. Indica o dia atual.
TempoSubdiv	Número Inteiro	Subdivisão de tempo transcorrido. Indica o momento dentro do dia atual da simulação
NumSponsor	Número Inteiro	Identificação de qual personagem virtual é o Sponsor do Projeto
Prazo	Número Inteiro	Prazo total do projeto
Custo	Número real	Custo total do projeto
PtosPrazo	Número Inteiro	Pontuação quesito Prazo
PtosCusto	Número Inteiro	Pontuação quesito Custo
PtosQuali	Número Inteiro	Pontuação quesito Qualidade
PtosRelac	Número Inteiro	Pontuação quesito Relacionamento

Tabela Mensagens

Armazena o conjunto de mensagens trocadas entre o Aluno e os Personagens Virtuais. Todas as mensagens – recebidas e enviadas ficam juntas nesta tabela. O que caracteriza as mensagens recebidas é o campo Para ser igual a 1. O que caracteriza as mensagens enviadas é o campo De ser igual a 1. Obrigatoriamente um desses campos tem que ter o valor 1, porém não ambos.

Campo	Tipo	Função
NumMensagem	Número Inteiro	Chave primária – identificador único do registro
TempoDecorr	Número Inteiro	Dia do envio da mensagem
TempoSubdiv	Número Inteiro	Momento dentro do dia em que a mensagem foi enviada
De	Número Inteiro	Remetente: 1 para o Gerente do Projeto; qualquer outro número > 0 refere-se ao identificador de um personagem virtual
Para	Número Inteiro	Destinatário: 1 para o Gerente do Projeto; qualquer outro número > 0 refere-se ao identificador de um personagem virtual
NumAssunto	Número Inteiro	Identificador do assunto a que se refere a mensagem
IdWBS	Texto(255)	Identificador da atividade da WBS a que se refere a mensagem. Se a mensagem não estiver relacionada a atividade este campo permanece vazio.
Corpo	Texto(1024)	Texto posicionado no corpo da mensagem
Prioridade	Número Inteiro	Prioridade da mensagem. 0 para Alta; 1 para Normal; 2 para Baixa
NumEvento		Se a mensagem for gerada por um evento, este campo conterá o número desse evento.

Tabela Eventos

Armazena os Eventos da Simulação. Esta tabela fornece os dados para a montagem da fila de Eventos.

Campo	Tipo	Função
NumEvento	Número Inteiro	Chave primária – identificador único do registro
TempoDecorr	Número Inteiro	Dia de ocorrência do Evento
TempoSubdiv	Número Inteiro	Momento de ocorrência dentro do dia TempoDecorr
Status	Número Inteiro	Indica a situação do evento: 0 para evento futuro; 1 para evento ocorrido; 2 para evento pedente; 3 para evento cancelado
IdWBS	Texto(255)	Identificador da atividade da WBS a que se refere a mensagem. Se o evento não estiver relacionado a atividade este campo permanece vazio.
NumPers	Número Inteiro	Identificador do personagem virtual que gera o evento
NumAssunto	Número Inteiro	Identificador do assunto a que se refere o evento
DescrEvento	Texto(2048)	Texto livre que explica o evento

Campo	Tipo	Função
NumMensagem	Número Inteiro	Identificador da mensagem gerada, por ocasião do processamento do evento
ProbabOcorr	Número Inteiro	Probabilidade de ocorrência do evento. Percentual de 0 a 100

Tabela EvOpcoes

Armazena as opções de decisão relacionadas a eventos. Todas as opções ficam nesta tabela, identificadas pelo número do evento a que se referem.

Campo	Tipo	Função
NumEvento	Número Inteiro	Chave primária – identificador do evento a que se relaciona a opção
NumOpc	Número Inteiro	Chave primária – identificador da opção para NumEvento
DescrOpc	Texto(1024)	Descreve a opção
PtosPrazo	Número Inteiro	Impacto na pontuação quesito Prazo
PtosCusto	Número Inteiro	Impacto na pontuação quesito Custo
PtosQuali	Número Inteiro	Impacto na pontuação quesito Qualidade
PtosRelac	Número Inteiro	Impacto na pontuação quesito Relacionamento

Tabela EvImpacto

Através desta tabela é montada a cadeia de impactos de uma decisão em eventos futuros. Cada registro dessa tabela representa o impacto que uma decisão tomada para um evento anterior, em eventos posteriores. É possível deixar a opção zerada (NumOpcOri = 0) de modo que a simples ocorrência do evento identificado por NumEventoOri já causa impacto no evento NumEventoDest.

Campo	Tipo	Função
NumEventoOri	Número Inteiro	Identificador do evento que origina o impacto
NumOpcOri	Número Inteiro	Identificador da opção de decisão que origina o impacto
NumEventoDest	Número Inteiro	Identificador do evento que recebe o impacto
ImpactoProbab	Número Inteiro	Valor que será acrescido ao campo ProbabOcorr do evento de destino. Este valor pode conter sinal negativo ou positivo.
ImpactoPrazo	Número Inteiro	Valor que será acrescido ao campo PtosPrazo do evento de destino. Este valor pode conter sinal negativo ou positivo.
ImpactoCusto	Número Inteiro	Valor que será acrescido ao campo PtosCusto do evento de destino. Este valor pode conter sinal negativo ou positivo.
ImpactoQuali	Número Inteiro	Valor que será acrescido ao campo PtosQuali do evento de destino. Este valor pode conter sinal negativo ou positivo.
ImpactoRelac	Número Inteiro	Valor que será acrescido ao campo PtosRelac do evento de destino. Este valor pode conter sinal negativo ou positivo.

APÊNDICE B

TUTORIAL PARA USO DO SIMULADOR

Este capítulo é dedicado a fornecer subsídios para uso do Simulador e ao fazê-lo será exibido um exemplo de simulação.

Modos de Uso do Simulador

Conforme já mencionado anteriormente em diversos pontos deste texto, o Simulador possui dois modos de trabalho: Instrutor e Aluno.

Para acessá-lo como Instrutor o usuário deverá ter sido previamente cadastrado como tal. Para acessá-lo como aluno isso não é necessário. Como pode ser visto na figura abaixo, na janela de *login* do simulador há um botão que permite a um novo aluno ter acesso após um rápido cadastro.

FIGURA 33 – OPÇÕES DE *LOGIN* NO SIMULADOR

Deste ponto em diante serão descritas as funções disponíveis no modo Instrutor.

Cadastro de usuários e associação a projetos

Apenas instrutores tem acesso a essa janela e para utilizá-la não é necessário que algum projeto de simulação esteja aberto.

O cadastro de usuários pode ser acessado através do comando de menu “Arquivo/Cadastro de usuários...”. A janela que se abre é exibida na figura a seguir, onde suas funcionalidades são explicadas pelas legendas.

FIGURA 34 – JANELA DE CADASTRO DE USUÁRIOS

Alguns detalhes sobre essa janela são:

Os instrutores devem ser obrigatoriamente cadastrados nessa janela. Para os alunos não há essa obrigatoriedade. Em seção adiante é descrita a forma alternativa para esse cadastro de alunos.

Ao ser criado um usuário do tipo Aluno, o programa irá criar a pasta de trabalho do mesmo, indicada por **{pastadeumaluno}** conforme detalhado na seção 6.2.2

Após criado o Aluno é necessário associá-lo a um ou mais projetos. Ao fazê-lo será criada a pasta **{pastasimulacao}** e todos os arquivos necessários serão criados dentro da mesma. Novamente fica a sugestão para o leitor buscar mais detalhes na seção 6.2.2

Abertura e fechamento de Projetos

A abertura de um projeto é obrigatória para o uso de todas as demais funcionalidades do Simulador.

FIGURA 35 – JANELA DE ABERTURA DE PROJETO DE SIMULAÇÃO

Para abrir o projeto basta selecioná-lo da lista e clicar Ok.

Para fechar o projeto aberto basta clicar no botão para esse fim. Os dados que estiverem em memória serão salvos automaticamente.

Cadastro de personagens

O cadastro de personagens é uma janela a qual tem acesso Instrutores e Alunos. Nela é possível visualizar os personagens virtuais que fazem parte do projeto de simulação, ou seja, a equipe do projeto. Os instrutores também podem usar essa janela para cadastrar personagens.

Para abri-la pode-se selecionar o comando de menu “Arquivo\Cadastro de Personagens...”, ou então clicar no botão “Equipe” que aparece na barra de ferramentas lateral.

Tomando como referência a janela de usuários já apresentada, os botões com os mesmo ícones tem funcionalidade semelhante. Assim, serão descritos apenas os recursos não presentes na primeira.

FIGURA 36 – JANELA DO CADASTRO DE PERSONAGENS

Criação de projetos

Para criar um novo projeto o instrutor deverá acionar o comando de menu “Arquivo/Novo Projeto...”. Se abrirá uma pequena janela onde é necessário apenas informar a Sigla do Projeto. Essa Sigla deve ser composta apenas por letras e números, sendo que para as letras não há distinção entre maiúsculas ou minúsculas. Caracteres acentuados são aceitos.

FIGURA 37 – CRIAÇÃO DE NOVO PROJETO DE SIMULAÇÃO

Com isso estará criada a base para que um instrutor prepare o projeto de simulação. As próximas seções explicam os passos a serem seguidos para dar continuidade a essa preparação.

Cadastro da WBS, suas Entregas e Recursos necessários

O cadastro da WBS é feito na janela aberta a partir do comando de menu “Projeto\Cadastro de WBS...”, ou então clicar no botão “WBS” que aparece na barra de ferramentas lateral. Como se pode ver na figura 38 essa janela é dividida em três áreas. A parte maior à esquerda exibe um *grid* as atividades da WBS. À direita são exibidos dois *grids*, um para as entregas e outro para os recursos da atividade.

Em termos de funcionalidade, o instrutor pode usar os três *grids* do mesmo modo para incluir, alterar e excluir suas respectivas informações.

Inclusão: pressionar a tecla Insert ou mover para o final do *grid*. Nos dois casos será aberta uma linha vazia permitindo a digitação dos dados.

Alteração: basta posicionar no campo que deseja alterar e digitar o novo dado. Em alguns casos – como mostrado na figura – é exibido um botão que permite a escolha dentre um rol de opções válidas.

Exclusão: selecione a linha a excluir e pressione Ctrl-Delete.

FIGURA 38 – CADASTRO DA WBS, SUAS ENTREGAS E RECURSOS

Criação do sequenciamento de atividades completo do projeto

O sequenciamento é feito na janela de Gantt, aberta a partir do comando de menu “Projeto\Gráfico de Gantt...”, ou então clicar no botão “GANTT” que aparece na barra de ferramentas lateral.

Essa tela tem funcionalidade semelhante à do MS-Project® no que diz respeito à movimentação e dimensionamento das barras e ligação entre duas atividades distintas. Também é possível digitar a data de início, duração e/ou data de término da atividade no *grid* à esquerda.

Para criar um arco basta clicar sobre a atividade de origem, arrastar e soltar na barra de destino. É possível excluir um arco clicando sobre o mesmo com o botão direito do mouse e em seguida clicar no comando “Excluir arco selecionado”.

FIGURA 39 – SEQUENCIAMENTO DAS ATIVIDADES

Cadastro dos Eventos / Alternativas e Impactos

Nesta tela o instrutor encontra recursos para cadastrar os Eventos suas alternativas e os Impactos que pode gerar. É aberta a partir do comando de menu “Projeto\Eventos...”.

Sua aparência e funcionalidade se assemelha à janela de cadastro da WBS. Na parte à esquerda é feito o cadastro dos eventos. À direita na parte superior está o grid de cadastro das alternativas de decisão e na parte inferior o grid de impactos possíveis.

Eventos deste projeto

Nº Ev.	Dia	Hora	Status	WBS	Contato	Descrição do Evento	Prob(%)
1	1	1	0		Dr. Tavares	Saudação inicial do Sponsor	100
2	4	14	0	3.	Clara	Detalhamento de WBS	100
3	21	3	0	3.3.	Clara	A Sra. Fernanda, designer encarregada desta tarefa, enc...	100
4	25	4	0	3.4.	Clara	Identificamos que, por aumento de preço de matéria prima	100
5	26	17	0	3.4.	Gustavo	Entro em contato para solicitar que a verba alocada à con...	0
6	25	17	0	5.1.5.	Satoru	O desenho da lâmina, conforme especificado pelo design,	100
7	21	30	0	5.1.1.	Satoru	Diferentemente do anteprojeto usado na fase de estudos,	100
8	22	5	0	5.1.1.	Clara	A haste em curva é um diferencial visual importante. Dese...	0
9	22	17	0	5.1.1.	Satoru	A haste tem que ser reta. Qualquer curvatura será proble...	0
10	40	3	0		Gladstone	Nossos clientes estão animados com o novo produto e de...	100
11	40	16	0		Mariana	Não entendi nada?! O Escopo no Termo de Abertura do Pr...	0
12	40	19	0		Dr. Tavares	Tomei conhecimento do episódio sobre o motor à gasolina	0
13	45	17	0	5.2.3.	Satoru	Estamos com problemas no cálculo da transmissão. Neece...	100
14	45	20	0	5.2.3.	Satoru	Acredito que podemos concluir no prazo apenas se aloca...	0
15	45	26	0	5.2.3.	Satoru	Conforme solicitado, temos duas alternativas: a) alocar me...	100
22	11	3	0	2.	Dr. Tavares	Cobrança por resultados	100
27	78	21	0	9.3.	Mariana	Os resultados da pesquisa junto aos nossos clientes reve...	20

Alternativas de decisão associadas ao Evento selecionado ao lado.

Nº Opc	Descrição Opção	Ptos Prazo	Ptos Custo	Ptos Quali	Ptos Relac.
1	Aceitar a interrupção pois a ativ...	0	0	0	1
2	Solicitar a alocação de outro pr...	0	0	-1	-1
3	Solicitar que a própria Clara lap...	0	-2	1	-3
4	opc 3.4	0	0	0	0

Eventos que sofrem impacto do Evento selecionado ao lado

Nº Opc	Nº Ev. Dest.	Impact Prob	Impact Prazo	Impact Custo	Impact Quali	Impact Relac
2	27	20	0	0	0	0
3	27	-10	0	0	0	0

Prazo: 0, Custo: 0, Qualidade: 0, Relações: 0, Tempo: [Progress Bar]

FIGURA 40 – CADASTRO DE EVENTOS, ALTERNATIVAS PARA DECISÃO E IMPACTOS

APÊNDICE C

RELAÇÃO DE PROGRAMAS SIMULADORES RELATADOS NA LITERATURA

O Quadro 15 exibe uma parcela de programas simuladores disponíveis na literatura. Estes dados foram compilados a partir de diversas fontes, entre elas Keys (1990), Martin (2000), Pray & Gold (2001) e Thavikulwat (2004).

QUADRO 15 – SIMULADORES DISPONÍVEIS NA LITERATURA

Nome do Simulador	Ano	Autor Principal	Foco da Simulação
Top Management Decision Simulation	1957	Ricciardi	Administração Geral
Marketing in Action: a decision game	1962	Day e Ness	Gestão de Vendas
International Operations Simulation	1964	Thorelli e Grave	Gestão de Exportações
MarkSim	1964	Kniffin	Participação de Mercado
The Executive Game	1966	Henshae e Jackson	Administração Geral
FINANSIM	1967	Greenlaw e Frey	Gestão Financeira
PROSIM	1969	Greenlaw e Hottenstein	Gestão de Produção Industrial
MANACC	1973	Goosen	Contabilidade
IMAGINIT	1974	Baton	Produção industrial e participação de mercado
FINANSIM	1979	Greenlaw, Frey, and Vernon	Gestão Financeira
HRS	1979	Greenlaw e Biggs	Gestão de Recursos Humanos
PORTSTRAT	1980	Gitman, Robana, and Riggs,	Mercado de Ações
The Sales and Management Game	1982	Boone, Kurtz e Braden	Vendas
FINGAME	1982	Brooks	Gestão Financeira
TEMPOMATIC IV	1984	Scott e Strickland	Administração Geral
STRAT-PLAN	1985	Hinton e Smith	Administração Geral
MARKETER	1985	Smith	Participação de Mercado
Business Policy Game	1986	Cotter and Fritzsche	Administração Geral
Microtronics	1987	Keys e Wells	Administração Geral
INTOPIA	1997	Thorelli	Administração Geral
MARKSTRAT2	1997	Neal	Vendas e participação de mercado
Threshold Competitor	1999	Anderson, et al	Produção, vendas e participação de mercado
Contract and Construct	2000	Martin	Gestão de Projetos
Global Business Game	2000	Wolfe	Administração Geral
Tinsel Town	2004	Devine, Habig et al	Administração Geral de um estúdio cinematográfico fictício
GEO	2007	Thavikulwat	Estratégia de negócios em ambiente globalizado

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, P., Lawton, L., A Survey and methods used for evaluating student performance on business simulation, *Simulation & Gaming*, vol 23, 1992, pg 490.
- Bahn, D., Naumman, J.D., Curley, S., Conversation about software requirements with prototypes and scenarios, *Lecture Notes in Computer Science*, volume 2382, 2002, pp 147-157.
- Barton, R.F., How to create your own business game with IMAGINIT, *Simulations, Games and Experiential Learning Techniques*, vol. 1, pg. 15.
- Bastos, L.R.D., Castro J.F.B., Sístematic integration between requirements and architecture, *Lecture Notes in Computer Science*, volume 3390, 2005, pp 85-103.
- Cantù, M., *Dominando o Delphi 2006*, São Paulo, Ed. Pearson, 2006.
- Carvalho, M. M.; Rabechini, R., *Construindo Competências para Gerenciar Projetos*, São Paulo, Ed. Atlas, 2005.
- Chung, C.A., *Simulation Modeling Handbook – A practical approach*, CRC Press, Boca Raton, 2004.
- Crawford, L., Senior management perceptions of project management competence, *International Journal of Project Management*, Volume 23, 2005, pg 7-16.
- Crookall, D., et al, Human and computer involvement in simulation, *Simulation & Gaming*, 1986, vol. 17, pg. 345.
- El-Sabaa, S., The skills and career path of an effective project manager, *International Journal of Project Management* Volume 19, 2001, pg. 1-7.
- Faria, A.J., Wellington, W.J., A survey of simulation game users, former-users and never-users, *Simulation & Gaming*, 2004, vol. 35, issue 2, pg. 178-207.
- Fleury, A. & Fleury M.T.L., *Estratégias Empresariais e Formação de Competências Um Quebra-cabeça Caleidoscópio da Indústria Brasileira*, Ed. Atlas, São Paulo, 2000.
- Frame, J.D., *Project Management Competence: Building Key Skills for Individuals, Teams, and Organizations*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1999.

- Fritzsche, D.J., Cooter, R.V., A Guide to writing microcomputer simulations, Developments in Business Simulation & Experiential Exercises, 1985, vol. 12, pg. 69.
- Gentry, J.W. (Coord.), Guide to Business Gaming and Experiential Learning, Association for Business Simulation and Experiential Learning (ABSEL), Nichols/GP Publishing, Londres, 1990.
- Gerlach, S., CEVO Homepage, <http://c-evo.org>, acessado em 22/02/2007.
- Goosen, K.R. (1981a), A generalized algorithm for designing and developing business simulations, Developments in Business Simulation & Experiential Exercises, 1981, vol. 8, pg. 41.
- Goosen, K.R. (1981b), Microcomputers - a new technology for innovations in business simulation, Developments in Business Simulation & Experiential Exercises, 1981, vol. 8, pg. 88.
- Goosen, K.R., Jensen, R., Wells, R., Purpose and learning benefits of business simulations: a design and development perspective, Developments in Business Simulation & Experiential Exercises, 1999, vol. 26, pg. 133.
- Gustafson, D. Schaum's Outline of Software Engineering, McGraw-Hill, New York, 2002.
- Hall, J., Computer Business Simulation Design: The Rock Pool Method, Developments in Business Simulation & Experiential Learning, 2005, vol. 32, pg. 144.
- Harris, C.A.R. e Flower, D.J., Use of computers in training, International Journal of Project Management, Volume 2, 1984, pg. 51-55.
- Katz, R.I., Skills of effective administer, Harvard Business Review, Business Classics: Fifteen Key Concepts for Managerial Success, 1991.
- Keys, J.B., Biggs, W.D., A Review of Business Games. In: Gentry, J.W., Guide to Business Gaming and Experiential Learning, Association for Business Simulation and Experiential Learning (ABSEL), Londres, Nichols/GP Publishing, 1990. p. 48-73.

- Knuth, D. E., The Art of Computer Programming, Volume 2: Seminumerical Algorithms, 3ª Edição, Addison-Wesley, 1997.
- Lamsweerde, A., From system goals to software architecture, Lecture Notes in Computer Science, volume 2804, 2003, pp 25-43.
- Larréché, J.C., On simulations in business education and research, Journal of Business Research, volume 15, issue 6, 1987, pp 559-571.
- Martin, A., A simulation engine for custom project management education, International Journal of Project Management, 2000, vol. 18, pg. 201.
- Martin, A., The Design and Evolution of a Simulation/Game for Teaching Information Systems Development, SAGE Publications© Simulation & Gaming, Vol. 31, No. 4, 2000, pg. 445-463.
- McCreery, J.K., Assessing the value of a project management simulation training exercise, International Journal of Project Management, Volume 21, 2003, pg. 233-242
- McLaughlin, F., Sensitivity of Performance Scores in Business Simulations, Developments in Business Simulation & Experiential Exercises, 1981, vol. 8, pg. 227.
- Meredith, R., Posner, B.Z., Mantel S.J. Jr., Project management: a managerial approach, New York: John Wiley, 1995.
- Neumann, J., Various techniques used in connection with random digits, The Monte Carlo Method, National Bureau of Standards (USA), Applied Mathematics Series 12, 1951, pg. 36.
- Paula, W.P., Engenharia de Software, Fundamentos, Métodos e Padrões, 2ª ed., LTC, Rio de Janeiro, 2001.
- Peters, V., Vissers, G., Heijne, G., The validity of games. Simulations & Gaming, 1998, vol. 29, pg. 20.
- Peterson, I., The Jungles of Randomness: A Mathematical Safari, Wiley Sons, NY, 1998.

- Pray, T.F., Gold, S., Historical review of algorithm development for computerized business simulations, *Simulation & Gaming*, 2001, vol. 32, issue 1, pg. 66.
- Pray, T.F., Gold, S., Inside the Black Box: an analysis of underlying demand functions in contemporary business simulations, *Developments in Business Simulation & Experiential Exercises*, 1982, vol. 9, pg. 110.
- Project Management Institute, A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide), 2nd Ed. 2004.
- Rabechini Jr, Roque, Competências e Maturidade em Gestão de Projetos: Uma Perspectiva Estruturada, Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.
- Ricciardi, F.M., et al, Top Management Decision Simulation: The AMA Approach, American Management Association, Nova York, 1957, apud Thavikulwat (2004).
- Robotham, D. & Jubb, R., Competences: measuring the immeasurable, *Management Development Review*, 1996, vol 9, issue 5, pg 25-29.
- Rosa, N.S., Justo, G.R.R., Cunha, P.R.F., Incorporating non-functional requirements into software architectures, *Lecture Notes in Computer Science*, volume 1800, 2000, pp 1009-1018.
- Severino, A.J., Metodologia do Trabalho Científico, Ed. Cortez, 22ª ed., 2002, 334 pgs.
- Sommerville, I., Engenharia de Software, 6ª ed., Prentice Hall Brasil, São Paulo, 2003.
- Tavares, L.V., Oliveira, R.C., Themido, I.H., Correia, F.N., Investigação Operacional, McGraw Hill, New York, 1996.
- Teach, R.D., Designing Business Simulations. In: Gentry, J.W., Guide to Business Gaming and Experiential Learning, Association for Business Simulation and Experiential Learning (ABSEL), Londres, Nichols/GP Publishing, 1990. p. 93-116.
- Teach, R.D., Profits: the false prophet in business games. *Simulation & Gaming*, 1990, vol 21, pg. 12
- Thavikulwat, P., Developing computerized business gaming simulations, *Simulation & Gaming*, 1999, vol. 28, issue 3, pg. 276.

Thavikulwat, P., The architecture of computerized business gaming simulations, Simulation & Gaming, 2004, vol. 35, issue 2, pg. 242-269.

Vilet, H, Software Engineering – Principles and Practice, Jonh Wiley Sons., Chichester, 1993.

Zarifian, P., Objetivo Competência: por uma nova lógica, Ed. Atlas, São Paulo, 2001.