DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE LÚDICO DE SIMULAÇÃO LOGÍSTICA – APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE PROJETO DE PRODUTO E ENGENHARIA DE SOFTWARE

Frederico de Rezende Martins

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

_____

Prof. Marcos Martins Borges, D.Sc

_____

Prof. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro, D.Sc

_____

Prof. Paulo André Marques Lobo, M.Sc

JUIZ DE FORA, MG – BRASIL

FEVEREIRO DE 2006

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE LÚDICO DE SIMULAÇÃO LOGÍSTICA – APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE PROJETO DE PRODUTO E ENGENHARIA DE SOFTWARE

Frederico de Rezende Martins

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Marcos Martins Borges, D.Sc

Prof. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro, D.Sc

Prof. Paulo André Marques Lobo, M.Sc

JUIZ DE FORA, MG – BRASIL
FEVEREIRO DE 2008

MARTINS, FREDERICO DE REZENDE
Desenvolvimento de Software Lúdico
de Simulação Logística – Aplicação de
metodologias de Projeto de Produto e
Engenharia de Software
VI, 33 p. 29,7 cm (EPD/UFJF,
Graduação, Engenharia de Produção,
2005)
Monografia - Universidade Federal de
Juiz de Fora, Departamento de
Engenharia de Produção
1. Logística
I. EPD/UFJF II. Título (série)

Agradecimentos

Agradeço às pessoas que estiveram presentes durante toda a caminhada pelo curso de Engenharia de Produção, em especial os meus companheiros discentes e os meus estimados professores do Departamento de Engenharia de Produção, que me ajudaram e incentivaram a alcançar objetivos cada vez maiores. Por último, mas não menos importante, agradeço aos meus familiares pelo apoio incondicional.

Resumo da monografia apresentada à coordenação de Curso de Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a graduação em Engenharia de Produção.

Desenvolvimento de Software Lúdico de Simulação Logística – Aplicação de metodologias de Projeto de Produto e Engenharia de Software

Frederico de Rezende Martins

Fevereiro/2006

Orientadores: Marcos Martins Borges

Curso: Engenharia de Produção

Esta monografia tem como objetivo expor os requerimentos para o desenvolvimento de um jogo de simulação logística. Trata-se de um projeto com caráter lúdico de forma correspondente aos já existentes e disponíveis no meio acadêmico e profissional, como o Desafio Sebrae, utilizando linguagem e apresentação que se provaram vencedoras e traduzindo-as para linguagem utilizada pelo setor de logística. Neste estudo será buscada, através de pesquisas em trabalhos e projetos de autores diversos, uma metodologia que tenha aplicação no desenvolvimento de softwares, buscando adaptações que permitam se chegar a um resultado solidamente embasado enquanto projeto de desenvolvimento de software como produto. A partir da metodologia desenvolvida, o trabalho traz consigo o resultado da execução da primeira etapa do procedimento idealizado, que lança bases para o desenvolvimento do software completo.

Palavras-chaves: Logística, Simulação, Metodologia de Projeto, Engenharia de Software

Abstract of work presented to Department of Production Engineering as a partial fulfillment of the requirements for the undergraduate degree

DEVELOPMENT OF A LOGISTICS SIMULATION GAME – APPLICATION OF PRODUCT PROJECT AND SOFTWARE ENGINEERING METHODOLOGIES

Frederico de Rezende Martins

February/2006

Advisor: Marcos Martins Borges

Department: Production Engineering

This monograph has as objective expose the basic requirements for the development of a logistics simulation game. It is a project with a playful character in a similar way to those already existent and available at academic and professional environments, as is Desafio Sebrae, making use of language and presentation styles that have proven themselves to be winners and translating them to the language used by the logistics sector. In this project will be researched, delving into works and projects by other authors, a methodology that has an application on software development, searching for adaptations that allow reaching a solidly biased result when dealing with a software development project as a product project. From this developed methodology, this work brings along itself the result of the execution of the first step idealized, which biases the development of the full software.

Keywords: Logistics, Simulation, Project Methodology, Software Engineering

Sumário

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE LÚDICO DE SIMULAÇÃO LOGÍSTICA – APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE PROJETO DE PRODUTO E ENGENHARIA DE SOFTWARE **I**
AGRADECIMENTOS **III**
RESUMO **IV**
ABSTRACT **V**
SUMÁRIO **VI**

CAPÍTULO I **1**

INTRODUÇÃO **1**
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 1
1.2 OBJETIVOS 1
1.3 JUSTIFICATIVAS 1
1.4 ESCOPO DO TRABALHO OU CONDIÇÕES DE CONTORNO 3
1.5 METODOLOGIA 3

CAPÍTULO II **5**

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **5**
2.1 JOGOS 5
2.2 SIMULAÇÃO 6
2.3 ENGENHARIA DO PRODUTO 7
2.4 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO 11
2.5 ENGENHARIA DE SOFTWARE 14
2.6 LOGÍSTICA 17

CAPÍTULO III **22**

DESCRIÇÃO **22**
3.1 DEFINIÇÃO DE REQUISITOS 23
3.2 ESPECIFICAÇÕES 25

CAPÍTULO IV **32**

CONSIDERAÇÕES FINAIS **32**
4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS 32

CAPÍTULO V **33**

BIBLIOGRAFIA **33**

Capítulo I

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A inspiração para a monografia originou-se de experiência do autor durante estágio na Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, onde trabalhou na área de Logística, mais especificamente no controle e em projetos da logística ferroviária.

O mote principal é a falta de uma ferramenta de aprendizado da logística de modo prático, embasada na malha de transportes existentes hoje no país. Os jogos empresariais com o tema Logística mais conhecidos hoje são resultado de pesquisas do Centro de Estudos Logísticos (CEL), mas estão mais focados na logística intra-urbana, isto é, na distribuição de cargas dentro de uma cidade.

O enfoque pretendido neste trabalho é exatamente oposto, buscando abordar a questão da utilização de modais diversos na logística regional.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo do Trabalho de Conclusão de Curso aqui apresentado é de estabelecer requisitos básicos para o desenvolvimento de uma plataforma eletrônica educativa que objetiva o ensino de noções de logística a partir de referencial teórico nas áreas de metodologia de projeto, engenharia de software e logística.

1.3 JUSTIFICATIVAS

O tema Logística tem uma relevância cada vez maior no contexto econômico brasileiro. Depois da estabilização da unidade monetária nacional, os custos logísticos apresentam uma proporção cada vez maior em relação aos custos totais de um produto. Isso visto, conclui-se que é de grande importância o aprendizado logístico por parte dos atuais e futuros tomadores de decisão das empresas nacionais.

Há de se ter em vista que a distribuição das cargas transportadas no país privilegia excessivamente o modal rodoviário, como mostra a figura abaixo (CEL – 2000):

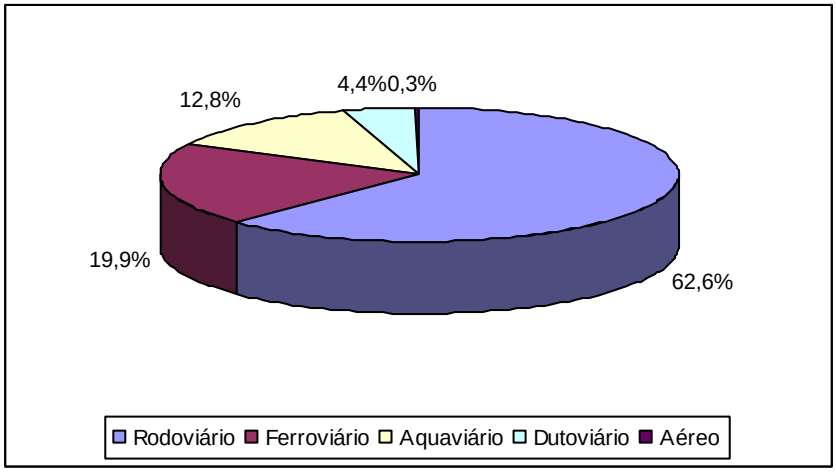

Figura 1 – Participação dos modais na Logística brasileira
Fonte: CEL (2000)

A proporção acima mostrada ignora características dos modais, incompatíveis com as condições naturais do país e influenciada ainda por um forte componente histórico acentuado na era Juscelino Kubitschek (CEL – 2000):

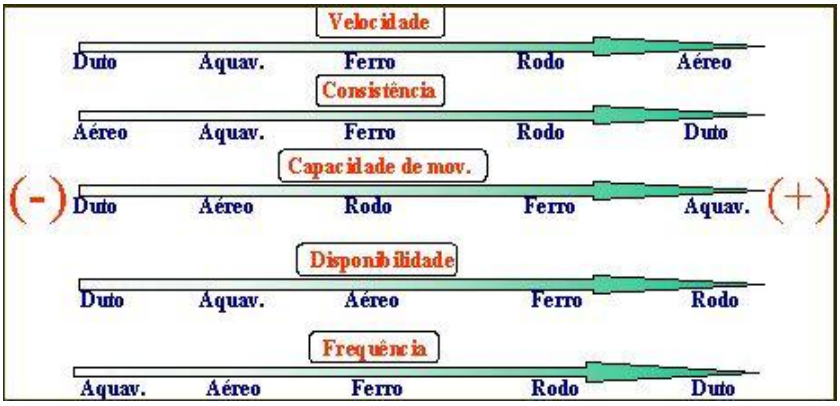

Figura 2 – Características comparativas dos modais
Fonte: CEL (2000)

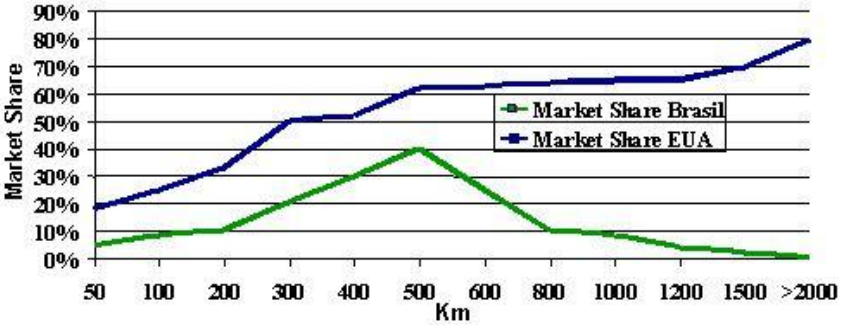

Figura 3 – Comparação do *market share* da ferrovia pela distância no Brasil e nos EUA
Fonte: CEL (2000)

Como pode se ver nas figuras acima, os modais no Brasil não têm sua utilização ótima, principalmente no tocante ao modal ferroviário, que está na contramão do que é praticado no mundo desenvolvido.

As novas exigências para a atividade logística no Brasil e no mundo passam pelo maior controle e identificação de oportunidades de redução de custos, redução nos prazos de entrega e aumento da qualidade no cumprimento do prazo, disponibilidade constante dos produtos, programação das entregas, facilidade na gestão dos pedidos e flexibilização da fabricação, análises de longo prazo com incrementos em inovação tecnológica, novas metodologias de custeio, novas ferramentas para redefinição de processos e adequação dos negócios (Exemplo: Resposta Eficiente ao Consumidor - Efficient Consumer Response), entre outros.

1.4 ESCOPO DO TRABALHO OU CONDIÇÕES DE CONTORNO

Para o estabelecimento dos requisitos necessários ao desenvolvimento do jogo, serão abordados conhecimentos em Logística, Simulação, Banco de Dados e Programação. Este último item será representado pela linguagem Delphi, por se tratar de exemplo de uma ferramenta adequada, entre várias outras, para o desenvolvimento de uma aplicação tal qual a que é aqui sugerida.

1.5 METODOLOGIA

Para a execução da monografia prevê-se a execução de tarefas cuja seqüência se encontra abaixo:

- Busca e adequação do tema

  O trabalho tem seu início na busca pelo tema, nas definições iniciais sobre o tamanho do estudo e suas limitações. Nesta etapa são definidos os objetivos, as motivações e o escopo do trabalho. Desta maneira, o que se obtém nessa fase são as fronteiras do projeto abordado e as razões pelas quais estes limites foram adotados. Trata-se do cerne da proposta de trabalho.

- Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é a base deste memorial. Através dela está exposto o esforço de pesquisa do autor e sua base teórica. São os alicerces necessários para o desenvolvimento do projeto. Busca-se aqui desenvolver os temas relacionados ao objetivo final do trabalho.

- Projeto

O projeto em si é o objeto da versão final da monografia. Apesar de suas linhas iniciais já constarem no memorial, é na forma final que podem ser observadas as conclusões do trabalho e o percurso do trabalho devidamente registrado de maneira científica e acadêmica.

Neste trabalho, especificamente, trata-se do estabelecimento de requisitos básicos, ou seja, nesse projeto, os elementos necessários para o desenvolvimento do jogo logístico proposto.

Capítulo II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta parte do trabalho pretende-se mostrar a fundamentação teórica e circunstancial por trás do objeto desta monografia. Utilizando-se um arranjo temático de forma a oferecer uma compreensão didática, objetiva-se que o leitor ocasional tenha o embasamento necessário para um bom julgamento do trabalho.

Assim, este trecho ocupa-se de fundamentar o trabalho começando por definições dos aspectos básicos deste software, que são as noções de jogo e simulação, passando pelas noções metodológicas de Engenharia do Produto e de Software, evoluindo então para o cerne do trabalho, que é a questão Logística. Finalizando temos as ferramentas e conceitos utilizadas no processo, ou seja, Delphi, Internet e Banco de Dados.

2.1 JOGOS

Validade de um Jogo

Em seu artigo "The validity of Games", Vincent Peters (1998) afirma que se usamos simulações para aprender ou ensinar sobre problemas ou situações, primeiro fazemos um modelo simplificado da situação (sistema de referência); em seguida, aprendemos ou ensinamos sobre esse modelo; finalmente, traduzimos as descobertas e conhecimento adquiridos no modelo de volta para a realidade.

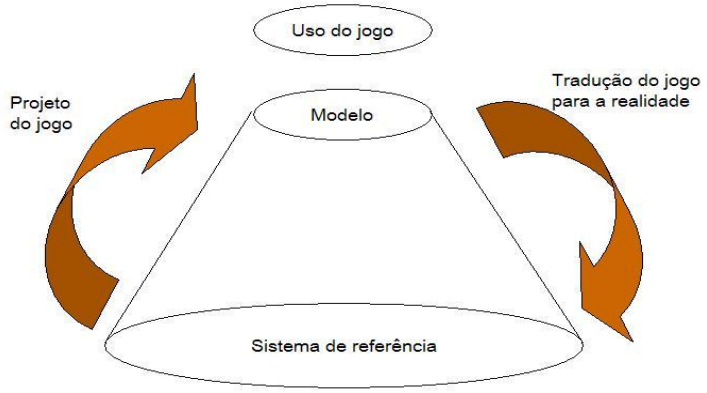

Figura 4 – Representação de um jogo
Fonte: Adaptado de Vincent Peters (1998)

Para criar um modelo, descrevemos os elementos do sistema de referência e as relações entre eles em termos de outro sistema (conhecido).

No caso de jogos, os elementos do sistema de referência e suas relações são representados por elementos de design como cenários, eventos, relações, regras e sistema de pontuação.

Portanto, para projetar um jogo, tem-se que obter um bom entendimento das características do sistema de referência e transformar essas características nos elementos que constituem o jogo.

Para garantir a validade dos jogos como instrumento de ensino e/ou pesquisa deve-se certificar que estes sejam realistas, ou seja, que o modelo de sua estrutura se assemelhe à situação real. Dessa maneira, será natural ao jogador reproduzir em ambiente de ensaio suas reações naturais com respostas semelhantes à que ele obteria caso tentasse executar as ações na realidade. Complementarmente, a validade de um jogo é verificada quando é possível reproduzir casos já ocorridos, com respostas similares aos acontecimentos passados.

2.2 SIMULAÇÃO

Por simulação entende-se uma técnica de medida de performance de um sistema modelado. A simulação pode ser feita em um modelo contínuo, em que o sistema muda continuamente em função do tempo, ou em modelo discreto, em que o sistema muda somente no instante que ocorre um evento. Existem apenas dois eventos que controlam qualquer simulação: chegadas e atendimentos, visto que toda simulação envolve direta ou indiretamente situações de fila (NOGUEIRA, 2004).

Em termos de software, algumas características têm de ser observadas para o desenvolvimento de um programa confiável de simulação. Seguem em resumo algumas características apontadas por Jerry Banks (1997):

- Entrada (Input)
- Processamento

- Saída (Output)
- Ambiente

2.3 ENGENHARIA DO PRODUTO

A natureza do projeto

Ao longo da História, a Humanidade tem-se valido de sua habilidade e inteligência únicas para projetar artefatos. O que muda com a evolução do Homem nesse campo é a maneira como o Projeto é encarado. Nas tradicionais sociedades artesanais o ato de projetar não é realmente separado do ato de fazer utensílios. A chegada da era industrial mudou esta maneira de pensar, e as atividades de projetar e fazer são feitas com uma separação razoável, embora o processo de produção normalmente se inicie antes que o projeto esteja totalmente terminado (CROSS, 2000).

A atividade essencial de um projeto está em fazer uma descrição final de um produto, de forma inteligível para aqueles que fisicamente irão produzi-lo. A forma mais comum de comunicação é o desenho. Os desenhos variam em quantidade e complexidade dependendo do artefato a ser produzido, em que reproduzem com detalhes as peças. São válidos também para projetos abstratos, como os de software por detalhar as interfaces dos processos e sua estrutura dinâmica.

Outra atividade primordial para um projeto é a avaliação deste, de modo a tornar possível a previsão de possíveis erros de execução. No entanto, o refinamento do projeto pode acarretar em um *loop* nos processos decisórios. Neste caso, melhorias do projeto demandariam ajustes em alguma outra parte levando a problemas em uma parte distinta.

Segundo Cross (2000), o processo de refinamento do projeto é usado para se certificar que a descrição final atende os parâmetros propostos e finalmente determinar se o projeto é válido ou não segundo critérios econômicos e de execução, i.e., se o custo previsto está dentro do aceitável, investimento em maquinário e equipamento, etc.

O início do processo de projeto

Cross (2000) ainda diz que, no começo do processo de projeto, o projetista é inicialmente confrontado com um problema muito mal definido. O problema mal definido apresenta características como as que se seguem:

- Não há formulação definitiva para o problema;
- Qualquer formulação do problema pode conter inconsistências;
- Formulações do problema são dependentes da solução;
- Propor soluções é um meios de entender o problema; e
- Não há solução definitiva para o problema.

Mesmo assim, é sua responsabilidade encontrar uma solução clara. Assim, conclui-se que as dificuldades se encontram em duas frentes: entender o problema e encontrar uma solução. Portanto, faz-se necessária muitas vezes a inversão da lógica tradicional, e o projetista passa a conceber propostas de solução para ajudá-lo a decifrar o problema e apontar para a direção das soluções práticas.

Modelos descritivos

Muitas tentativas de mapear (ou modelar) o processo de projeto têm sido feitas ao longo dos anos. Alguns desses modelos simplesmente descrevem seqüências de atividades que tipicamente ocorrem em projetos; outros tentam prescrever um padrão mais apropriado de sequenciar as atividades.

Modelos descritivos normalmente identificam a importância de gerar um conceito de solução nos estágios iniciais do processo, assim tornando claro o foco do projeto na solução. Essa conjuntura inicial da solução é então submetida a análise, avaliação, refinamento e desenvolvimento. Quando a análise mostra que a conjuntura inicial contém falhas nos seus fundamentos, um novo conceito é gerado e o ciclo recomeça. Este processo é conhecido como heurística, que consiste em usar experiências anteriores combinadas com a intuição do projetista, mas sem garantias de sucesso.

A figura abaixo mostra o processo em um diagrama simples e genérico (CROSS, 2000):

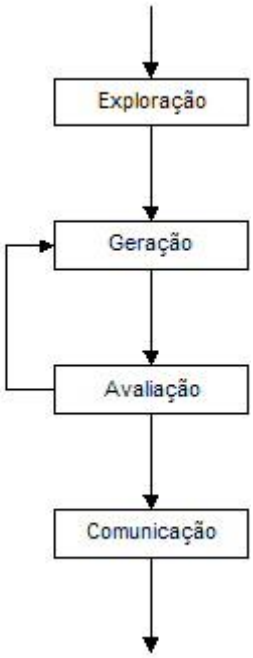

Figura 5 – Um modelo simples de processo de projeto, de quatro estágios
Fonte: Adaptado de Nigel Cross (2000)

Modelos do processo de projeto são muitas vezes desenhados nesta forma de fluxograma, com o seqüência de desenvolvimento, mas também com *loops* mostrando o retorno interativo, que fazem-se necessários freqüentemente.

Modelos prescritivos

Assim como modelos que buscam mostrar um processo de projeto convencional ou heurístico, algumas tentativas de construir modelos prescritivos foram feitos. Esse tipo de modelo tem a preocupação de persuadir ou encorajar projetistas a adotar maneiras melhoras de trabalho. Normalmente esses modelos oferecem um procedimento mais algorítmico e sistemático, sendo conhecidos como metodologias de projeto.

Um exemplo de modelo prescritivo foi desenvolvido por Archer (1984), assim representado:

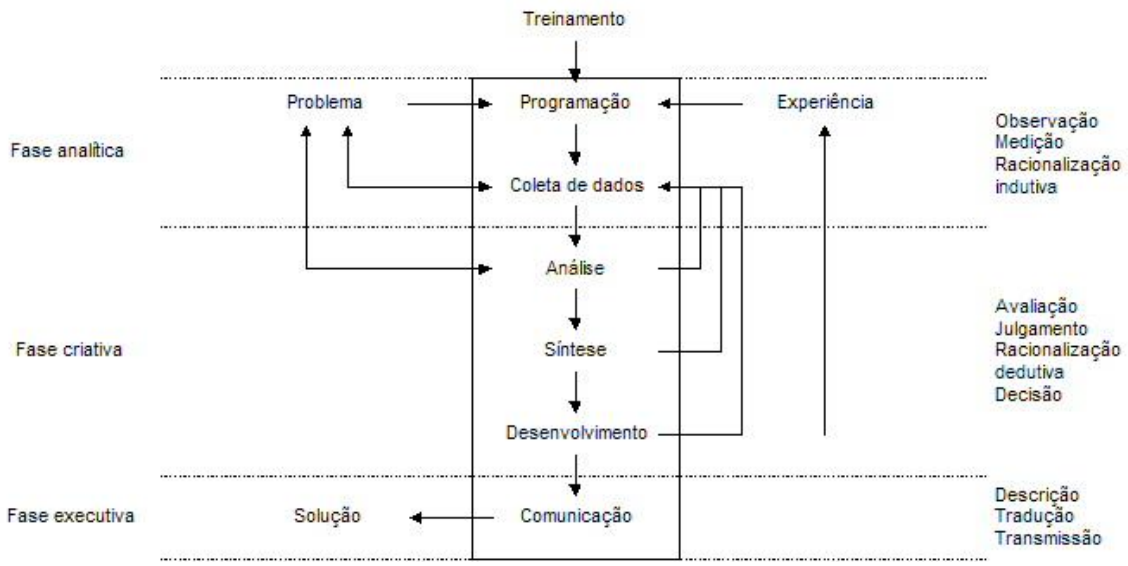

Figura 6 – Modelo prescritivo de Archer

Fonte: Adaptado de L. Archer (1984)

Pode-se observar que se trata de um modelo mais específico, com o objetivo de direcionar o projetista, numa perspectiva analítica e detalhista. Todavia, Archer definiu também conceitos mais abrangentes em seu modelo, as denominadas fases. No caso do modelo acima, delineiam-se as fases analítica, onde há uma racionalização do problema e coleta de dados e o início de uma solução; criativa, onde essa solução é trabalhada ou redefinida; e a fase executiva, na qual o projeto é finalizado para a produção e documentado.

Novos procedimentos de projeto

Algumas razões podem ser postas para o motivo de se desenvolver novos procedimentos de projeto. Um é a crescente complexidade dos projetos modernos. Uma grande variedade de novas demandas está surgindo junto com as ferramentas que surgem. Segundo Cross (2000), muitos dos produtos a serem projetados nunca existiram antes, de tal maneira que a experiência anterior do projetista torna-se irrelevante e inadequada para estas tarefas. Assim, argumenta-se que uma aproximação nova e sistemática é necessária.

Este argumento é sustentado pela preocupação geral em tentar otimizar o processo de projeto. Na maioria das indústrias existe uma pressão para fazer com que o

lead time necessário para se projetar um novo produto seja o mais próximo possível do mínimo.

2.4 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

Para a execução do projeto proposto será necessário fazer o uso de linguagem de programação. Para que esta seja traduzida em programas executáveis, faz-se necessária a presença de um software que torna a programação possível. Como exemplo de ambiente de desenvolvimento no qual um projeto deste porte seria possível, é apresentado nesta parte o Borland Delphi.

Um compilador é um programa que transforma o código escrito em linguagem de alto nível em uma sequência de instruções (programa) que será executada por um sistema computacional. O código de alto nível é tambem designado por código fonte ou source code. O código compilado designa-se por código objeto ou object code. Em Linguagens de Programação híbridas, o compilador tem o papel de converter o código fonte em um código chamado de "byte code", que é uma linguagem de baixo nível.

O *software* Delphi surgiu como resultado da evolução do compilador Turbo Pascal, desenvolvido em 1974 por Anders Hejlsberg. Em 1995, o compilador Delphi surgiu trazendo consigo a linguagem *Object Pascal*, a evolução da linguagem pascal para a programação orientada a objetos.

Um dos destaques do Delphi é o seu Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE, na sigla em inglês), representado a seguir:

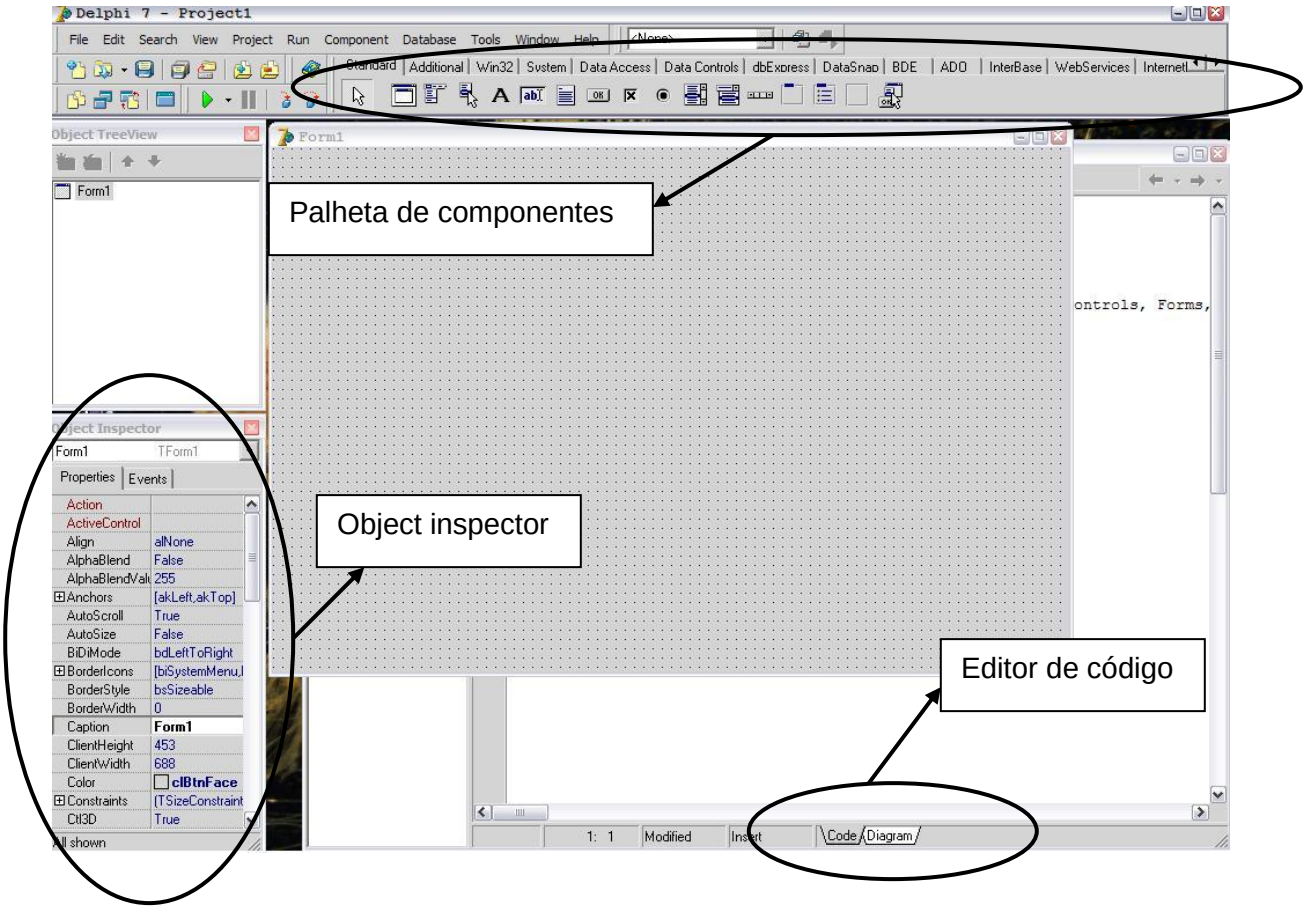

Figura 7 – Tela principal do Borland Delphi

Fonte: O autor

As partes destacadas da figura acima explicitam algumas das funções mais utilizadas no Delphi. A palheta de componentes, trazida na parte superior, disponibiliza ao programador todos os objetos que podem se utilizados em um formulário agrupados em categorias.

O *Object Inspector*, localizado na parte inferior esquerda, é a janela que dá acesso às propriedades e aos eventos relacionados aos objetos. Na aba *Properties* são exibidas todas as propriedades possíveis de um objeto selecionado e apresenta também as propriedades dos objetos vinculados. Na aba *Events*, são disponibilizados os eventos possíveis para um objeto, que se editados indicam ao programa a ação a ser tomada mediante a determinada ação do usuário sobre o objeto.

Completando o quando temos o Editor de Código, onde pode se visualizar e editar o código pascal do programa, assim como um resumo do conteúdo do programa, que descreve os objetos presentes.

Bancos de dados

Bancos de dados (ou bases de dados) são arquivos ou sistemas com uma estrutura regular que organizam informações. Essas estruturas podem ter a forma de uma tabela: cada tabela é composta por linhas e colunas. As informações utilizadas para um mesmo fim são agrupadas em uma base de dados.

Em sistemas computacionais, bases de dados são gerenciadas por um sistema gerenciador de bancos de dados, ou SGBD. A apresentação dos dados pode ser semelhante à de uma planilha eletrônica, porém os sistemas de gestão de banco de dados possuem características especiais para o armazenamento, classificação e recuperação dos dados.

Existe uma grande variedade de bancos de dados, desde exemplos simples como uma coleção de tabelas, até um modelo teoricamente definido como o relacional. Os banco de dados são diferenciados por muitas características. A mais útil e usada é o modelo de programação.

O modelo plano, ou tabular, é basicamente uma matriz bi-dimensional de elementos de dados na qual todos os membros de uma dada coluna possuem valores similares, e todos os membros de uma linha estão relacionados entre si. Por exemplo, um banco de dados para segurança do sistema pode ter colunas de nome e de senha; cada linha deve ter a senha específica associada a um usuário específico. Freqüentemente, as colunas de uma tabela possuem um tipo de dados associado, definindo-as como dados de carácter, informações de data ou hora, números inteiros ou em ponto flutuante.

Como o projeto terá como base o desenvolvimento por banco de dados, faz-se necessário entender o funcionamento do sistema Interbase e da sua linguagem, o SQL.

O InterBase é um sistema relacional de gerenciamento de banco de dados projetado para trabalhar no modelo cliente-servidor. O modelo relacional foi inicialmente desenvolvido em 1969 pelo Dr. Edward Codd e desde então tornou-se o modelo predominante para o gerenciamento de banco de dados.

A linguagem SQL (*Structured Query Language,* ou Linguagem Estruturada de Pesquisa) foi criada com o objetivo de padronizar a consulta e a manipulação de dados em um Banco de Dados relacional. Através dessa linguagem pode-se consultar com velocidade satisfatória bases de dados com mais de um milhão de registros.

2.5 ENGENHARIA DE SOFTWARE

A Engenharia de Software surgiu em meados dos anos 1970 numa tentativa de contornar a crise do software e dar um tratamento de engenharia (mais sistemático e controlado) ao desenvolvimento de sistemas de software complexos. Um sistema de software complexo se caracteriza por um conjunto de componentes abstratos de software (estruturas de dados e algoritmos) encapsulados na forma de procedimentos, funções, módulos, objetos ou agentes e interconectados entre si, compondo a arquitetura do software, que deverão ser executados em sistemas computacionais.

Os fundamentos científicos para a engenharia de software envolvem o uso de modelos abstratos e precisos que permitem ao engenheiro especificar, projetar, implementar e manter sistemas de software, avaliando e garantido suas qualidades. Além disto, a engenharia de software deve oferecer mecanismos para se planejar e gerenciar o processo de desenvolvimento.

Processos de software

Um processo de software é um conjunto de atividade e resultados que levam à produção de um produto de software, envolvendo o desenvolvimento de um novo software ou a modificação de sistemas já existentes. Embora existam muitos processos de software diferentes, Sommerville (2003) identifica atividades comuns a todos eles, como:

1. Especificação do software – É preciso definir a funcionalidade do software e as restrições em sua operação
2. Projeto e implementação do software – Deve ser produzido o software de modo que cumpra sua especificação
3. Validação do software – O software precisa ser validado para garantir que ele faz o que o cliente deseja
4. Evolução do software – O software precisa evoluir para atender as necessidades mutáveis do cliente.

Os variados processos de software são representados na maioria das vezes por modelos, que são representações abstratas do desenvolvimento. São apresentados abaixo alguns dos modelos mais conhecidos (Sommerville, 2003):

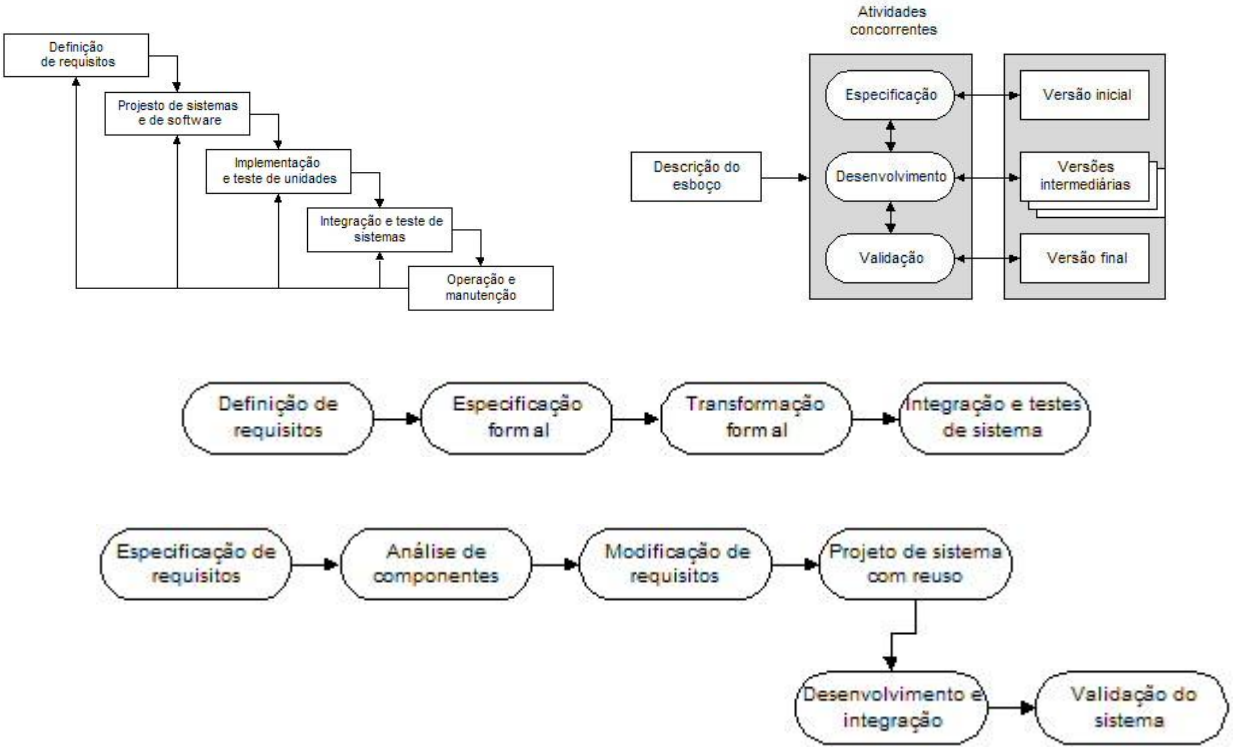

Figura 8 – Modelos de processos de software

Fonte: Adaptado de Ian Sommerville (2003)

A figura anterior traz os principais modelos de processos de software, a saber:

- Modelo em cascata: Considera as atividades fundamentais do processo em fases separadas e consecutivas;

- Desenvolvimento evolucionário: Intercala as atividades de especificação, desenvolvimento e validação. Um sistema inicial é refinado com informações do cliente;
- Desenvolvimento formal de sistemas: Baseado em especificação formal matemática e a utilização de métodos matemáticos para construir um programa;
- Desenvolvimento orientado a reuso: Tem como base a existência de um número significativo de componentes reutilizáveis, concentrando-se a integração deste componentes.

Também segundo Sommerville (2003), existem ainda os chamados sistemas híbridos,que são basicamente o desenvolvimento incremental e o desenvolvimento em espiral. No desenvolvimento incremental as fases de especificação, projeto e implementação de software são desdobradas em estágios. O desenvolvimento em espiral, por sua vez, consiste em um desenvolvimento de sistema que evolui a partir de um esboço inicial em sireção ao sistema final. Ambos são representados a seguir:

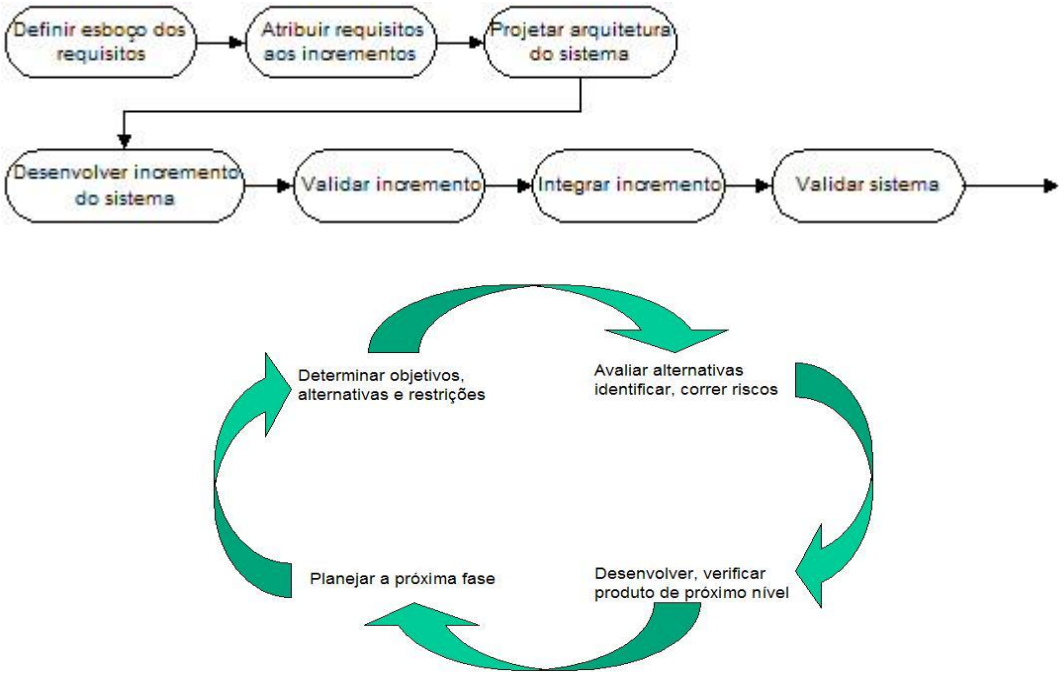

Figura 9 – Modelos híbridos de processos de software

Fonte: Adaptado de Ian Sommerville, (2003)

2.6 LOGÍSTICA

Logística empresarial

A logística empresarial é um campo de estudos relativamente novo da gestão integrada, em comparação com os campos tradicionais de finanças, marketing e produção. As atividades logísticas de movimentação e armazenagem têm sido praticadas há muitos anos, sendo que a novidade neste campo resulta do conceito de gerenciamento coordenado das atividades relacionadas e de que a logística adiciona valor aos produtos ou serviços essenciais para as vendas e satisfação do cliente. Assim é colocado pelo CLM (Council of Logistics Management):

> "Logística é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e conomicamente eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, como propósito de atender às exigências dos clientes."

Infere-se da definição acima as atividades a serem desempenhadas na Logística, explicitadas na figura abaixo:

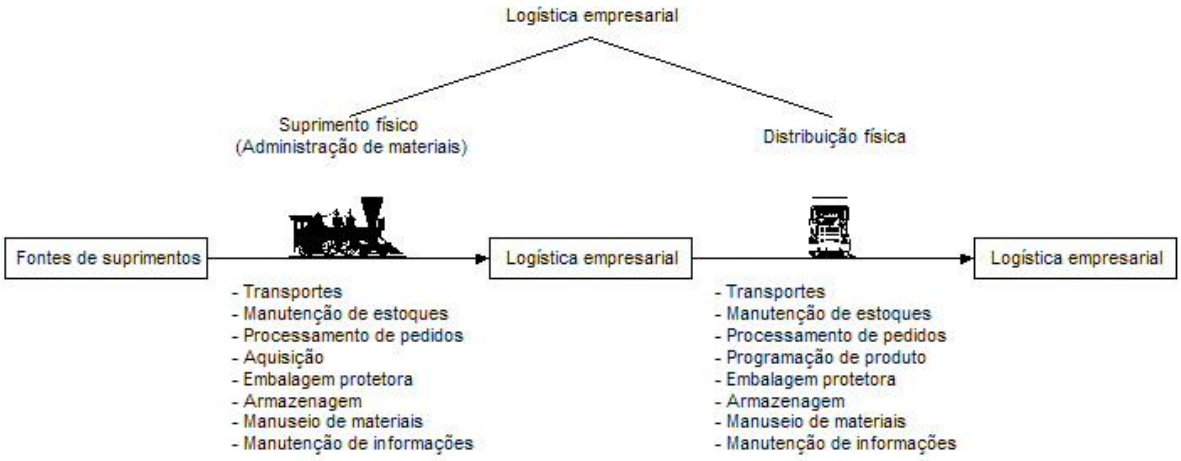

Figura 10 – Atividades em uma cadeia de suprimentos

Fonte: Adaptado de Ronald Ballou, Gerenciamento da cadeia de suprimentos (2001)

Essas atividades se relacionam em uma organização com as atividades de Produção e Marketing, como demonstrado na próxima figura:

Figura 11 – Interfaces da logística com o marketing e a produção

Fonte: Adaptado de Ronald Ballou, Gerenciamento da cadeia de suprimentos (2001)

Deduz-se da ilustração acima que a atividade Logística é de importância vital para uma organização, possuindo uma interdependência bastante significativa com áreas consideradas estratégicas para qualquer empresa.

Serviço ao cliente

Um estudo de LaLonde e Zinszer (1975) identificou os elementos do serviço ao cliente de acordo com o momento em que a transação entre fornecedor e cliente aconteceu, sendo classificados como elementos de pré-transação, transação e pós-transação, detalhados abaixo:

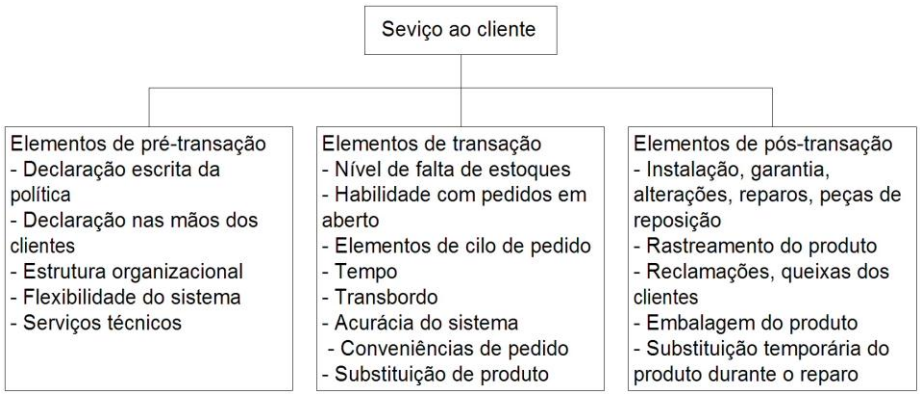

Figura 12 – Elementos do serviço ao cliente

Fonte: Adaptado de Bernard LaLonde e Paul Zinszer , (1975)

Uma breve análise dos elementos é o suficiente para se comprovar que as atividades básicas da logística listadas anteriormente estão intimamente relacionadas ao nível de satisfação dos clientes.

Transportes e custos

Como o projeto enfocado neste trabalho prevê a simulação de apenas dois modais, ferrovia e rodovia, deve-se caracterizá-los de maneira precisa. Todos os modais apresentam vantagem e desvantagens, sendo que a ocasião de uso é o que justifica a conveniência de um modal. Assim são definidos por Ronald Ballou (2001):

Modal ferroviário

A ferrovia é basicamente um transportador de longo curso e um movimentador lento de matéria-prima e produtos manufaturados de baixo valor agregado, com predominância de embarques completos. A vantagem deste modal encontra-se no fato de transportar a grandes distâncias grandes volumes de carga a um preço baixo.

A estrada de ferro tem as características de custo fixo elevado e custo variável relativamente baixo. Os terminais representam altos custos para a ferrovia, por agregarem operações de carregamento, descarregamento, faturamento e cobrança e manobra de trens com múltiplos produtos. As economias de escala são bastante substanciais nesse modal.

Os custos fixos da estrada de ferro incluem basicamente manutenção e depreciação da estrada, a depreciação dos terminais e despesas administrativas, enquanto que os custos variáveis são proporcionais à distância e ao volume.. Existe um grau de invisibilidade em alguns custos, como a mão-de-obra, fazendo com que os custos variáveis por unidade caiam ligeiramente.

Modal rodoviário

O modal rodoviário é um serviço de transporte de produtos acabados ou semi-acabados, com fretes com carregamentos menores que o ferroviário. Mais da metade dos

carregamentos por caminhões são de cargas incompletas. As grandes vantagens do serviço rodoviário estão em seus transportes porta a porta, sem carregamentos ou descarregamentos entre origem e destino, em sua freqüência e em sua disponibilidade. Outra vantagem reside no fato de, em oposição ao serviço ferroviário, ser necessário apenas uma carreta para o início do transporte. Na ferrovia o início da operação geralmente é feito com múltiplos vagões, normalmente em quantidade superior a 20.

Os custos da rodovia são contrastantes com os da ferrovia. Os custos fixos são mais baixos, pois não possuem a estrada na qual operam, a carreta é uma unidade econômica pequena e as operações dos terminais não exigem equipamentos onerosos. Por outro lado, os custos variáveis tendem a ser elevados porque os custos da construção e de manutenção da rodovia são cobrados dos usuários na forma de impostos sobre combustível, de pedágios e taxas sobre o peso.

Estratégia de Estoque

Em contraste com o transporte, a estocagem e o manuseio do produto ocorrem primeiramente nos pontos nodais da cadeia de suprimentos. A estocagem é referenciada como o transporte a zero quilômetro por hora. Os custos de armazenagem e manipulação podem consumir mais de um quarto dos custos logísticos de uma empresa, merecendo assim análise cuidadosa.

Uma empresa usa o espaço de estocagem por quatro razões (BALLOU, 2001):

- Redução dos custos de transporte e produção: Os custos de armazenagem são compensados por uma maior eficiência no transporte e na produção;
- Coordenação de oferta e demanda: O estoque é utilizado para normalizar a produção de um item sazonal, assim como para se proteger das oscilações de preço impostas pelo mercado;
- Necessidade de produção: A armazenagem pode ser uma etapa da produção, como o é para queijos e vinhos, ou para postergar um eventual pagamento de impostos;
- Considerações do marketing: Quando a estocagem é utilizada de forma a atender determinado nível de serviço.

O uso mais evidente das instalações de estocagem é para fornecer proteção e manutenção organizada dos estoques. Na saída, existem as opções de consolidação, consolidando embarques pequenos em embarques maiores; fracionamento de volumes, quando são embarcadas quantidades menores conforme solicitado por clientes; e combinação, quando são feitos carregamentos mistos. Exemplos de cada situação se encontram abaixo:

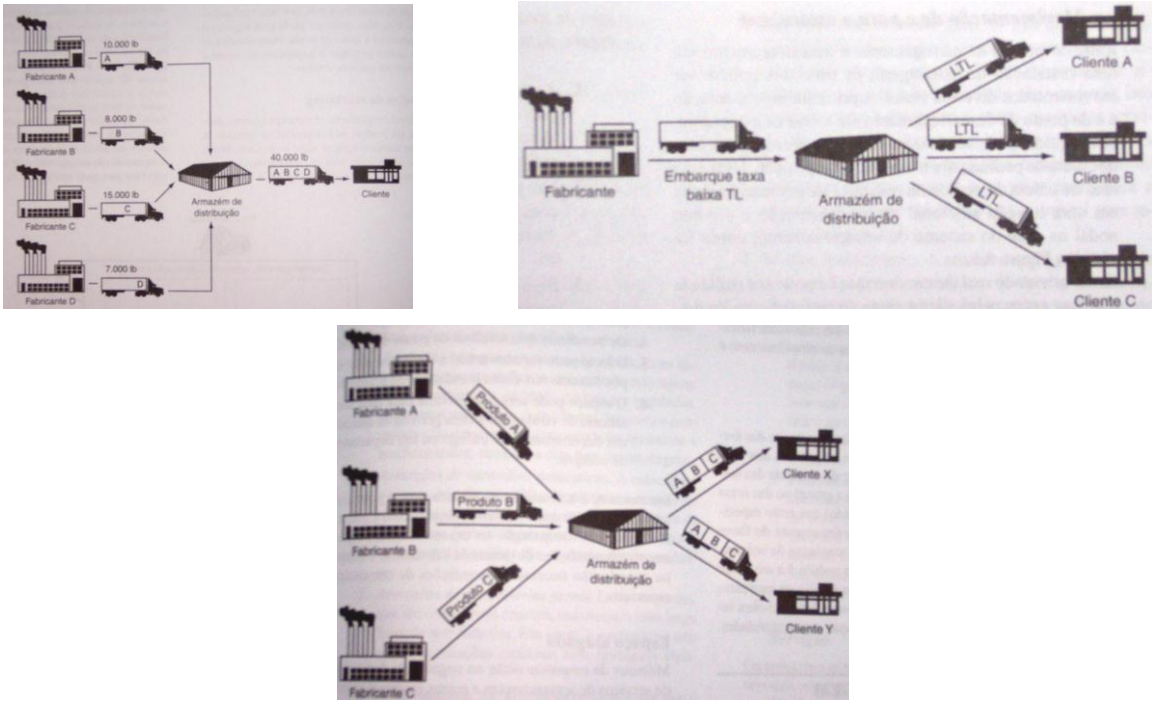

Figura 13 – Uso das instalações de armazenagem

Fonte: Ronald Ballou, (2001)

Capítulo III

DESCRIÇÃO

O plano para este projeto é desenvolver uma metodologia própria, mesclando características dos desenvolvimentos citados anteriormente na revisão bibliográfica. Assim, busca-se uma sinergia capaz de fornecer ao projeto seu andamento mais sólido de maneira a corroborar com as intenções aqui manifestadas e não ignorando as condições de contorno para este caso específico.

O projeto em questão propõe-se a ter, como resultado final da monografia as especificações necessárias para a confecção do jogo logístico aqui proposto. Para se ter uma idéia do que isto significa, temos um quadro metodológico representativo do desenvolvimento completo do *software*:

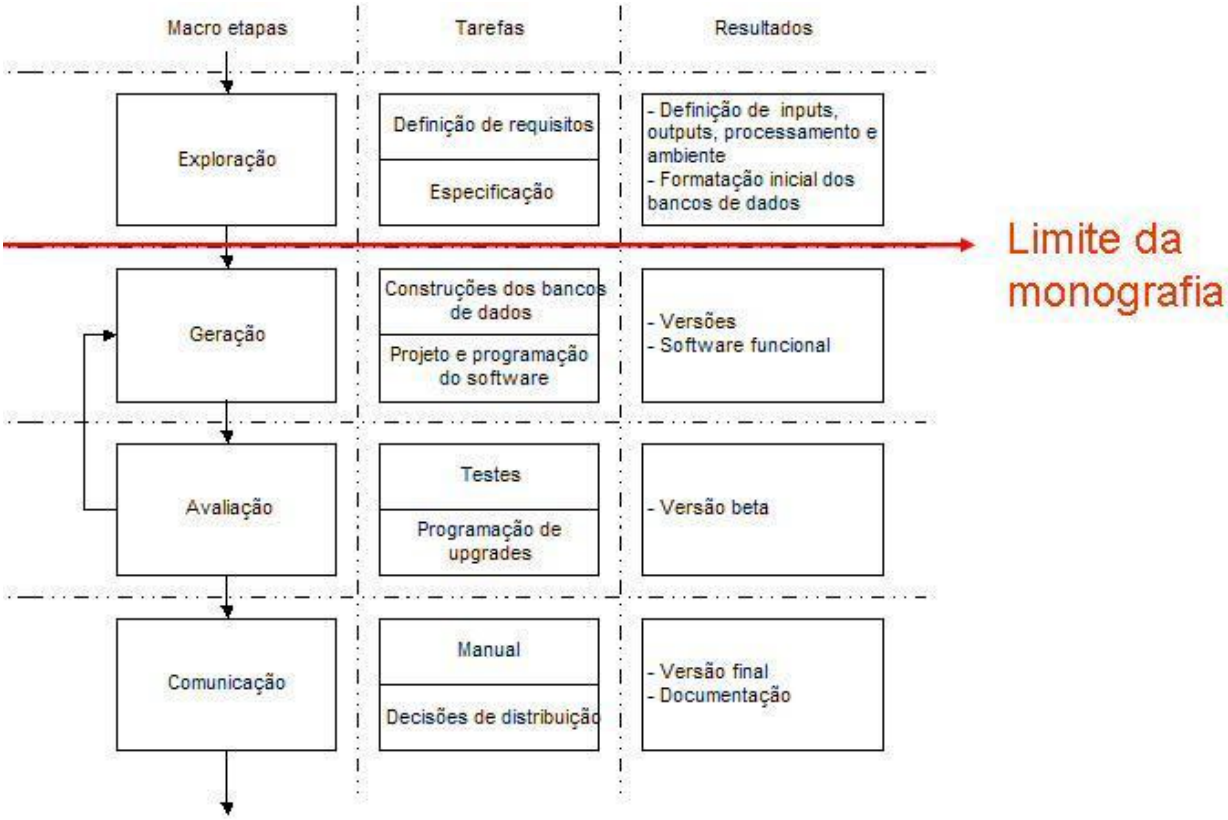

Figura 14 – Metodologia para o desenvolvimento do jogo logístico proposto

Fonte: O autor

Como pode ser observado no quadro anterior, a conclusão deste trabalho implica no término da primeira macroetapa do desenvolvimento do programa, que é a parte de exploração.

3.1 DEFINIÇÃO DE REQUISITOS

No início de um projeto é requerido que se faça uma organização de seus objetivos, e do que é necessário para que estes sejam alcançados. Em se tratando de um problema ainda mal formulado, ainda na fase de Exploração, é vital para o sucesso de um projeto que exista uma direção a seguir, mesmo que esta não seja a definitiva, pois esta visão é o que servirá de "meta" que se deve perseguir.

No intuito de construir o caminho dobre o qual trilhará o projeto, algumas ferramentas foram usadas. A primeira de todas as técnicas foi a árvore de objetivos (CROSS,2000) abaixo:

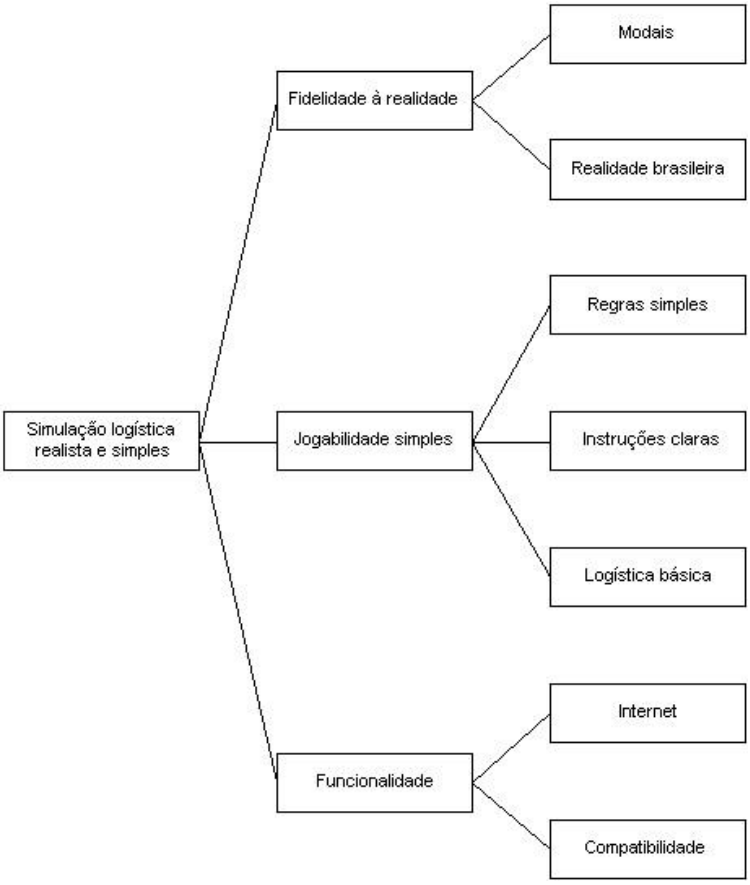

Figura 15 – Árvore de objetivos

Fonte: O autor

Depreende-se desta árvore que o objetivo neste projeto é fornecer uma simulação logística realista e simples, acessível à maioria de seu público-alvo, que neste caso consiste em estudantes e profissionais com formação média ou superior. A idéia é fazer com que o jogo produto da metodologia aqui exposta possa ser na Internet, sendo compatível com os computadores pessoais existentes no mercado.

Pelo lado acadêmico, o interesse deste projeto é retratar a dinâmica da logística brasileira partindo do referencial teórico já explanado neste trabalho, de modo que a simulação ajude aos usuários visualizarem a aplicação da teoria em casos de complexidades variadas.

Outra ferramenta na elaboração dos requisitos é representada pela tabela abaixo, onde vários aspectos desejáveis são delineados e são classificados como sendo ou não essenciais. Dessa maneira temos os requisitos dos quais não se pode abrir mão, enquanto visualizamos alternativas para o futuro.

Essencial?	Requisitos
Sim	Disponível via Internet
Não	Tamanho do aplicativo < 3000 kb
Sim	Simulação de modal rodoviário
Sim	Simulação de modal ferroviário
Não	Simulação de modal aéreo
Não	Simulação de modal aquaviário
Sim	Utilizar malha logística real (Brasil)
Sim	Utilizar tarifas proporcionais
Não	Utilizar tarifas reais
Não	Simulação de inter e multimodalidade
Sim	Duração do jogo: 2 meses ou mais
Sim	Simulação de estoque em armazém/produção
Não	Simulação estoque em trânsito
Não	Simulação de funcionamento de armazéns
Sim	Simulação de cenário de vendas
Não	Simulação de custos internos de empresas (embalagens, pedidos, administração)
Sim	Fabricação de manual de instruções
Não	Instruções em tela
Sim	Malhas de transporte do Sudeste
Não	Malhas de transporte do Brasil

Figura 16 – Tabela de requisitos

Fonte: O autor

3.2 ESPECIFICAÇÕES

Determinados os objetivos e a missão do projeto, é necessário determinar o quê exatamente pretende-se alcançar e como será a dinâmica dos elementos uma vez que o software esteja finalizado. Assim como as metas do projeto, as especificações podem mudar com a evolução do projeto, à medida que os testes ocorrem e se verifica que as alterações são necessárias ou simplesmente oferecem desempenho superior.

Na lógica do software, o desempenho do jogador será avaliado pela razão de dois fatores: lucro e custo logístico. Apesar de limitada, esta abordagem garante um desempenho da aplicação de forma a ampliar o conhecimento dos jogadores acerca da importância do componente logístico nas organizações. Como o foco primário do programa é a logística, cabe explicitarmos o cálculo do custo logístico, dado pela seguinte fórmula (VALLIM FILHO, 2004):

$C= P \times R(V/Q+T) + F/V$, onde:

C = Custo logístico unitário ($/kg)
P = Preço unitário do produto ($/kg)
R = Taxa de juros (% por dia)
V = Lote por viagem (kg/viagem)
Q = Demanda diária (kg/dia)
T = Tempo de viagem (dias)
F = Frete por viagem ($/viagem)

Na primeira parte da fórmula estão representados os custos de estoque, tanto em trânsito quanto estáticos, uma vez que o estoque estático, como definido na literatura, consiste no transporte a zero quilômetro por hora. A segunda parte fornece o custo do transporte para a carga transportada.

Em um primeiro momento, dado que a utilização de dados realistas pode se constituir em uma tarefa de pesquisa de grande magnitude, é sugerido aqui que numa primeira implantação sejam utilizados estimadores, de modo que se consiga obter na versão inicial resultados que, se não são inteiramente realistas, ao menos se mostram consistentes em relação ao referencial teórico.

Um detalhamento maior pode ser obtido quando esmiuçamos o custo logístico. A fórmula do custo logístico, C=P.R(V/Q+T) + F/V, pode, portanto, ser desmembrada, da maneira como se segue:

	Componentes			
	1	2	3	4
P = Preço unitário do produto ($/kg)	Custo fixo	Custo variável	Margem	Produção
R = Taxa de juros (% por dia)	Valor base	F. Mercado		
V = Lote por viagem (kg/viagem)	Envio	Lotação	Demanda	
Q = Demanda diária (kg/dia)	Valor base	F. Mercado	Preço	
T = Tempo de viagem (dias)	Distância	Vel. Modal	Eventualidades	
F = Frete por viagem ($/viagem)	Distância	O. Modal	Custo Transporte	

Figura 17 – Desmembramento da fórmula de custo logístico unitário

Fonte: O autor

E detalhada da seguinte maneira:

P = Preço unitário do produto ($/kg)

Componentes:

Custo fixo (CF): Custo da instalação, será dado em função do tamanho e do tipo da planta escolhida pelo jogador.

Custo variável (CV): Custo da matéria-prima do produto

Margem (ML): Margem de lucro escolhida pelo jogador

Produção (Pro): Produção da planta, decidida pelo jogador

Fórmula: P = (CF/Pro + CV) x ML

R = Taxa de juros (%/dia)

Componentes:

Valor Base de Juros (VBJ): Taxa de juros anual, arbitrária no início do jogo (sugestão: 20% a.a.)

Flutuações de Mercado (FM): Fator de alteração dos juros ao longo do tempo (número aleatório – sugestão: entre 0,95 e 1,1) – Aplicação mensal

Fórmula: R = (VBJ/FM)/360

V = Lote por viagem (kg/viagem)

Componentes:

Envio (E): Tamanho do lote enviado, por decisão do jogador

Lotação (L): Lotação máxima de cada modal (sugestão na tabela seguinte)

Demanda (Q): Demanda do produto no mercado, limitando os envios

Modal	Lotação (kg)
Rodoviário (Mercedez-Benz 2423 K)	26500
Ferroviário (Vagão tipo PES)	74000
Aéreo (Boeing 727)	25200

Figura 18 – Lotação máxima sugerida, por modal

Fontes: Mercedes-Benz, MRS, Boeing

Fórmula: V = E → L e SE → Q

Q = Demanda Diária (kg/dia)

Componentes:

Valor Base de Demanda (VBD): Demanda diária, arbitrária no início do jogo

Flutuações de Mercado (FM): Fator de alteração dos juros ao longo do tempo (número aleatório – sugestão: entre 0,95 e 1,1) – Aplicação mensal

Preço (P): Preço unitário do produto, conforme já especificado. Gera um fator decorrente da variação dos preços praticados. Neste caso P_t representa o preço no turno atual. P_{t-1} representa o preço no turno anterior, exceto na primeira rodada, quando este fator é substituído pelo preço inicial (que é igual ao custo de fabricação, sem margem), constituindo-se assim em um fator limitante da demanda inicial.

Fórmula: $Q = VBD \times FM / (P_t / P_{t-1})$

T = Tempo de viagem (dias)

Componentes:

Distância (D): Distância entra a planta e centros consumidores

Velocidade do Modal (VM): Velocidade padrão de cada modal, conforme tabela de sugestões:

Modal	Velocidade (km / dia)
Rodoviário	330
Ferroviário	180
Aéreo	610

Figura 19 – Velocidade sugerida, por modal

Fonte: Adaptado de Ballou (2001)

Eventualidades (Ev): Fator que representa a ocorrência de eventuais problemas que venham a atrasar a entrega de mercadorias (número aleatório, conforme modal):

Modal	Eventualidades
Rodoviário	1 a 2
Ferroviário	1 a 1,5
Aéreo	1 a 1,3

Figura 20 – Fator de Eventualidades, por modal

Fonte: O autor

Fórmula: T = (D / VM) x Ev

F = Frete por viagem ($/viagem)

Componentes:

Distância (D): Distância entra a planta e centros consumidores

Lotação (L): Lotação máxima de cada modal (sugestão na tabela seguinte)

Custo de Transporte do Modal (CTM): Custos base do modal, para o exemplo do anexo foram utilizados os seguintes valores, não associados a valores de mercado:

Distância (km)	Tarifas / ton ($/ton)		
	Rodoviário	Ferroviário	Aéreo
180	27	25	72
500	55	45	160
1000	90	75	200

Figura 21 – Custos-base em função de modal e distância, no exemplo do anexo

Fonte: O autor

Que, após uma análise de regressão linear, podem ser descritos pelas fórmulas, em função da distância:

Tarifas / ton ($/ton)	
Rodoviário	14,64 + 0,08 x D
Ferroviário	14,23 + 0,06 x D
Aéreo	40,93 + 0,21 x D

Figura 22 – Tarifas do exemplo por modal em função da distância

Fonte: O autor

Fórmula: F = CTM x L / 1000

Esta dinâmica relatada pode ser sintetizada no quadro abaixo:

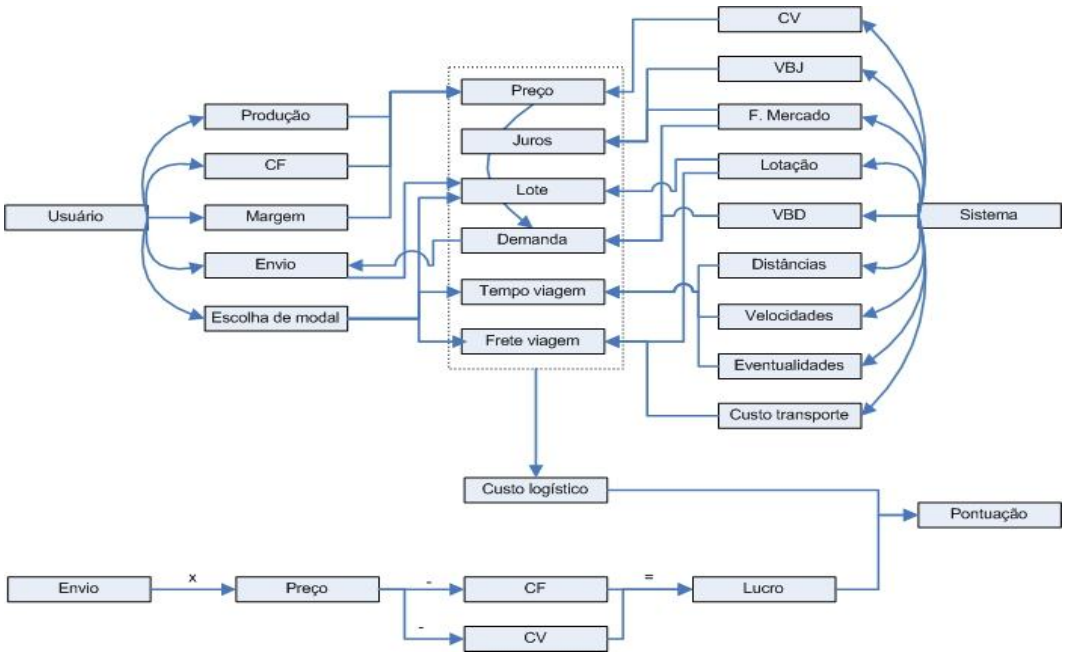

Figura 23 – Macro dinâmica de funcionamento do software

Fonte: O autor

Observa-se neste diagrama a relação dos elementos que compõe o jogo. Sendo um jogo, deve ter o elemento de pontuação como indicador de desempenho, sintetizando o resultado das ações dos jogadores. No caso deste software, a pontuação está ligada ao equilíbrio que o jogador é capaz de fazer entre seus custos de armazenagem e transporte e sua receita de vendas.

Um exemplo do funcionamento desta dinâmica, realizado no Microsoft Excel consta no Anexo I deste trabalho.

Como opção para desenvolvimentos posteriores, pode-se utilizar o recurso de sistemas de apoio, que serão as informações que condicionarão o *input* do usuário. Estes sistemas de apoio se constituem, em um plano ideal, de bancos de dados montados a partir de dados reais. Ilustrados abaixo estão duas concepções modelos de sistemas de apoio. O primeiro deles é o Ambiente. Ele forneceria ao usuário taxas de juros (arbitrária), situação do mercado (crescente, estagnado ou recessivo) e problemas eventuais que por ventura ocorram. Estes influenciarão diretamente o custo dos estoques e a disponibilidade e desempenho dos modais.

O segundo é o sistema de posicionamento de cargas, que tem como *output* a localização dos transportes determinados pelo usuário, condicionada pelas informações do tempo de jogo e pelo *output* do ambiente, sendo alimentado por dados do modal, como a velocidade e pelo sistema de coordenadas, retornando ao usuário as informações e influindo diretamente na pontuação do jogo.

Estes sistemas serão alimentados por uma ou mais bases de dados e estes sistemas podem ter a companhia de alguns outros, à medida que o software vai se refinando e aperfeiçoando.

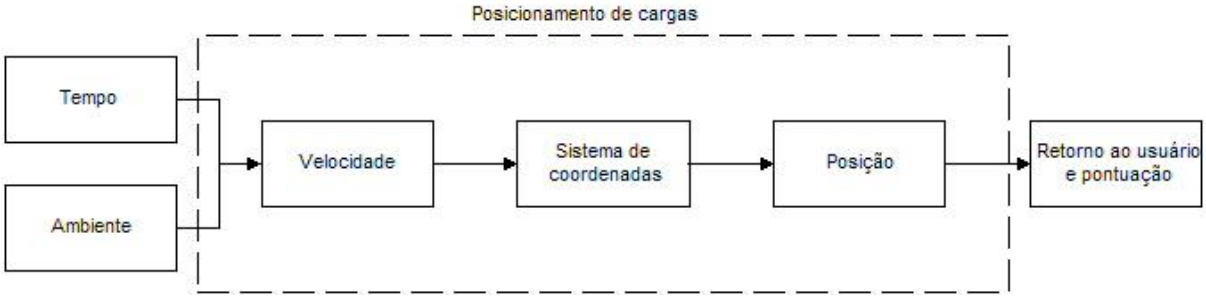

Figura 24 – Sistemas de apoio

Fonte: O autor

Para finalizar a parte de especificações de desenvolvimento futuro do sistema, há também o diagrama de relacionamento dos bancos de dados. Observa-se que os sistemas apresentados acima são suportados por bancos de dados abaixo representados, e seus *inputs* nada mais são que o resultado do cruzamento das informações que podem ser obtidas nas relações demonstradas.

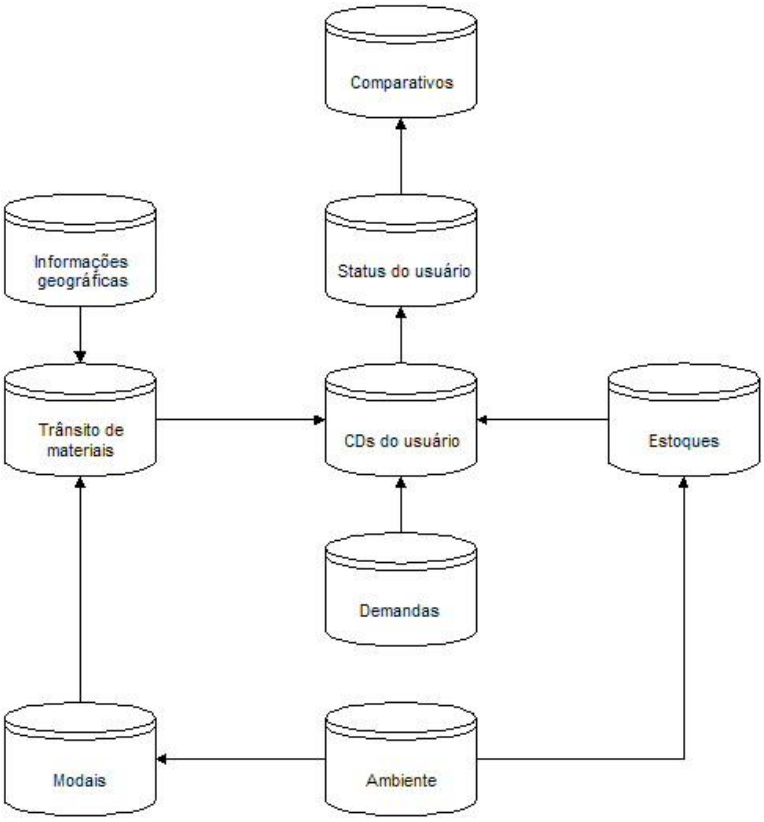

Figura 25 – Relacionamento dos Bancos de dados

Fonte: O autor

Capítulo IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em face das crescentes necessidades logísticas atuais, é necessário, como iniciativa a fim de se manter a competitividade nacional, que se divulgue a importância do planejamento logístico e da teoria que envolve a cadeia de suprimentos nas organizações.

Considerando-se a impossibilidade, por motivos econômicos, da realização da maioria dos testes logísticos no espaço físico, a simulação surge cada vez mais como alternativa, em que as decisões e seus efeitos podem ser observados em um ambiente controlado. Contudo, deve-se salientar que testes em campo ainda possuem grande importância, visto que nem todo fator pode ser incluído na simulação.

Este trabalho configurou-se em uma aplicação em projeto de conteúdos lecionados em várias disciplinas, podendo ser visto como um esforço multidisciplinar. A teoria de projeto de produto foi escolhida como ponto central por ser um dos mais versáteis ramos da Engenharia de Produção e que abre a possibilidades de uso e geração de conhecimentos diversos.

Outra razão por que este projeto foi concebido como produto foi sua eventual aplicação no futuro. A monografia foi idealizada de modo que representa somente a primeira etapa de um projeto de longo prazo, a ser desenvolvido e aperfeiçoado pelo autor.

Portanto, o legado desta monografia consiste na exposição das bases de projeto de desenvolvimento de software logístico, um trabalho que pode também ser utilizado em projetos de discentes que venham a se interessar pelo assunto.

Capítulo V

BIBLIOGRAFIA

1. ARCHER, L. B., 1984, Systematic Method for Designers, 1ª ed., Chichester, Wiley
2. BALLOU, R. H., 2001, Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, 4ª ed. Porto Alegre, Bookman
3. CEL – CENTRO DE ESTUDOS EM LOGÍSTICA, 2000, *Logística Empresarial – A Perspectiva Brasileira*, 1ª ed, Rio de Janeiro, Atlas
4. COPPEAD/UFRJ, "Centro de Estudos em Logística" http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/index2.html (consulta (março/2004)
5. CROSS, N., 2000, *Engineering Design Methods*, 3ª ed., Chichester, John Wiley & Sons
6. FACUNTE, E., 2003, *Delphi – Internet e Banco de Dados*, 1ª ed., São Paulo, Brasport
7. LALONDE, B. J., ZINSZER, P., 1975, Customer Service: Meaning and Measurement, 1ª ed., Chicago, National Councilof Physical Distribution Management
8. NOGUEIRA, F., 2004, Simulação a Eventos Discretos, Apostila, Juiz de Fora
9. PETERS, V., 1998, The Validity of Games, Simulation & Gaming, volume 29
10. SOMMERVILLE, I., 2003, *Engenharia de Software,* 6ª ed. São Paulo, Addison Wesley
11. VALLIM FILHO, A. R. A., 2004, Logística Básica, Apostila, São Paulo