

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**  
(Bacharelado)

**PROTÓTIPO DE UM AMBIENTE PARA APOIO AO ENSINO  
A DISTÂNCIA DE ESTRUTURA DE DADOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À UNIVERSIDADE  
REGIONAL DE BLUMENAU PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA  
DISCIPLINA COM NOME EQUIVALENTE NO CURSO DE CIÊNCIAS DA  
COMPUTAÇÃO — BACHARELADO

**ANDRÉ MOSTIFAGA**

BLUMENAU, JUNHO/2001

2001/1-06

# **PROTÓTIPO DE UM AMBIENTE PARA APOIO AO ENSINO A DISTÂNCIA DE ESTRUTURA DE DADOS**

**ANDRÉ MOSTIFAGA**

ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, FOI JULGADO ADEQUADO  
PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

**BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

---

Prof. Paulo César Rodacki Gomes — Orientador na FURB

---

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do TCC

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Paulo César Rodacki Gomes

---

Prof. Dalton Solano dos Reis

---

Prof. Carlos Eduardo Negrão Bizzotto

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus amigos que estiveram sempre ao meu lado dando a maior força.

Ao professor Paulo César Rodacki Gomes, pelo incentivo, orientação e atenção dispensada durante todo o desenvolvimento do trabalho.

A todos os professores do curso que me ajudaram a chegar até esse momento.

Em especial a minha família a qual eu amo muito.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	VII
LISTA DE QUADROS .....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	IX
RESUMO .....	X
ABSTRACT .....	XI
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 ORIGEM/MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO .....	4
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	4
2 ENSINO A DISTÂNCIA .....	6
2.1 CONCEITOS.....	6
2.2 ABORDAGEM HISTÓRICA.....	7
2.3 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO BRASIL .....	10
2.4 CARACTERÍSTICAS.....	11
2.4.1 SEPARAÇÃO PROFESSOR-ALUNO .....	11
2.4.2 UTILIZAÇÃO DE MEIOS TÉCNICOS .....	12
2.4.3 ORGANIZAÇÃO DE APOIO-TUTORIA .....	12
2.4.4 COMUNICAÇÃO BIDIRECIONAL .....	12
2.4.5 ENFOQUE TECNOLÓGICO.....	13
2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.....	13
2.6 OBJETIVOS DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA .....	15
2.6.1 DEMOCRATIZAR O ACESSO A EDUCAÇÃO.....	15
2.6.2 PROPICIAR UMA APRENDIZAGEM AUTÔNOMA.....	15

2.6.3	PROMOVER UM ENSINO INOVADOR E DE QUALIDADE.....	16
2.6.4	INCENTIVAR A EDUCAÇÃO PERMANENTE .....	16
2.6.5	REDUZIR OS CUSTOS .....	16
2.7	COMPONENTES DO SISTEMA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.....	17
2.7.1	ALUNO.....	17
2.7.2	O DOCENTE .....	17
2.7.3	A COMUNICAÇÃO.....	18
2.7.4	ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO .....	18
2.8	A INTERNET NA EAD.....	19
2.9	EDUCAÇÃO PRESENCIAL E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA .....	21
3	A UNIFIED MODELING LANGUAGE – UML .....	25
3.1	ORIENTAÇÃO A OBJETO .....	25
3.1.1	CARACTERÍSTICAS DAS TÉCNICAS ORIENTADAS A OBJETOS .....	26
3.1.2	CONCEITO DE UML .....	27
3.1.3	VISÕES DO SISTEMA.....	28
3.1.4	DIAGRAMA DE CASO DE USO .....	30
4	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO .....	31
4.1	REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO.....	31
4.2	ESPECIFICAÇÃO .....	32
4.2.1	ESPECIFICAÇÃO DO SITE.....	32
4.2.2	DIAGRAMA DE CASO DE USO .....	34
4.2.3	DIAGRAMA DE INTERAÇÃO .....	35
4.2.4	DIAGRAMA DE CLASSE .....	36
4.3	IMPLEMENTAÇÃO .....	38
4.3.1	TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	38

4.3.2 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO.....	41
5 CONCLUSÕES E EXTENSÃO.....	43
5.1 CONCLUSÃO.....	43
5.2 EXTENSÕES .....	44
ANEXO 1 – CÓDIGO FONTE DA CLASSE GRAFOAPPL.....	45
ANEXO 2 – CÓDIGO FONTE DA CLASSE GRAFO .....	49
ANEXO 3 – CÓDIGO FONTE DA CLASSE FILA .....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - VISÕES DO SISTEMA .....	29
Figura 2 - ELEMENTO BÁSICO DE UM DIAGRMA DE CASO DE USO .....	30
Figura 3 - FERRAMENTA DE MODELAGEM RATIONAL ROSE.....	33
Figura 4 - ESPECIFICAÇÃO DO SITE.....	33
Figura 5 - DIAGRAMA DE CASO DE USO DO SISTEMA.....	35
Figura 6 - DIAGRAMA DE INTERAÇÃO.....	35
Figura 7 - DIAGRAMA DE CLASSES DO SISTEMA.....	37
Figura 8 - TELA INICIAL DA PÁGINA.....	39
Figura 9 - TELA DO ALGORITMO DE BUSCA EM LARGURA.....	39
Figura 10 - TELA DO PROTÓTIPO.....	40
Figura 11 - TELA COM O RESULTADO DA BUSCA.....	41

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – COMPARAÇÃO ENTRE O ENSINO PRESENCIAL E A DISTÂNCIA .....	21
Quadro 2 – COMPARAÇÃO ENTRE O ENSINO PRESENCIAL E A DISTÂNCIA .....	22
Quadro 3 – COMPARAÇÃO ENTRE O ENSINO PRESENCIAL E A DISTÂNCIA .....	22
Quadro 4 – COMPARAÇÃO ENTRE O ENSINO PRESENCIAL E A DISTÂNCIA .....	23

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

UML - Unified Modeling Language

SDK - Software Development Kit

EAD - Educação à Distância

FRM - Fundação Roberto Marinho

OO - Orientado a Objeto

DOU - Diário Oficial da União

## **RESUMO**

O presente trabalho aborda questões relativas a Educação a Distância (EAD), e sua aplicação no aprendizado da disciplina de estrutura de dados do Curso de Ciência da Computação. A partir de um estudo teórico sobre o assunto, é proposta a implementação de um sistema de auxílio ao ensino de Ciência da Computação aplicado à disciplina de Estruturas de Dados II. O protótipo é implementado em Java e HTML, e demonstra algumas das possibilidades de uso de EAD na FURB.

## **ABSTRACT**

The present work deals with the subject of Distant Learning, as well as it's uses as a learning tool for the Data Structures II. After a theoretical study in the first chapters, is proposed an implementation of a learning tool consisting of an web site built on HTML, running Java applets. The site can be used as an auxiliary tool for the teaching of the Data Structures II discipline and demonstrates some of the possibilities of using Distant Learning in the Computer Science bacharelor's course in FURB.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 ORIGEM/MOTIVAÇÃO

De acordo com Scheer (1999), é um fato importante em todas as partes do mundo a necessidade da democratização do saber, da introdução de novas formas de ensino e de aprendizado. Surge a necessidade da criação de novas modalidades de ensino como alternativas para possibilitar o acesso ao ensino superior a um maior contingente populacional, que se encontra fora da forma tradicional de ensino em virtude do número reduzido de vagas, da dificuldade de locomoção para os grandes centros nos quais se encontram as grandes universidades.

Com relação ao marco inicial da educação a distância, é importante citar que a idéia tem amplos antecedentes em programas de tecnologia educativa que, utilizando todos os meios de comunicação disponíveis (rádio, TV, telefone, correspondência, etc.), conseguiram uma resposta afirmativa ao processo de socialização do saber.

Neste sentido, a educação superior a distância, a serviço de um propósito de educação aberta, democrática e permanente poderia, desta forma, ser mais uma alternativa para complementar a função de extensão do ensino superior.

O ensino a distância, tem como marcas principais a flexibilidade e a interdisciplinaridade, uma vez que contém em si as multifacetadas que fazem uno o processo de ensinar e aprender.

Um dos pontos mais atraentes do ensino a distância é a velocidade de comunicação entre o local que gera as atividades de ensino e os estudantes. As técnicas tradicionais de ensino a distância usam telefone e videocassete. As mais novas são amplamente baseadas no uso de computadores, Internet e videoconferência.

Ainda segundo Scheer (1999), a tendência é de mudança para sistemas totalmente digitais, mas estes têm, ainda hoje, problemas de tamanho dos arquivos de dados. Espera-se

que a tecnologia das TVs a cabo juntamente com as transmissões via satélite possibilitarão velocidades maiores num futuro próximo.

No contexto da Universidade Regional de Blumenau, alguns esforços para implementação de educação a distância já foram empregados (Mentec, 2001). O presente documento apresenta uma proposta para a realização de um estudo sobre os requisitos básicos para implementação de ensino a distância utilizando a Internet como veículo para a transmissão do conhecimento.

Com base neste estudo, pretende-se realizar um experimento prático através da implementação de um protótipo de ambiente *Web* para o auxílio didático ao ensino de Ciência da Computação. Tal ambiente deverá auxiliar o processo de ensino, oferecendo, por exemplo, demonstrações e exemplos gráficos, implementados em uma linguagem de programação orientada a objetos, a linguagem Java. Além disso o ambiente *Web* poderia oferecer a possibilidade da criação de grupos de discussão e outros tipos de serviços. Como contextualização, será utilizado o conteúdo da disciplina Estrutura de Dados II ministrada no curso de Ciências da Computação da Universidade Regional de Blumenau. O protótipo, então, será constituído fundamentalmente de uma página *Web* contendo informação teórica sobre grafos, especialmente sobre os algoritmos de busca em largura e busca em profundidade, bem como demonstrações gráficas do funcionamento destes algoritmos.

Para especificação dos componentes escritos em Java do protótipo, será utilizada *Unified Modeling language* (UML). De acordo com Furlan (1998), a *Unified Modeling Language* (UML) vai além de uma simples padronização em busca de uma notação unificada, uma vez que contém conceitos novos, que não são encontrados em outros métodos orientados a objetos. A *UML* recebeu influência das técnicas de modelagem de dados (diagrama de entidade e relacionamento), modelagem de negócio (*work flow*), modelagem de objetos e componentes, e incorporou idéias de vários autores, dentre eles Peter Coad e Derek Coleman.

Para implementação das demonstrações de algoritmos, pretende-se utilizar os Java *applets*. Os *applets* Java podem ser usados para o desenvolvimento de aplicações *Web* interativas, com recursos gráficos inclusive. No contexto do presente trabalho os *applets* Java vão exibir graficamente em uma página *Web* a estrutura topológica de grafos e a execução de algoritmos nestes grafos. Pode-se, por exemplo, mostrar graficamente a execução passo a

passo dos algoritmos de busca em largura e busca em profundidade em grafos. Para tal, há a necessidade do uso de técnicas de computação gráfica interativa, tais como sistemas de coordenadas, transformações geométricas (projeções), estruturas de dados para topologia e geometria de objetos gráficos, e outras.

De acordo com Persiano (1989), a computação gráfica é a área da computação que estuda a geração, manipulação e interpretação de imagens por meio de computadores, e está subdividida em três grandes subáreas:

- a) síntese de imagens: que se ocupa da produção e representação visual a partir das especificações geométrica e visual de seus componentes;
- b) processamento de imagens: que envolve as técnicas de transformação de imagens;
- c) análise de imagens: que busca obter a especificação dos componentes de uma imagem a partir de sua representação visual.

Além de recursos gráficos, os *applets* Java tem uma tecnologia amplamente aceita e utilizada, possui código aberto e gratuito, o qual pode ser encontrado em Sun (2001). Ao final, será feita uma avaliação da tecnologia usada com relação a sua viabilidade técnica e econômica.

O Java é uma linguagem de programação que fornece os alicerces para o desenvolvimento de aplicativos da internet (Ingram, 1997). Para isso, o Java utiliza os *applets*, programas executados como partes de uma página da *Web* e exibidos em um navegador capaz de aceitar o Java. A versão mais recente do Java SDK (*Software Development Kit*) possui bibliotecas específicas para a criação, manipulação e exibição de entidades gráficas 2D e 3D, dentro de páginas *web* (SUN, 2001). O uso destas bibliotecas pode então viabilizar a implementação de demonstrações gráficas interativas de algoritmos estudados nas disciplinas do curso de Ciências da Computação, tais como o algoritmo de busca em largura em grafos, por exemplo.

## 1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo principal deste trabalho é realizar um estudo sobre os requisitos básicos para implementação de ensino à distância, para o auxílio ao ensino de estrutura de dados.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) apresentar um levantamento sobre os requisitos básicos para a implementação de ensino a distância utilizando a Internet;
- b) desenvolver um protótipo de sistema de auxílio ao ensino a distância aplicada à disciplina de Estrutura de Dados II, utilizando *applets* Java para a implementação de demonstrações gráficas interativas de alguns algoritmos estudados nesta disciplina, tais como os algoritmos de busca em largura e busca em profundidade em grafos.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi dividido em cinco capítulos, descritos a seguir.

O primeiro capítulo, define os objetivos do trabalho, apresentando a justificativa para seu desenvolvimento.

O segundo capítulo, apresenta uma visão geral sobre o ensino a distância, mostrando conceitos, tipos, problemas e utilidades dos mesmos.

O terceiro capítulo, trata Orientação a Objetos (conceitos básicos das técnicas de Orientação a Objetos). Neste capítulo, trata-se também sobre *UML*, seus conceitos e seus diagramas dando ênfase ao diagrama de casos de uso e o diagrama de classe que foram utilizados na especificação do protótipo.

O quarto capítulo, apresenta o desenvolvimento do trabalho, mostrando a especificação e o protótipo do trabalho.

Já o quinto capítulo apresenta as conclusões, limitações e sugestões para serem implementadas e aprimoradas.

## **2 ENSINO A DISTÂNCIA**

### **2.1 CONCEITOS**

Entende-se por ensino a distância o acesso ao conhecimento, constituído numa certa disciplina, sem restrições de espaço e de tempo, ou seja, sem a necessidade da presença física num certo local e numa certa hora. O ensino a distância já é utilizado há muitos anos como alternativa ao ensino tradicional, normalmente por razões de dificuldade de acesso à instituição de ensino. Atualmente, devido ao aparecimento de um conjunto de tecnologia, maioritariamente baseadas na Internet, o ensino a distância tem vindo a assumir-se como uma forma complementar de educação, com especial interesse para o ensino universitário.

Educação a distância é um conjunto de métodos, técnicas e recursos, postos a disposição de populações que desejam estudar em regime de auto-aprendizagem, com o objetivo de adquirir formação e qualificação dentro de um bom nível.

Segundo Dohmem (1967) apud Landim (1997), educação a distância é uma forma sistematicamente organizada de auto-estudo, onde o aluno se instrui a partir do material que lhe é apresentado; onde o acompanhamento e a supervisão do sucesso do aluno são levados a cabo por um grupo de professores. Isto é possível à distância, através da aplicação de meios de comunicação capazes de vencer essa distância, mesmo longa. O oposto de educação a distância é a educação direta ou educação face a face: um tipo de educação que tem lugar com o contato direto entre professores e alunos.

Segundo Holmberg (1977) apud Landim (1997), a expressão “Educação a Distância” cobre as distintas formas de estudo em todos os níveis que não se encontram sob a contínua e imediata supervisão dos tutores, presentes com seus alunos na sala de aula, mas, não obstante, se beneficiam do planejamento, orientação e acompanhamento de uma organização tutorial.

De acordo com Wedemeyer (1981) apud Landim (1997), educação a distância é uma modalidade de educação em que o aluno está à distância do professor grande parte do tempo ou todo o tempo, durante o processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Ibáñez (1984 e 1986) apud Landim (1997), definir o ensino a distância em função de que não é imprescindível que o professor esteja junto do aluno não é de todo exato, embora seja um traço meramente negativo. Na educação a distância, a relação didática tem um caráter múltiplo. Há que se recorrer a uma pluralidade de vias.

Segundo Sarramona (1991) apud Landim (1997), educação a distância é uma metodologia de ensino em que as tarefas docentes acontecem em um contexto distinto das discentes, de modo que estas são, em relação as primeiras, diferentes no tempo, no espaço ou em ambas as dimensões ao mesmo tempo.

Segundo Aretio (1994) apud Landim (1997), a educação a distância é um sistema tecnológico de comunicação bidirecional que pode ser massivo e que substitui a interação pessoal, na sala de aula, de professor e aluno, como meio preferencial de ensino, pela ação sistemática e conjunta de diversos recursos didáticos e pelo apoio de uma organização e tutoria e propiciam a aprendizagem independente e flexível dos alunos.

Finalmente, segundo Neto (1991), a EAD proporciona a disseminação e democratização do conhecimento, amplia o acesso à educação, permitindo uma condição de vida pessoal e social humana. O povo carente de uma educação conscientizadora continua trabalhando muito e usufruindo pouco dos bens ofertados pela sociedade de consumo. A EAD incrementa o desenvolvimento cultural e a cidadania além de proporcionar uma formação crítica aos alunos, para que possam questionar os valores políticos e sociais.

O presente trabalho considera o ensino a distância como uma forma de complementar o ensino presencial realizado em sala de aula na Universidade Regional de Blumenau, mais especificamente na disciplina de Estruturas de Dados II do curso de Ciência da Computação.

## **2.2 ABORDAGEM HISTÓRICA**

Encontram-se em vários autores referências a civilizações antigas, pesquisadas no intuito de se buscar fatos que se possam definir como origem do ensino por correspondência, embrião da atual Educação a Distância (EAD). Pode-se citar, por exemplo, pela sua universalidade, o ensino e a difusão do cristianismo. Desde o primeiro século, os padres da igreja ditavam suas obras (catequéticas, por excelência, ainda também de controvérsias e

refutações) a seus estenógrafos, que, juntamente com os copistas, se encarregavam de multiplicá-las, com a finalidade de ensinar e divulgar a boa nova do Messias de Belém. Toda a África do Norte, o Oriente Próximo e a Europa geraram e trocaram estes exemplares, lidos, estudados, explicados e até avaliados, no caso dos catecúmenos e dos interrogatórios de mártires, por exemplo. As cartas patrísticas são um eloqüente testemunho de ensino a distância, se tomada a expressão no seu sentido largo.

Mensagens escritas, portanto, constituíram-se na primeira forma de estabelecer comunicação, quando a distância não permitia o encontro dos interlocutores.

No entanto experiências educativas a distância já existiram no final do séc. XVIII e se desenvolveram com êxito no final do séc. XIX, mas os trabalhos teóricos sobre a educação a distância começaram a aparecer na segunda metade deste século. Rudolf Manfred Delling registrou o trabalho de Riechert publicado em 1959 na Republica Democrática Alemã com o título de *Schreiben, Lehren und Verstehen* (“Escrever, Ensinar e Compreender”), baseado na experiência da Escola de Mineiros de Freiburg e na Escola de Economia de Berlin – Karlschort. Em 1962 apareceu a tradução alemã de um estudo publicado na Suécia e intitulado *Lund Universitets Arsskrift* e que durante muito tempo foi considerado como o único trabalho científico sério neste campo. Seu autor é Borje Holmberg e o título da tradução é “Sobre os métodos do ensino por correspondência”.

No sentido fundamental da expressão, EAD é algo bastante antigo. Nesse sentido fundamental, como vimos, EAD é o ensino que ocorre quando o ensinante e o aprendente (aquele a quem se ensina) estão separados (no tempo ou no espaço). Obviamente, para que possa haver EAD, mesmo nesse sentido fundamental, é necessário que ocorra a intervenção de alguma tecnologia (Chaves, 1999).

A primeira tecnologia que permitiu o EAD foi a escrita. A tecnologia tipográfica, posteriormente, ampliou grandemente o alcance de EAD. Mais recentemente, as tecnologias de comunicação e telecomunicações, especialmente em sua versão digital, ampliaram ainda mais o alcance e as possibilidades de EAD.

A invenção da escrita possibilitou que as pessoas escrevessem o que antes só podiam dizer e, assim, permitiu o surgimento da primeira forma de EAD: o ensino por

correspondência (Chaves, 1999). As epístolas do Novo Testamento (destinadas a comunidades inteiras), que possuem nítido caráter didático, são claros exemplos de EAD. Seu alcance, entretanto, foi relativamente limitado – até que foram transformadas em livros.

De acordo com Chaves (1999), o livro é, com certeza, a tecnologia mais importante na área de EAD antes do aparecimento das modernas tecnologias eletrônicas, especialmente a digital. Com o livro (mesmo que manuscrito) o alcance do EAD aumentou significativamente em relação à carta.

Com o aparecimento da tipografia, entretanto, o livro impresso aumentou exponencialmente o alcance do EAD. Especialmente depois do aparecimento dos sistemas postais modernos, rápidos e confiáveis, o livro tornou-se o foco do ensino por correspondência, que deixou de ser epistolar. Mas o livro, seja manuscrito, seja impresso, representa o segundo estágio do EAD, independentemente de estar envolvido no ensino por correspondência, pois ele pode ser adquirido em livrarias e através de outros canais de distribuição. Com o livro impresso temos, portanto, a primeira forma de EAD.

Segundo Chaves (1999), o surgimento do rádio, da televisão e, mais recentemente, o uso do computador como meio de comunicação vieram dar novas dinâmicas ao ensino a distância. Cada um desses meios introduziu um novo elemento ao EAD:

- a) rádio permitiu que o som (em especial a voz humana) fosse levado a localidades remotas. Assim, a parte sonora de uma aula pode, com o rádio, ser remotizada. O rádio está disponível desde o início da década de 20, quando a KDKA de Pittsburgh, PA, tornou-se a primeira emissora de rádio comercial a operar.
- b) a televisão permitiu que a imagem fosse, junto com o som, levada a localidades remotas. Assim, agora uma aula quase inteira, englobando todos os seus componentes audiovisuais, pode ser remotizada. A televisão comercial está disponível desde o final da década de 40.
- c) computador permitiu que o texto fosse enviado ou fosse buscado com facilidade em localidades remotas. O correio eletrônico permitiu que as pessoas se comunicassem assincronamente, mas com extrema rapidez. Mais recentemente, o aparecimento de “*chats*” ou “bate-papos” permitiu a comunicação síncrona entre

várias pessoas. E, mais importante, a *Web* permitiu não só que fosse agilizado o processo de acesso a documentos textuais, mas hoje abrange gráficos, fotografias, sons e vídeo. Não só isso, mas a *Web* permitiu que o acesso a todo esse material fosse feito de forma não-linear e interativa, usando a tecnologia de hipertexto. O primeiro computador foi revelado ao mundo em 1946, mas foi só depois do surgimento e do uso maciço de microcomputadores (que apareceram no final de 1977) que os computadores começaram a ser vistos como tecnologia educacional. A Internet, embora tenha sido criada em 1969, só explodiu no mercado mesmo nos últimos cinco anos, quando foi aberta para uso comercial (pois antes servia apenas a comunidade acadêmica).

A convergência de todas essas tecnologias em um só mega-meio de comunicação, centrado no computador, e, portanto, interativo, permitiu a realização de conferências eletrônicas envolvendo componentes audiovisuais e textuais.

## **2.3 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO BRASIL**

Há muito a educação a distância tem sido utilizada como meio adequado para a promoção de procedimentos de capacitação e formação profissional a distância. Embora a pouca valorização social dada aos cursos técnicos por correspondência, é inegável que têm cumprido, na falta de outras referências mais modernas, um papel muito importante na educação técnica informal no Brasil, notadamente no que se refere a o acesso de milhares de cidadãos das pequenas cidades do interior do país e das áreas marginalizadas das grandes cidades.

Segundo Stringari (1993), superando este estágio inicial, a educação a distância no Brasil tem assumido diversas modalidades. O projeto Minerva, por exemplo, do serviço de Radiodifusão do MEC, foi lançado oficialmente em setembro de 1970, com uma programação que atendia às normas da portaria 408. Em cadeia com todas as emissoras de rádio, o projeto Minerva manteve com êxito inúmeros cursos do antigo madureza ginásial.

A experiência pioneira no Brasil em televisão educativa é devida à TV Cultura de São Paulo. Adquirida pelo governo, ela passou a ser utilizada pela Fundação Anchieta, criada por

lei estadual em 1967, com o objetivo de promover atividades culturais e educacionais, através do rádio e TV (Stringari, 1993).

A Fundação Roberto Marinho, funciona desde 1977, com telecursos de 2º grau e em colaboração com a Fundação Anchieta. Por se tratar de iniciativa privada, a FRM (Fundação Roberto Marinho) tem maior facilidade para agilizar recursos, e o que proporciona ensino a custo baixíssimo.

Segundo Stringari (1993), seu esquema de entrosamento nos Estados, Território e Distrito Federal permite compatibilizar datas de exames, conteúdos programáticos, assistência aos teleducandos através dos centros de educação supletiva. A FRM realiza também pesquisas para aferir os resultados, tendo ainda a vantagem adicional de gerar e produzir para todo o Brasil.

## **2.4 CARACTERÍSTICAS**

Segundo Landim (1997), dos diversos conceitos de Educação a distância, de eminentes estudiosos, podem ser destacadas as características mais marcantes desta modalidade educativa, que serão, brevemente explicitadas.

### **2.4.1 SEPARAÇÃO PROFESSOR-ALUNO**

O docente não se faz presente, mas transmite saberes ao aluno, suscita sua aprendizagem por intermédio do planejamento da instrução, do qual participou, e dos recursos didáticos que elaborou.

Em alguns cursos na modalidade de EAD, há previsão de momentos presenciais em que o aluno tenha contato direto com o docente/tutor para dirimir dúvidas e/ou receber explicações complementares e participar de momentos de avaliação.

O acompanhamento do aluno, durante todo o processo ensino-aprendizagem, desenvolvido pela instituição de ensino e pelo professor/tutor, é indispensável e supera o fator separação/distância, proporcionando a quem aprende a certeza de não estar sozinho.

## 2.4.2 UTILIZAÇÃO DE MEIOS TÉCNICOS

Na atualidade, não há distâncias nem fronteiras para o acesso à informação e à cultura.

Os recursos técnicos de comunicação (impressos, áudio, vídeos, informativos), acessíveis a boa parte da população, têm possibilitado o grande avanço da Educação a Distância e se convertido em propiciadores da igualdade de oportunidades de acesso ao saber e da democratização das possibilidades de educação.

Vale destacar que, apesar dos avanços tecnológicos o material didático impresso continua sendo o meio principalmente usado em cursos de EAD, a escolha e a utilização dos recursos didáticos em programas de EAD dependem do diagnóstico da população alvo e do planejamento da instrução previamente estabelecido.

## 2.4.3 ORGANIZAÇÃO DE APOIO-TUTORIA

É capaz de uma pessoa, dispondo de bons recursos didáticos auto-instrucionais, seja capaz de aprender sozinha. Tem-se conhecimento de autodidatas que alcançaram projeção e sucesso socioprofissional.

A Educação à Distância pode ser situada entre a educação presencial (face a face) e a solitária (autodidata), pois conta com uma instituição de ensino que tem por finalidade apoiar o aluno, motivando-o, facilitando e avaliando continuamente sua aprendizagem.

Enquanto na educação presencial há uma relação de responsabilidade estabelecida entre professor/aluno, na educação a distância ocorre a relação instituição/aluno.

## 2.4.4 COMUNICAÇÃO BIDIRECIONAL

Segundo Landim (1997), na EAD, o aluno não é um simples receptor de mensagens educativas e conteúdos planejados, produzidos e distribuídos por um centro docente, sem possibilidade de esclarecimento e orientações.

A atividade educativa, como processo de comunicação, é bidirecional, com o conseqüente *feed-back* entre docente e aluno. O diálogo consubstancia, assim, a otimização do ato educativo.

O aluno pode responder às questões que lhe são propostas nos materiais instrucionais, assim como pode propor um diálogo com o seu tutor, enriquecendo sua atividade de aprendizagem.

O diálogo também pode ser simulado por intermédio da conversação didática guiada entre docente e aluno, proporcionada pelos materiais de estudo.

A intensidade da comunicação bidirecional pode tornar os programas de EAD mais ou menos distantes de seus destinatários, devendo ser dirigida com o maior empenho para que esta distância tenha o menor significado e influência possível.

### **2.4.5 ENFOQUE TECNOLÓGICO**

A educação é otimizada pela tecnologia quando vista sob uma concepção processual planejada, científica, sistemática e globalizadora.

O planejamento sistemático institucional e pedagógico é imprescindível aos sistemas a distância, onde a correção de problemas, quando surgem, não pode ser feita de imediato.

Em EAD, não podem ocorrer a improvisação no planejamento e na execução de um programa e a descoordenação entre os diversos recursos pessoais e materiais de um sistema multimídia, pois a retroalimentação do sistema não se dá prontamente, havendo, portanto, desvios e sérios prejuízos para os alunos.

## **2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

Segundo Landim (1997), de uma maneira geral, vários intervenientes no ensino universitário, tem reconhecido que a adoção de uma infra-estrutura de ensino a distancia, complementar ao ensino tradicional, é essencial para garantir a qualidade do ensino, porque permite desenvolver as capacidades de competitividade, literária e tecnológica, apetência multicultural, gestão da complexidade e qualidade da informação e criatividade dos aluno.

A aquisição de conhecimento num processo de aprendizagem compreende três partes: acesso a informação (geral e especializada), interação humana (fundamental para a aquisição

de alguns conceitos), e ferramentas de treino. O ensino a distância tem vindo a evoluir no sentido de acomodar estes três aspectos. A edição de aulas na Internet é um exemplo do primeiro componente, e a utilização de tecnologia de comunicação via Internet viabiliza a interação humana. Dependendo da disciplina do conhecimento, são já inúmeros os exemplos que permitem a exploração e o treino on-line de ferramentas, usualmente existem apenas nos discos locais dos laboratórios dos alunos.

Vantagens associadas a uma infra-estrutura de ensino a distância num campus universitário:

- a) acessibilidade a cursos em outros locais (universidades, centros de investigação, empresas);
- b) acessibilidade a peritos e professores especializados em áreas específicas;
- c) acessibilidade a cursos proibitivos por restrições orçamentais;
- d) acessibilidade a informação remota, recursos diversos (imagens, software, notícias da área, conferências);
- e) acessibilidade a independência da plataforma de trabalho;
- f) acessibilidade a aprendizagem cooperativa para além do país e cultura de origem;
- g) alunos e professores tornam-se produtores ativos de conhecimento;
- h) desenvolvimento de conhecimento crítico e trabalho de equipe, promovendo ambientes multidisciplinares e multiculturais;
- g) aprofundamento da literacia tecnológica.

Desvantagens associadas a uma infra-estrutura de ensino a distância num campus universitário:

- a) custo de desenvolvimento;
- b) custo de equipamento;
- c) aumento do tempo de acesso;
- d) gestão da navegação na Internet;
- e) gestão da atualização e da qualidade do material disponível;

- f) custo de acesso à Internet (por exemplo de casa dos alunos);
- h) excessiva ausência de encontros pessoais.

## **2.6 OBJETIVOS DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

Segundo Landim (1997), na especificação de tais objetivos, podem ser distinguidos os gerais – que dizem respeito às instituições de EAD – e os mais específicos – intimamente relacionados aos fatores que propiciaram o desenvolvimento desta modalidade educativa.

### **2.6.1 DEMOCRATIZAR O ACESSO A EDUCAÇÃO**

- a) oferta da educação para todos;
- b) atendimento aos alunos dispersos geograficamente e residentes em locais onde não haja instituições convencionais de ensino;
- c) igualdade de oportunidades educativa, de modo especial para as pessoas que não puderam iniciar ou concluir seus estudos;
- d) permanência dos alunos no seu meio cultural e natural, evitando êxodos que incidem negativamente no desenvolvimento regional.

### **2.6.2 PROPICIAR UMA APRENDIZAGEM AUTÔNOMA**

- a) formação fora do contexto de sala de aula;
- b) aquisição pelos alunos de atitudes, interesses e valores que lhes propiciem mecanismos indispensáveis para se autodeterminarem, levando-os a conscientização da importância da aprendizagem permanente;
- c) os alunos são sujeitos ativos de sua formação e o professor, seu orientador e facilitador;
- d) aprendizagem relacionada às experiências dos alunos, as suas vidas profissionais e sociais, sem afastamento de seu local de trabalho;

- e) proposta de independência de critério, capacidade para pensar, trabalhar e decidir por si mesmo, com satisfação pelo esforço pessoal.

### **2.6.3 PROMOVER UM ENSINO INOVADOR E DE QUALIDADE**

- a) diversificação e ampliação das ofertas de estudos e cursos regulares ou não;
- b) sistema educativo inovador, por sua sistemática e recursos didáticos instrucionais e de multimídia e papéis previstos para alunos e professores, desenvolvido em casa, no trabalho ou em centros locais adequados;
- c) comunicação bidirecional freqüente como garantia para uma aprendizagem dinâmica e inovadora;
- d) combinação adequada da centralização da produção e da direção do ensino com a descentralização, quando necessário, por intermédio de centros de apoio, associados ou regionais;
- e) garantia de qualidade do ensino, pelo planejamento acurado da instrução e pela elaboração de recursos didáticos por especialistas de comprovada competência em cada assunto;
- f) freqüentes avaliações do próprio sistema para diagnosticar, analisar e mensurar o alcance dos objetivos da instituição e dos cursos ministrados.

### **2.6.4 INCENTIVAR A EDUCAÇÃO PERMANENTE**

- a) satisfação da crescente demanda e das aspirações dos mais diversos grupos com a promoção de atividades de extensão educacional e cultural;
- b) oferta de adequadas estratégias e instrumentos para a formação permanente, para a reciclagem e para o aperfeiçoamento profissionais.

### **2.6.5 REDUZIR OS CUSTOS**

- a) custos iniciais altos com a produção de materiais instrucionais e de apoio e toda a sistemática operacional, compensados com a economia em escala;

- b) rentabilidade dos sistemas de EAD, situando-os quando muito, em 50% dos gastos médios do sistema tradicional de ensino.

## **2.7 COMPONENTES DO SISTEMA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

Segundo Landim (1997), são privilegiados quatro componentes ou elementos básicos que se integram no sistema de EAD, e cujas características e/ou funções são substancialmente diferentes das dos análogos dos sistemas convencionais: o aluno, o docente, a comunicação entre ambos e a estrutura organizacional em que se integram.

### **2.7.1 ALUNO**

O aluno é o elemento básico e central de todo o processo educativo, destinatário do mesmo e em função de que se estrutura o processo. Faz-se indispensável, portanto, ao bom desempenho da ação de educar, conhecer o desenvolvimento psicológico, os estilos de aprendizagem, as motivações, etc. do aluno.

Geralmente os programas de EAD não se destinam a crianças, mas a adultos, que já trazem consigo competências, conhecimentos, vivências, experiências, hábitos, atitudes, interesses e expectativas, que devem ser levadas em consideração.

O aluno não é um receptor passivo de mensagens educativas. Ao estudar e ao aprender a distância, terá que percorrer a maior parte do processo de forma autônoma e independente desenvolvendo o autodidatismo.

### **2.7.2 O DOCENTE**

Da formação, da capacidade e das atitudes de seus docentes depende a eficácia das instituições educativas. A EAD é conduzida por alguém que está afastado do aluno no espaço e, às vezes, no tempo, por isto, quem planeja a instrução deve fazê-lo de forma a oferecer aos alunos todas as condições para que a instrução possa ocorrer.

Não há contato direto docente/aluno na EAD. A docência deverá motivar e possibilitar a aprendizagem independente e autônoma do aluno. Há necessidade de um processo tecnológico, especialmente para o planejamento prévio, muito mais depurado e cuidadoso do que o das instituições presenciais.

### **2.7.3 A COMUNICAÇÃO**

Já que EAD é e exige um processo específico de comunicação, não se pode aceitar como educador quem não seja um bom comunicador, tornando-se necessário, portanto, escolher a melhor teoria da comunicação para fundamentá-la.

Quando uma ou mais pessoas colocam seu saber, suas idéias, suas experiências em comum, outras participam das mesmas. A necessidade de comunicação leva o ser humano a se relacionar com os demais. Sem a comunicação não é possível que se faça educação, na qual o emissor (o docente) coloca à disposição dos receptores (alunos) uma mensagem educativa através de um canal, que permite emitir/receber a mensagem simultânea ou posteriormente à sua emissão. O *feed-back* completa o circuito comunicativo, transformando o receptor em emissor, iniciando-se, assim, a seqüência de comunicação.

### **2.7.4 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO**

De acordo com Landim (1997), uma instituição que desenvolva atividades de EAD deve ter uma estrutura básica e uma organização que garantam a eficiência de sua atuação, e que disponham das seguintes unidades e funções:

- a) unidade de produção de materiais, que contará com especialistas em conteúdos e em programação e elaboração didático-pedagógica de materiais;
- b) unidade de atribuição de materiais, com a função de fazer chegar, de forma pontual, aos alunos geograficamente dispersos, os materiais didáticos e de apoio;
- c) processos de comunicação, que mereçam grande atenção das instituições, com o objetivo de coordenar e garantir o funcionamento dos mais diversos meios de comunicação bidirecional;

- d) coordenação do processo de orientação da aprendizagem, necessária em função da diversidade de agentes que intervêm no processo: produtores de materiais, responsáveis pelo processo ensino-aprendizagem, tutores e, por sua vez, avaliadores;
- e) avaliação a distância ou presencia, em que são utilizadas estratégias diversa das adotadas na educação presencial, devendo-se determinar as instâncias próprias para seu funcionamento adequado.

## 2.8 A INTERNET NA EAD

Com a popularidade da internet, o uso do computador como meio de interação e remessa de materiais na EAD só tem aumentado. Como tecnologias primárias para EAD se colocam o correio eletrônico (*e-mail*), os mecanismos de colaboração via rede de computadores (*chat e conferências*). De uma forma geral, as principais tecnologias computacionais disponíveis atualmente são:

- a) correio eletrônico: O correio eletrônico é um meio fácil e barato de comunicação professor-aluno. Pode-se estruturar cursos inteiros usando somente este meio de comunicação. Por certo, é interessante lançar mão de outras tecnologias como áudio e vídeo para enriquecer ou complementar os conteúdos. As vantagens da comunicação via *e-mail* incluem a versatilidade e conveniência do acesso a qualquer hora e qualquer lugar. O correio eletrônico é uma comunicação dita assíncrona, que não é realizada simultaneamente pelo emissor e pelo receptor;
- b) “bate papo” (*chat*): é uma comunicação textual remota onde dois ou mais interlocutores participam de uma “sala de *chat*”. Neste ambiente, a comunicação se processa pela digitação das mensagens e recebimento em tempo real das mensagens em uma tela compartilhada (isto se dá na medida do possível, dependente da velocidade de transmissão das mensagens na internet global). Esta forma de comunicação pode ser explorada pelo professor com a marcação de horários de atendimento pelos professores;

- c) *talk*: serviço derivado do correio eletrônico, porém com uma característica própria: a conexão e interatividade entre transmissor e receptor é em tempo real. Tem como aplicação principal, no ensino a distância, a possibilidade de permitir que dúvidas sejam esclarecidas no instante em que se faz a conexão. Contribui ainda para a criação de um ambiente mais solidário entre aluno e tutor, menos formal, favorável à melhoria do processo ensino-aprendizagem;
- d) teleconferência: as teleconferências via satélite são uma forma já antiga de uso deste meio. Os equipamentos necessários para transmissão são de custo elevado, mas a recepção dos dias de hoje é muito barata (antena parabólica, receptor e aparelho e televisão). O equipamento de geração e transmissão depende de uma antena parabólica que emite sinais de áudio e vídeo para um satélite e este retransmite para as estações terrenas de recepção (Scheer, 1999);
- e) videoconferência na internet: está muito difundida a videoconferência via Internet. Com custos relativamente baixos, mas dependente das velocidades normais de transmissão da Internet convencional, requerem uma câmera e um módulo (placa de digitalização e transmissão), bem como microfones e placa de som (Scheer, 1999).
- f) realidade virtual: usada principalmente para simulações interativas.

Algumas vantagens das tecnologias de vídeo:

- a) permitem comunicação de vídeo e áudio;
- b) permitem adicionar relacionamento pessoal à comunicação, embora virtual ou a distância;
- c) permitem altos níveis de interatividade.

As desvantagens das tecnologias de vídeo:

- a) podem ser caras em termos de infraestrutura (equipamentos, salas e recursos humanos) e tarifas de telecomunicação;
- b) requerem planejamento, preparo técnico e agendamento.

A popularização que a Internet tem alcançado nos últimos anos a credencia como forte candidata a atuar de forma veemente no processo de ensino à distância.

## 2.9 EDUCAÇÃO PRESENCIAL E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Segundo Landim (1997), na educação presencial, há o contato direto entre educador e educando, que se dá na sala de aula ou em recinto similar. A partir deste contato ou encontro, realiza-se a atividade de ensinar e aprender. O educador, transmissor do saber, organiza os conteúdos para propiciar que os mesmos sejam aprendidos pelos alunos no encontro ou diálogo. É, também, o organizador do ambiente onde se realizarão experiências que propiciem a aprendizagem.

Conforme Landim (1997), na educação a distância, o contato entre educador e educando se dá de forma indireta. Fazendo com que os conteúdos estejam sendo tratados e organizados de forma que os educandos tenham condição de aprender sem a presença do educador. Pode-se dizer que, não estando presente o educador, o material estruturado leva, incorporado em si, o educador.

Os quadros 1 ao 4 mostram as principais diferenças entre o ensino presencial e o ensino a distância, no que se refere as características predominantes dos alunos, docentes, comunicação/recursos e estrutura/administração envolvidas nestes processos de ensino.

### Quadro1. Comparação entre os sistemas de ensino presencial e a distância (docentes)

Docentes	
Presencial	A Distância
Fonte de conhecimento	Suporte e orientação da aprendizagem
Recurso insubstituível	Recurso substituível parcialmente
Juiz supremo da atuação do aluno	Guia de atualização do aluno
Basicamente, educador/ensinante	Basicamente, produtor de material ou tutor
Suas habilidades e competências são muito difundidas	Suas habilidades e competências são menos conhecidas

**FONTE:** Aretio (1994) apud Landim (1997)

**Quadro2. Comparação entre os sistemas de ensino presencial e a distância (alunos)**

<b>Alunos</b>	
<b>Presencial</b>	<b>A Distância</b>
Homogêneos quanto à idade	Heterogêneos quanto à idade
Homogêneos quanto à qualificação	Heterogêneos quanto à qualificação
Homogêneos quanto ao nível de escolaridade	Heterogêneos quanto ao nível de escolaridade
Lugar único de encontro	Estudam em casa, local de trabalho
Residência local	População dispersa
Situação controlada/Aprendizagem dependente	Situação livre/aprendizagem independente
A maioria não trabalha. Habitualmente crianças/adolescentes e jovens	A maioria é adulta e trabalha
Realiza-se maior interação social	Realiza-se menor interação social
A educação é atividade primária. Tempo integral	A educação é atividade secundária. Tempo parcial

**FONTE:** Aretio (1994) apud Landim (1997)

**Quadro3. Comparação entre os sistemas de ensino presencial e a distância (recursos)**

<b>Comunicação/Recursos</b>	
<b>Presencial</b>	<b>A Distância</b>
Ensino face a face	Ensino multimídia/impresso
Comunicação direta	Comunicação diferenciada em espaço e tempo
Oficinas e laboratórios próprios	Oficinas e laboratórios de outras instituições
Uso limitado de meios	Uso massivo de meios

**FONTE:** Aretio (1994) apud Landim (1997)

**Quadro4. Comparação entre os sistemas de ensino presencial e a distância (Estrutura)**

<b>Estrutura/Administração</b>	
<b>Presencial</b>	<b>A Distância</b>
Escassa diversificação de unidades e funções	Múltiplas unidades e funções
Os cursos são concebidos, produzidos e difundidos com simplicidade e boa definição	Processos complexos de concepção, produção e difusão dos cursos
Problemas administrativos de horários	Os problemas surgem na coordenação da concepção, produção e difusão
Muitos docentes e poucos administrativos	Menos docentes e mais administrativos
Escassa relação entre docentes e administrativos	Intensa relação entre docentes e administrativos
Os administrativos são parcialmente substituíveis	Os administrativos são basicamente insubstituíveis
Em nível universitário, recusa aluno. Mais elitista e seletiva	Tende a ser mais democrática no acesso de alunos
Muitos cursos com poucos alunos em cada um	Muitos alunos por curso

**FONTE:** Aretio (1994) apud Landim (1997)

Segundo Neto (1997), há dois outros conceitos sobre educação a distância específica que se julga conveniente fazer um breve registro. Podem ser enunciados como segue:

- a) educação continuada – é o reconhecimento da necessidade da constante atualização dos diversos campos do conhecimento. Em face da velocidade com que a ciência progride e se difunde, o homem sente-se obrigado a atualizar-se, sob pena de se superado pela concorrência. A permanente absorção de novos conhecimentos e técnicas exige que as pessoas estudem ao longo de suas vidas, tornando-se verdadeiros “alunos vitalícios”.
- b) educação aberta – viabiliza o acesso ao conhecimento, independente de escolaridade prévia, contribuindo para elevar o nível de cultura e de informação

dos indivíduos. Destina-se às pessoas que, por algum motivo, não puderam cursar o ciclo natural de formação profissional.

Segundo Reis (1997), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em 1996 permitiu que cerca de 20 mil pessoas participassem de seus cursos, a quilômetros de distância do campus, conforme é afirmado, em entrevista com o coordenador geral da EAD da UFSC, Dr. Ricardo Miranda Barcia, na revista Inovar.

## 3 A UNIFIED MODELING LANGUAGE – UML

No presente trabalho a implementação do protótipo do ambiente para apoio ao Ensino a Distância de estrutura de dados considera o uso de programação orientada a objeto. Para especificação do protótipo, foi utilizada a *UML - Unified Modeling Language*, cujos conceitos principais são apresentados a baixo.

### 3.1 ORIENTAÇÃO A OBJETO

Segundo Winblad (1993), orientação a objetos é um novo e importante paradigma para a construção e manutenção de software. O uso da orientação a objetos ocasiona a mudança da maneira como os desenvolvedores trabalham, visando aumentar a produtividade e velocidade na geração de novas aplicações.

Segundo Faes (2000), técnicas orientadas à objetos podem ser usadas para simplificar o projeto de sistemas complexos. O sistema pode ser visualizado como uma coleção de objetos, estando cada um dos objetos em um determinado estado. As operações que mudam o estado são relativamente simples. Os objetos são construídos a partir de outros objetos.

A orientação a objetos tem como objetivo representar o mundo real através de objetos. Esses objetos podem ser de vários tipos como, por exemplo, entidades físicas (por exemplo, aviões, robôs) ou abstratas (por exemplo, listas, pilhas, filas). A característica mais importante (e diferente) da abordagem orientada a objetos para desenvolvimento de software é a unificação, através do conceito de objetos, de dois elementos que tradicionalmente tem sido considerado separadamente em paradigmas de programação tradicional: dados e funções.

Técnicas orientadas a objetos podem ser usadas para simplificar o projeto de sistemas complexos. O sistema pode ser visualizado como uma coleção de objetos, estando cada um dos objetos em um determinado estado. As operações que mudam o estado são relativamente simples. Os objetos são construídos a partir de outros objetos.

### 3.1.1 CARACTERÍSTICAS DAS TÉCNICAS ORIENTADAS A OBJETOS

Segundo Faes (2000), a análise e o projeto OO tem diversas características importantes:

- a) mudam a maneira como as pessoas pensam sobre os sistemas. A maneira OO de pensar é mais natural para a maioria das pessoas do que as técnicas de análise e projeto estruturados. Afinal de contas, o mundo consiste em objetos. Aprende-se sobre eles desde a infância e descobre-se que tem certos tipos de comportamento. Se um chocalho for sacudido, ele faz barulho. Desde a mais tenra idade, categoriza-se objetos quando seu comportamento é descoberto;
- b) usuários finais e pessoas de negócios pensam naturalmente em termos de objetos, eventos e acionadores. Podemos criar diagramas OO com os quais eles podem se relacionar, ao passo que encontrarão dificuldades de relacionamento com diagramas de entidade-relacionamento, gráficos estruturados e diagramas de fluxo de dados;
- c) sistemas freqüentemente podem ser construídos a partir de objetos existentes. Isso leva a um elevado grau de reusabilidade, o que economiza dinheiro, abrevia o tempo de desenvolvimento e aumenta a confiabilidade do sistema;
- d) a complexidade dos objetos pode continuar a crescer porque objetos são construídos a partir de outros objetos. Esses, por sua vez, são construídos a partir de outros objetos e assim por diante;
- e) repositório *CASE* deve conter uma biblioteca sempre crescente de tipos de objetos, alguns comprados e outros construídos dentro da própria organização;
- f) esses tipos de objetos provavelmente se tornarão poderosos à medida que crescerem em complexidade. A maioria de tais tipos de objetos será projetada, de forma que eles possam ser ajustados de acordo com as necessidades de diferentes sistemas;
- g) recriar sistemas que funcionem de forma correta é mais fácil com as técnicas OO.
- h) Isso acontece parcialmente por causa das classes que são projetadas para ser reusadas e parcialmente porque as classes são independentes e divididas com elegância em métodos. Cada método é relativamente fácil de construir, depurar e modificar.

Segundo Furlan (1998), dado que o método Booch e OMT estava crescendo independentemente e sendo reconhecidos pela comunidade usuária como métodos de classe mundial, seus autores, respectivamente, Grady Booch e James Rumbaugh juntaram forças através da Rational Corporation para forjar uma unificação completa de seus trabalhos. Em outubro de 1995, lançaram um rascunho do Método Unificado (como foi chamado a princípio) na versão 0.8, sendo esse o primeiro resultado concreto de seus esforços.

Segundo Furlan (1998), também no outono de 1995, Ivar Jacobson juntou-se à equipe de unificação fundindo o método OOSE (*Object-oriented Software Engineering*). Como autores, Booch, Rumbaugh e Jacobson estavam motivados a criar uma linguagem de modelagem unificada que tratasse assuntos de escala inerentes a sistemas complexos e de missão crítica, que tornasse poderosa o suficiente para modelar qualquer tipo de aplicação de tempo real, cliente/servidor ou outros tipos de software padrões.

Segundo Faes (2000), muitos reconheceram esse esforço como item estratégico e a UML – *the Unified Modeling Language*, como fora batizada posteriormente, ganhou parceiros importantes incluindo Microsoft, Hewlett-Packard, Oracle, IBM, Texas Instruments Software, Ericson, DigitalEquipment Corporation, Unisys entre outros. Essa colaboração produziu em janeiro de 1997 a UML 1.0 e em setembro do mesmo ano a UML 1.1, uma linguagem de modelagem bem definida, expressiva, poderosa e geralmente aplicável. E o melhor, não proprietária, e aberta a todos. Com a aprovação da UML em novembro de 1997 pela OMG – *Object Management Group*, a guerra de métodos OO havia chegado ao seu final.

### **3.1.2 CONCEITO DE UML**

Segundo Furlan (1998), a UML é uma linguagem padrão para especificar, visualizar, documentar e construir artefatos de um sistema e pode ser utilizada com todos os processos ao longo do ciclo de desenvolvimento e através de diferentes tecnologias de implementação. Ela representa uma coleção das melhores experiências na área de modelagem de sistemas OO, as quais tem obtido sucesso na modelagem de grandes e complexos sistemas.

Segundo Furlan (1998), a UML pode ser usada para:

- a) mostrar as fronteiras de um sistema e suas funções principais utilizando atores e casa de uso;
- b) ilustrar a realização de casos de uso com diagramas de interação;
- c) representar uma estrutura estática de um sistema utilizando diagramas de classes;
- d) modelar o comportamento de objetos com diagramas de transição de estado;
- e) revelar a arquitetura de implementação física com diagramas de componentes e de implantação;
- f) estender sua funcionalidade através de estereótipos.

### **3.1.3 VISÕES DO SISTEMA**

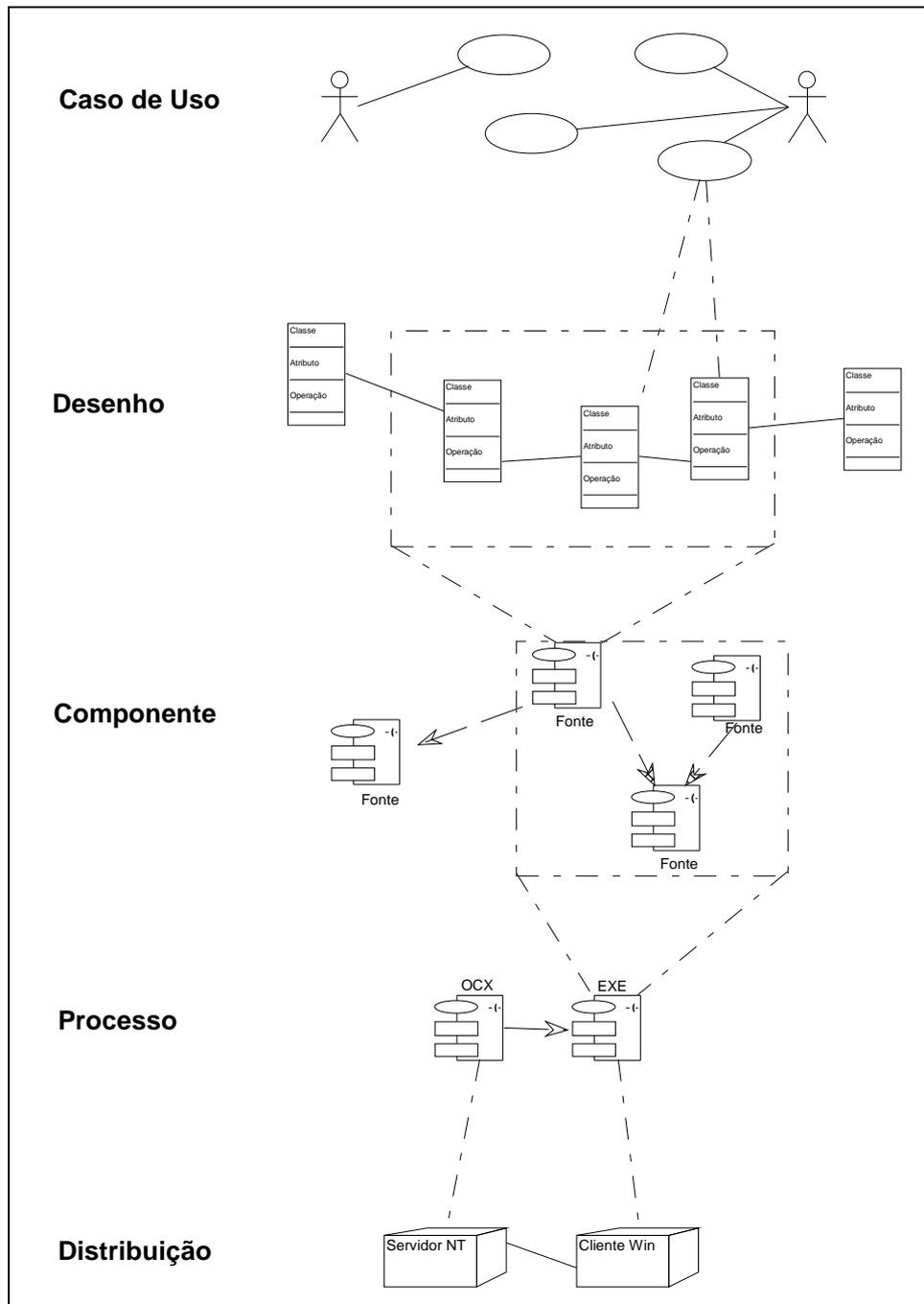
Segundo Faes (2000), o ideal seria o uso de cinco diferentes visões do sistema, cada qual destinada a representar determinada dimensão do desenvolvimento, sendo elas:

- a) a visão Desenho descreve as classes de objetos e seus relacionamentos;
- b) a visão Componente descreve a organização estática do software no ambiente de desenvolvimento;
- c) a visão Processo descreve as necessidades de concorrência e sincronização;
- d) a visão Distribuição descreve o mapeamento do software no hardware, refletindo sua distribuição;
- e) a visão Caso de Uso descreve como os elementos das demais visões cooperam entre si.

A figura 1 apresenta uma representação esquemática das diferentes visões do sistema apresentadas por Faes (2000).

É necessário uma técnica para representar cada uma das visões. Uma boa alternativa é a utilização das técnicas apresentadas pela UML, que oferece um tipo de diagrama apropriado para cada visão. Assim, utiliza-se o diagrama de casos de uso para a Visão Caso de Uso, o diagrama de classes para a Visão Desenho, o diagrama de componentes para as Visões Componente e Processo, e o diagrama de distribuição para a Visão Distribuição.

**Figura 1. Visões do Sistema**



**FONTE:** Faes (2000)

As visões são complementares entre si. Por exemplo, um caso de uso envolverá a colaboração de algumas classes definidas no Desenho. Determinado agrupamento de classes será empacotado em um único componente – programa fonte. Um conjunto de programas-fontes será compilado e darão origem a um programa executável que, por sua vez, será executado em determinado nó da rede. Todas essas informações reunidas especificam a arquitetura do sistema.

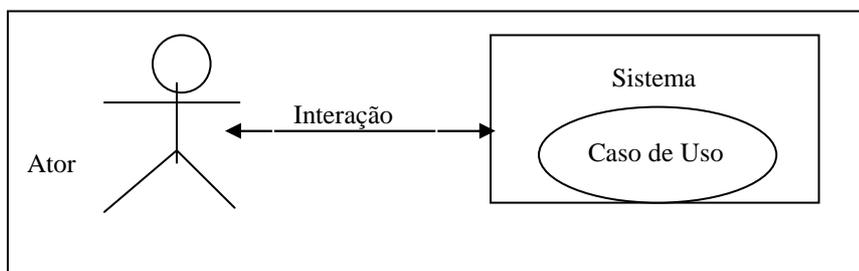
### 3.1.4 DIAGRAMA DE CASO DE USO

Segundo Furlan (1998), por muito tempo, tanto na orientação a objeto como nas abordagens estruturadas, cenários típicos tem sido utilizados para ajudar a compreender melhor as exigências. Diagramas de caso de uso fornecem um modo de descrever a visão externa do sistema e suas interações com o mundo exterior, representando uma visão de alto nível de funcionalidade intencional mediante o recebimento de um tipo de requisição do usuário. O propósito de primário dos casos de uso conforme Furlan (1998), são:

- a) descrever os requerimento funcionais do sistema de maneira consensual entre os usuários e desenvolvedores de sistemas;
- b) fornecer uma descrição consistente e clara sobre as responsabilidades que devem ser cumpridas pelo sistema, além de formar a base para a fase de desenho;
- c) oferecer as possíveis situações do mundo real para o teste do sistema.

Conforme Furlan (1998), há quatro elementos básicos em um diagrama de caso de uso sendo eles: ator, caso de uso, interação e sistema conforme demonstrado na figura 2.

**Figura 2. Elemento básicos de um diagrama de caso de uso**



**FONTE:** Furlan (1998)

## 4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

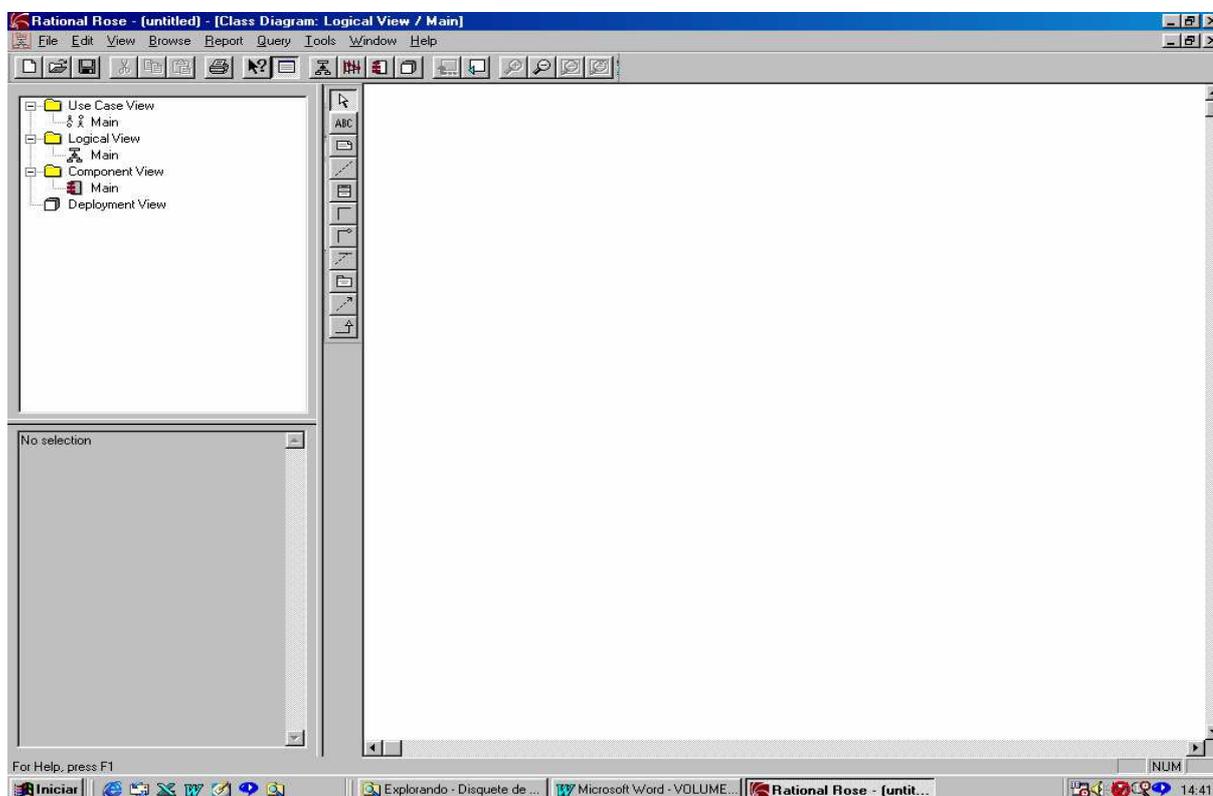
O protótipo foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Java, mais especificamente JBuilder 2, já que fornece os alicerces para o desenvolvimento de aplicativos da Internet.

### 4.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Na modelagem do protótipo foi utilizada análise orientada a objeto baseado em *UML*, através da ferramenta CASE Rational Rose C++, que é orientada a objeto e segue o modelo da UML. A figura 3 apresenta a tela inicial da ferramenta Rational Rose C++. Onde foi desenvolvido o diagrama de classes, e o diagrama de caso de uso e o diagrama de interação.

Segundo Furlan (1998), ao avaliar ferramentas de modelagem orientadas a objeto, deve-se considerar alguns aspectos importantes que auxiliarão na implementação de aplicações orientadas a objetos:

- a) métodos suportados e ambiente tecnológico no qual operam e geram código;
- b) tratamento oferecido a projetos de grande porte;
- c) leitura de código existente (engenharia reversa) para produção de novos modelos a partir dele;
- d) integração com outras ferramentas, incluindo aspectos de exportação e importação de dados, para ambientes de desenvolvimento, gerenciamento de configuração e controle de versões;
- e) navegação no modelo com rastreamento de um modelo de um diagrama a outro ou expansão da descrição deste elemento;
- f) presença de um repositório comum para armazenar dados acerca do modelo em um único lugar.

**Figura 3. Ferramenta de modelagem Rational Rose**

## 4.2 ESPECIFICAÇÃO

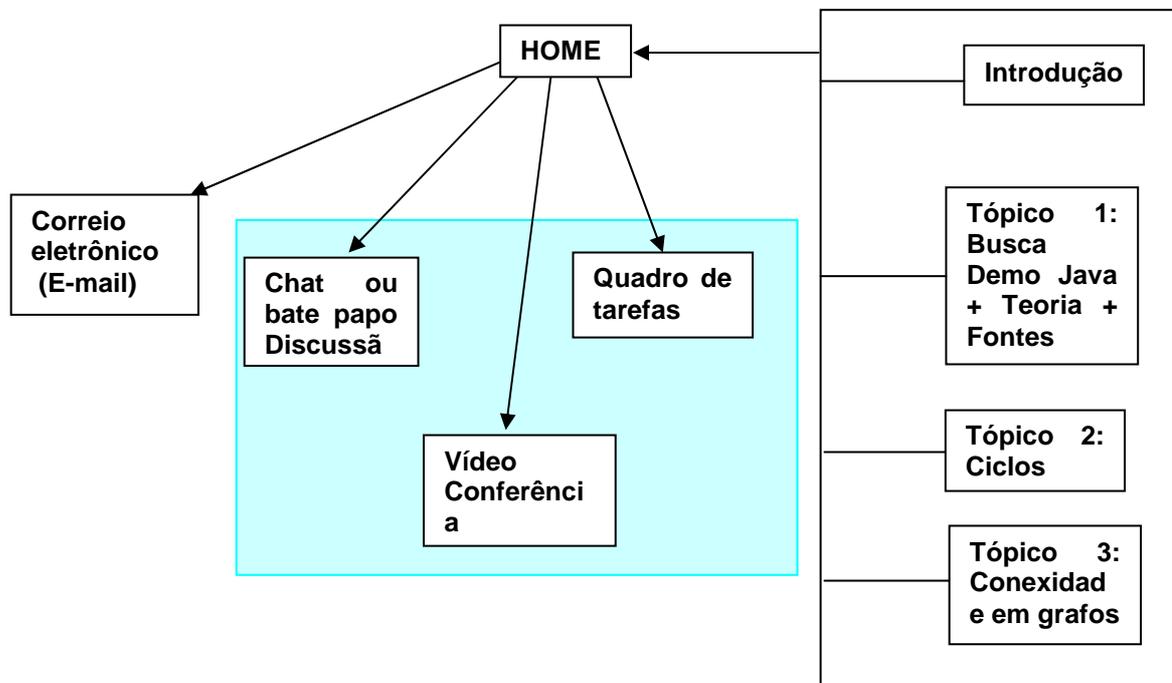
Por ser um trabalho voltado ao apoio de ensino a distância, especificamente na matéria de Estrutura de Dados II, então o material teria que ser disponibilizado através da Internet, com demonstrações interativas para que o aluno aprendesse na prática o que ele já havia estudado na teoria. Como meio de comunicação entre o professor e o aluno seria utilizado o E-mail.

### 4.2.1 ESPECIFICAÇÃO DO SITE

O presente trabalho é composto por um site, onde o professor disponibiliza ao aluno a parte teórica sobre a matéria que ele estaria ministrando em determinado momento. No caso deste trabalho foram disponibilizados conceitos sobre grafos, com demonstrações de

algoritmos de busca em largura e busca em profundidade juntamente com um breve comentário. A parte teórica da matéria foi disponibilizada em forma de tópicos, com o tópico 1 contendo o protótipo do trabalho. Poderiam ser disponibilizados vários tópicos conforme a necessidade do professor em liberar matéria aos seus alunos, a título de exemplo, no presente trabalho apenas o tópico 1 está pronto, juntamente com a página principal, que contém a parte de comunicação entre professor e aluno através do correio eletrônico, onde o aluno poderia enviar mensagens com perguntas referentes a matéria e assim que o professor conseguisse, ele responderia as questões. O trabalho não oferece o serviço de chat, que poderia ser muito útil para o professor e aluno, pois poderia ocorrer a realização de seções de discussão para os alunos debaterem sobre determinados assuntos. O site implementado também não oferece o quadro de tarefas que seria útil para o professor marcar provas, entrega de trabalhos, e a videoconferência que não esta disponível, mas seria uma forma muito interessante de EAD a ser explorada futuramente.

**Figura 4. Especificação do site**



## 4.2.2 DIAGRAMA DE CASO DE USO

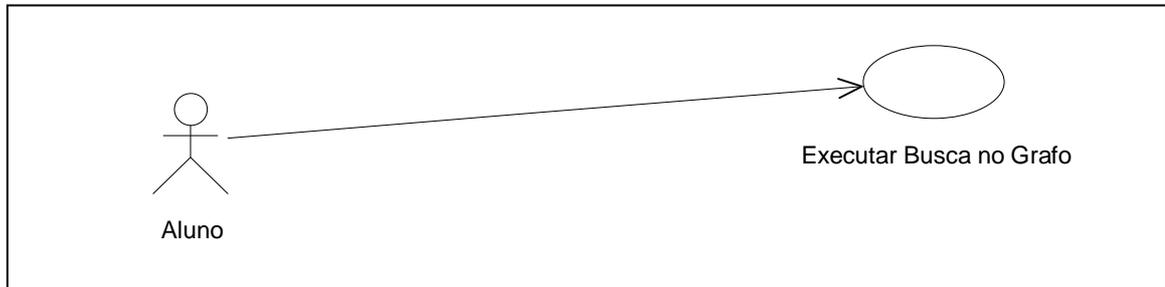
A figura 5 demonstra o diagrama de caso de uso do protótipo, onde tem-se como ator envolvido o aluno que executa a busca no grafo. Ao entrar na página do professor o aluno terá várias opções para escolher, dentre elas há opção para ver tópicos teóricos da disciplina e demonstrações interativas (protótipo) de algoritmos estudados em sala de aula, no item de tópicos teóricos, onde o aluno pode consultar um texto com os conceitos e definições e exemplos, de como um grafo pode ser representado graficamente, os tópicos teóricos são os seguintes:

- a) introdução, onde o aluno tem acesso a uma introdução a teoria dos grafos, com conceitos e definições a respeito dos grafos;
- b) busca em Profundidade, também chamada de “depth-first”, que consiste em explorar preferencialmente os “descendentes” de um nó que tenha sido avaliado em prejuízo dos “vizinhos” ou “irmãos” deste nó, onde o aluno terá um algoritmo detalhado em português que explicará de uma forma simples como funciona a busca em profundidade;
- c) busca em Largura, método também conhecido como “Breadth First”, que em contraste com o método da busca em profundidade, consiste em explorar os nós nível-a-nível, neste caso são priorizados os “vizinhos” ou “irmãos” de um nó que tenha sido avaliado em prejuízo dos “descendentes”, onde o aluno terá um algoritmo em português que explicará como funciona a busca em profundidade;

Protótipo onde o aluno tem acesso a um Java *applet* demonstrativo do funcionamento dos algoritmos de busca em largura e busca em profundidade em grafo, juntamente com um texto explicativo detalhado de como ele deverá usar o protótipo. O protótipo tem uma interface que oferece um grafo com 16 nós que, conforme a necessidade do usuário, também poderá ser aumentada. Primeiramente o aluno deverá solicitar um novo grafo, posteriormente criar a topologia desejada no grafo clicando nos nós desejados. A medida que forem marcados, a cor dos nós mudará, em seguida o usuário deverá selecionar um nó inicial que poderá ser qualquer um dos nós do grafo. Feito isso, basta clicar na opção desejada busca em

largura ou busca em profundidade que o *applet* executará o algoritmo e retornará na parte de cima da tela o resultado e marcará com uma cor diferente todos os nós percorridos.

**Figura 5. Diagrama de Casos de Uso do sistema**

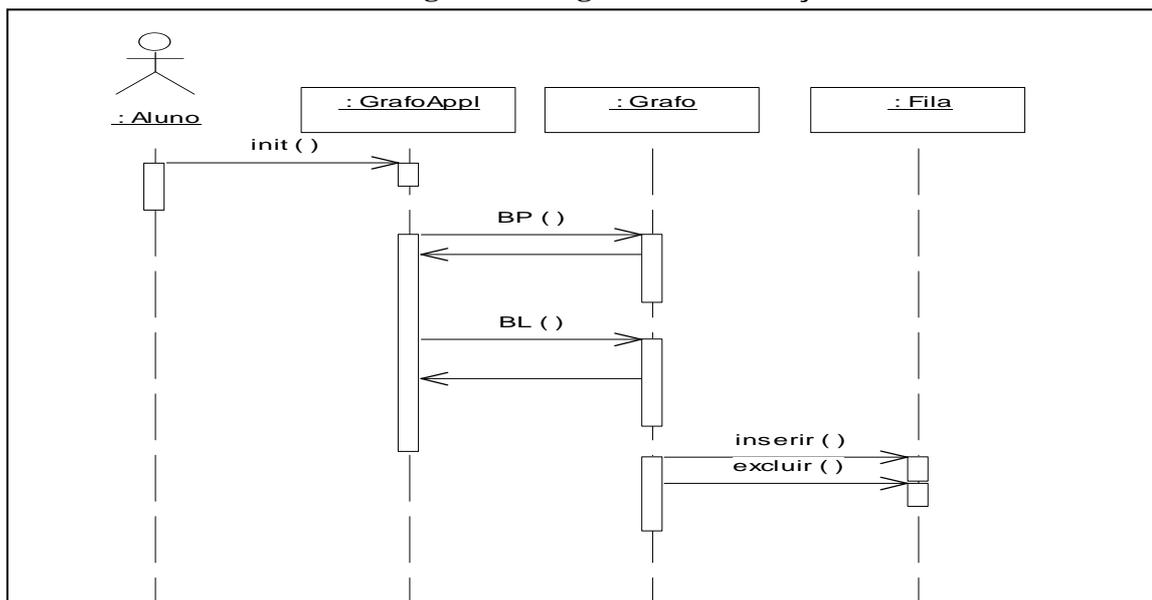


### 4.2.3 DIAGRAMA DE INTERAÇÃO

O diagrama de interação é um termo genérico que se aplica a vários tipos de diagramas que enfatizam interações de objetos. Uma interação é uma especificação comportamental que inclui uma seqüência de trocas de mensagens entre o conjunto de objetos dentro de um contexto para realizar um propósito específico, tal como a realização de um caso de uso (Furlan, 1998).

O diagrama de interação mostrado na figura 6 refere-se ao caso de uso executar busca no grafo, iniciado pelo aluno.

**Figura 6. Diagrama de interação**



## 4.2.4 DIAGRAMA DE CLASSE

O diagrama de classe é composto por três classes:

A classe `GrafoApp1` é o *applet* propriamente dito, ele que cria a tela e faz toda a interação com o usuário, faz os desenhos dos grafos e manipula os eventos de mouse.

Métodos da classe `GrafoApp1`:

- a) `init`: inicializa o *applet* e cria os componentes da tela;
- b) `paint`: faz os desenhos dos grafos, os grafos selecionados e caminho dos algoritmos de busca;
- c) `mousedown`: manipula os clicks do mouse para pegar os nós de selecionados;
- d) `send`: envia para a tela o número dos nós visitados;
- e) `slow`: faz com que o desenho seja feito mais devagar para que possamos acompanhar o caminho dos algoritmos;
- f) `action`: manipula os clicks nos botões e dispara a execução dos algoritmos de busca;
- g) `grafoappl`: é o construtor da classe.

A classe `Grafo` é a classe que implementa os algoritmos de busca em largura e busca em profundidade, ela passa também alguns métodos auxiliares que ajudam no desenho da tela.

Métodos da classe `Grafo`:

- a) `addconexão`: cria uma conexão entre os nós;
- b) `limparconexão`: desfaz a conexão entre os nós;
- c) `limparvisitados`: limpa a fila de nós visitados;
- d) `bl`: função de busca em largura;

e) bp: função de busca em profundidade

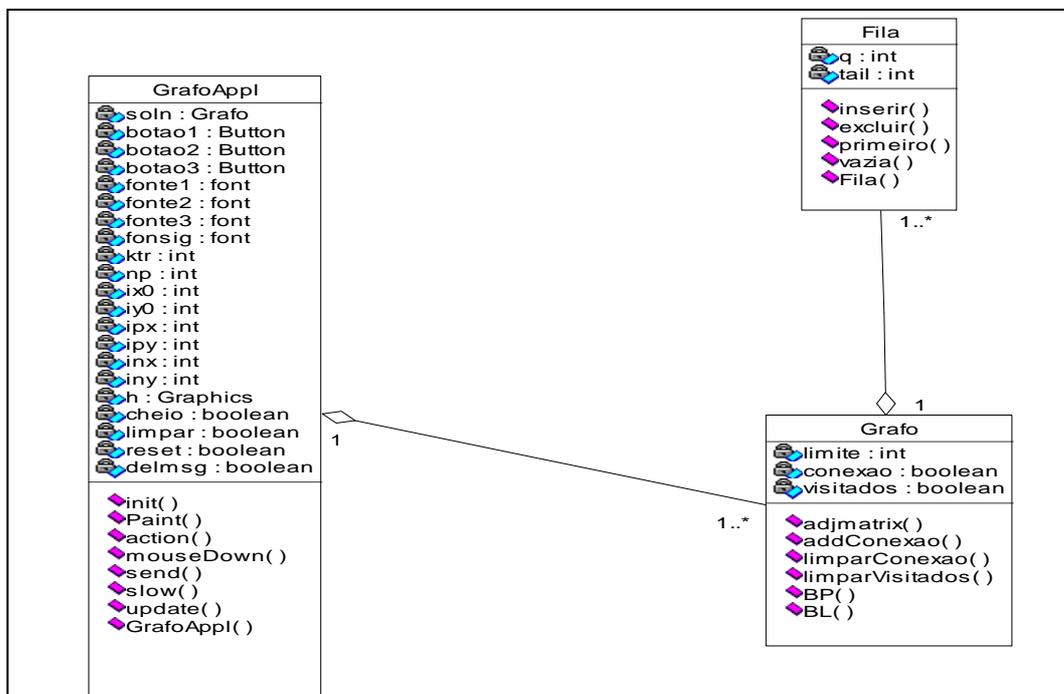
A classe *Fila* é usada para criar uma fila dos nós visitados, a *Fila* é administrada segundo uma política de FIFO (*First In, First Out*) O primeiro a entrar é o primeiro a sair.

Métodos da classe *Fila*:

- Fila*: construtor da classe, cria a fila e inicializa;
- excluir*: exclui um elemento da fila;
- inserir*: insere um elemento na fila;
- primeiro*: retorna o primeiro elemento (nó) da fila;
- vazia*: retorna verdadeiro ou falso se ela estiver vazia ou não.

O diagrama de classe desenvolvido para a especificação do protótipo pode ser visualizado na figura 7.

**Figura 7. Diagrama de Classes do Sistema**



## 4.3 IMPLEMENTAÇÃO

As páginas *Web* do protótipo foram implementadas em HTML. Na demonstração do protótipo foi utilizada a linguagem de programação Java.

### 4.3.1 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

O ambiente de *runtime* do Java soluciona vários problemas básicos de programação para a Internet. Como a Internet consiste em muitas plataformas diferentes, é prudente que se use uma linguagem independente de plataforma (Fraiz, 2000).

Um tipo especial de programa Java é chamado de *applet* e é executado dentro de uma máquina virtual imbutida nos browsers *Web*, estas máquinas virtuais são adaptadas para que os *applets* não danifiquem o computador no qual elas são descarregadas. Antes do Java a maioria dos programas relacionados com *Web* tinham de ser executados na máquina do servidor *Web* (Fraiz, 2000).

A figura 8 mostra a página inicial do professor. Esta página oferece as seguintes opções: conteúdo da disciplina onde o aluno terá as seguintes opções, conceitos e definições de grafos bem como a um algoritmo em português sobre busca em largura e outro sobre busca em profundidade, e o protótipo. Na parte de comunicação, nenhuma opção está disponível, a única forma de comunicação é através de *E-mail*.

A figura 9 apresenta a página com um conceito do método de busca em largura e a demonstração através de um algoritmo de como funciona o método de busca em largura para o aluno entender na teoria e depois interagir com o protótipo na prática.

Figura 8. Tela inicial da página

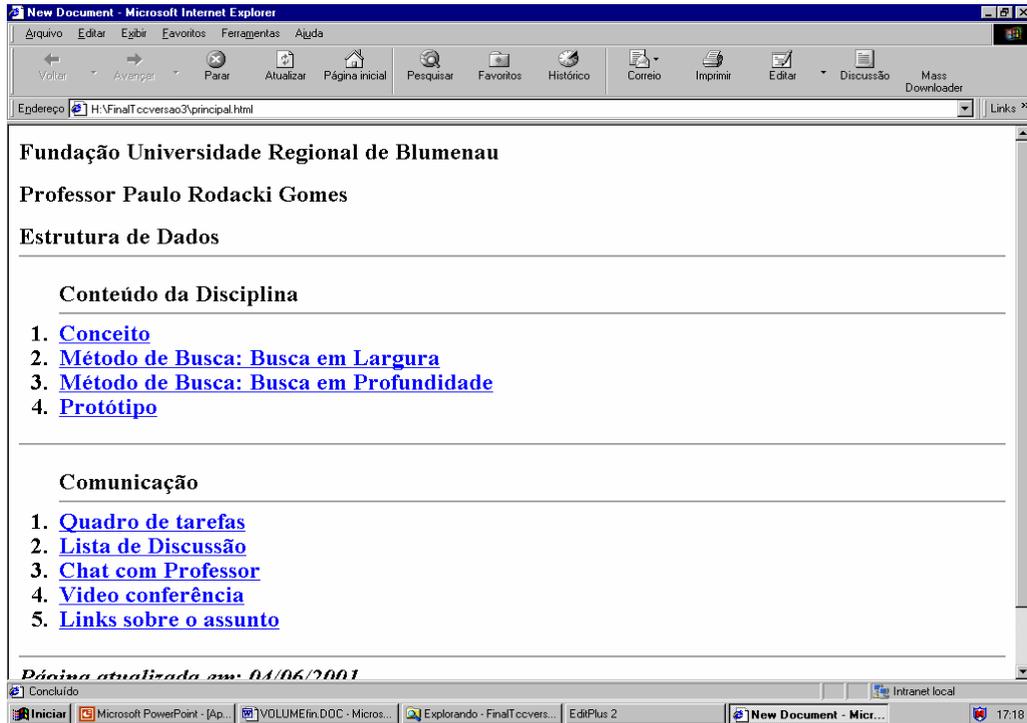
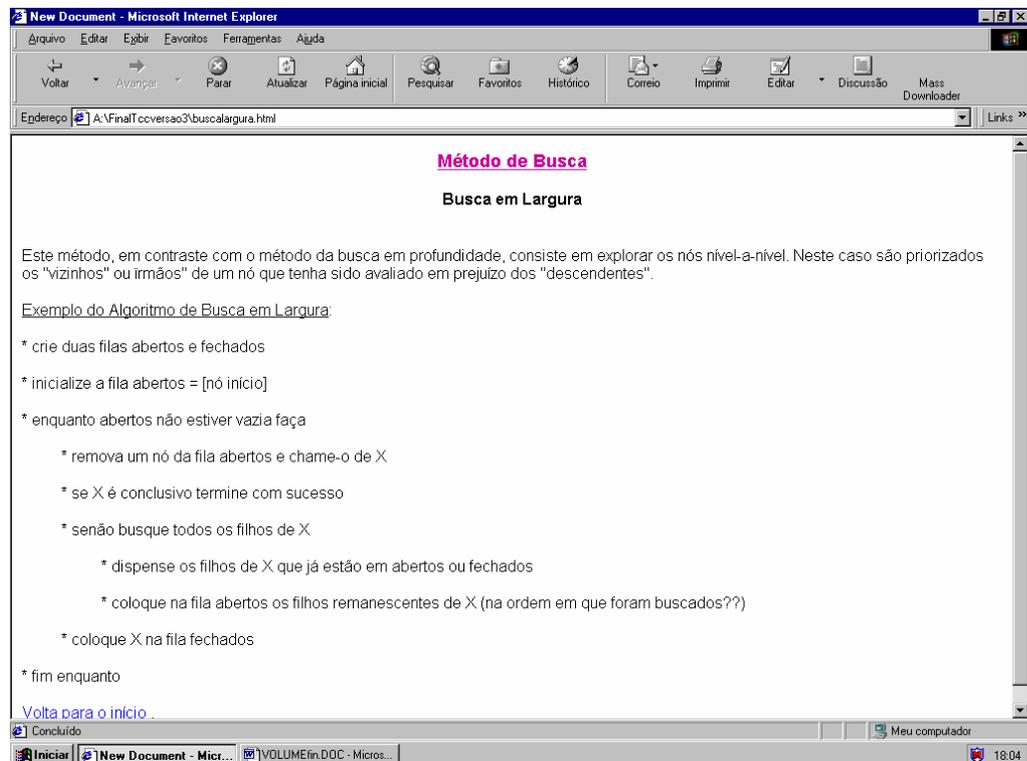
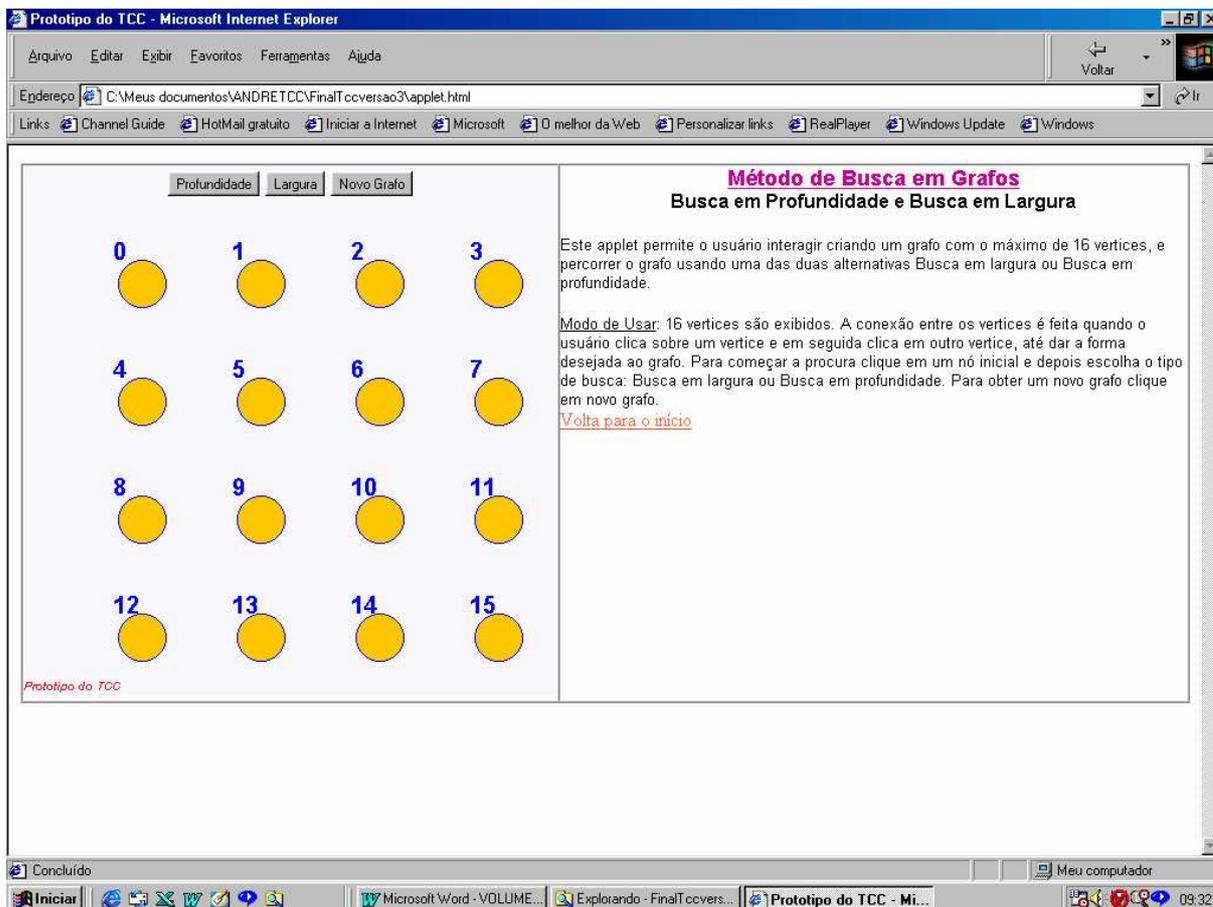


Figura 9. Tela do algoritmo de busca em largura



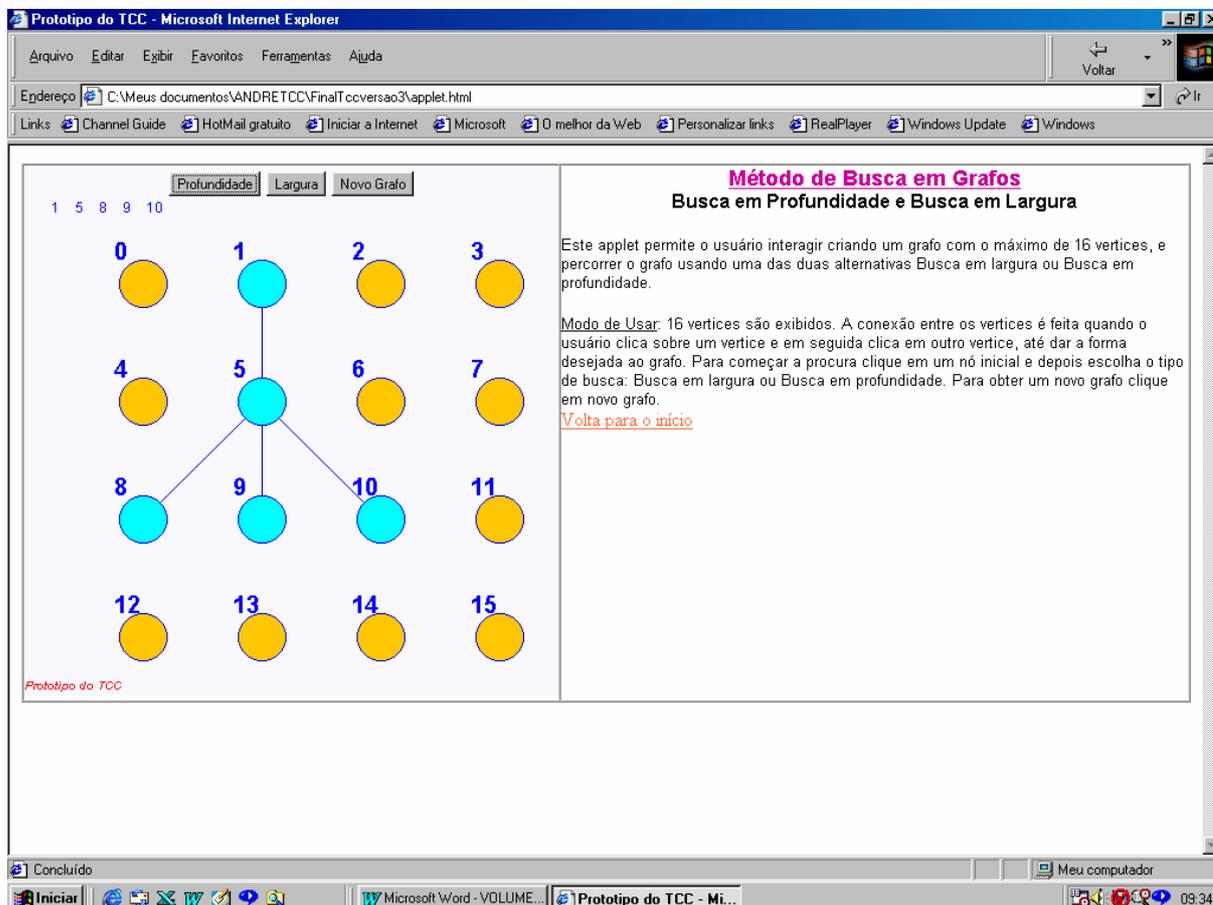
A figura 10 apresenta a tela do protótipo com um grafo de 16 nós onde o aluno pode clicar sobre os nós para marcar a topologia adequada, também é possível aumentar o número de nós, modificando dentro do código fonte o valor da variável. Após isso ele, pode clicar em uma das duas opções: busca em largura ou busca em profundidade, para começar a busca.

**Figura 10. Tela do protótipo**



A figura 11 mostra o resultado da busca no grafo, e cada nó percorrido no grafo vai sendo marcado com uma cor que o difere dos demais.

**Figura 11. Tela com o resultado da busca**



### 4.3.2 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO

Ao entrar na página do professor o aluno terá duas opções mais específicas para escolher, a comunicação e conteúdo da disciplina, escolhendo conteúdo da disciplina o aluno terá as seguintes opções:

- a) conceito: esta opção abre uma página com a fundamentação teórica sobre grafos
- b) busca em profundidade, também chamada de “*Depth-First Search*”, esta opção abre uma página com a fundamentação teórica sobre busca em profundidade e um algoritmo em português detalhando a busca em profundidade para o aluno aprender

na teoria como funciona os algoritmos de busca em profundidade, para a hora que for interagir com o protótipo saber o porque e como funciona o algoritmo;

- c) busca em largura, método também conhecido como “*Breadth First Search*”, esta opção abre uma página com a fundamentação teórica sobre busca em largura, e um algoritmo em portugol detalhando a busca em largura;
- d) protótipo, esta opção abre uma página com a demonstração do *applet* executando a busca em largura e a busca em profundidade, onde o aluno vai ter uma explicação de como deve usar o protótipo. Com o *applet*, ele pode fazer as ligações entre os nós, clicando em um nó e depois clicando em um outro nó, dessa forma montando a topologia de um grafo. Posteriormente a isto, o aluno deve selecionar um nó inicial para iniciar a busca, depois ele deve escolher o método de busca desejado, busca em largura ou busca em profundidade, se mudar de idéia e decidir mudar o grafo é só selecionar a opção “novo grafo”. Feita a escolha, aparece a seqüencia dos nós visitados e a cor dos referidos nós é alterada conforme a pesquisa vai sendo realizada. Caso o aluno ache que o grafo deve ter mais nós, ele terá que editar o código fonte do *applet*.
- e) nas opções da comunicação, somente o e-mail está disponível. As demais opções tais como quadro de tarefas, lista de discussões, vídeo conferência ainda não foram implementadas e seguem como sugestões para um trabalho futuro

## 5 CONCLUSÕES E EXTENSÃO

Este capítulo contém as conclusões e as possíveis extensões deste trabalho. Deve-se mencionar que a continuação deste trabalho através de extensões, será sem dúvida de grande importância, pois, o crescimento da educação à distância é cada vez mais abrangente, e necessário para vencer a distância entre espaço e tempo na educação.

### 5.1 CONCLUSÃO

Considera-se que o objetivo principal do trabalho, o desenvolvimento de um Protótipo de um ambiente para apoio ao ensino à distância da disciplina de estrutura de dados, foi atingido.

Isto deve-se ao fato de que o protótipo construído, possibilita, ao ser colocado a disposição dos alunos da matéria de Estrutura de dados II, simular os acontecimentos do seu dia a dia de aula através da demonstração interativa de algoritmos vistos previamente em aulas teóricas, obtendo apoio extra a partir do professor. Partindo deste princípio, a incorporação da *Web* esta cada vez mais fazendo parte dos alunos do ensino superior, na medida que for utilizado, o sistema implementado poderá trazer benefícios aos alunos do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da FURB. Estes benefícios incluem a possibilidade de se obter maior entendimento do conteúdo da disciplina Estrutura de Dados II e, outras disciplinas que possam se beneficiar dos conceitos explorados neste trabalho.

Foram estudados os conceitos de Educação a Distância, para o melhor entendimento do trabalho e concluiu-se, que esta cada vez mais em evidência este método de ensino, e que com o passar do tempo, fará parte do dia a dia das universidades brasileiras.

Além disso, a partir dos estudos realizados, pôde-se concluir que os requisitos básicos necessários para a implementação de conceitos de ensino a distância em estruturas de dados estão disponíveis na FURB e sua implementação é tecnicamente viável.

## 5.2 EXTENSÕES

Para desenvolvimento futuro, sugere-se a implementação de um sistema de auxílio ao professor. Neste sistema, o professor teria componentes de software a sua disposição para auxiliá-lo na tarefa de montagem e configuração do *Site* de sua disciplina. Tal sistema poderia conter componentes para a configuração de *chats*, controle de correção de exercícios automatizado, gerador de avisos e outros.

Outra extensão proposta é a alteração da parte de demonstrações em *JavaApplets* de forma que o código fonte dos algoritmos em português seja exibido e possa ser realçado à medida que os *applets* sejam executados. Desta forma, pretende-se facilitar ainda mais a compreensão da matéria por parte do aluno que utilizar o site de auxílio ao ensino.

## ANEXO 1 – CÓDIGO FONTE DA CLASSE GRAFOAPPL

```

import java.applet.Applet;
import java.awt.*;
public class GrafoAppl extends Applet
{
    Grafo soln;
    Button botao1;
    Button botao2;
    Button botao3;
    Font fonte1;
    Font fonte2;
    Font fonte3;
    Font fonsig;
    final byte limite = 4;
    int ktr;
    int np;
    int ix0;
    int iy0;
    int ipx;
    int ipy;
    int inx[] = {0, 0};
    int iny[] = {0, 0};
    Graphics h;
    boolean cheio;
    boolean limpar;
    boolean reset;
    boolean delmsg;

    public void init()
    {
        add(botao1);
        add(botao2);
        add(botao3);
        soln = new Grafo(limite);
    }
    public void paint(Graphics g)
    {
        h = g;
        if(limpar)
        {
            limpar = false;
            g.setColor(new Color(249,249,255));
            g.fillRect(0, 0, 800, 800);
            g.setColor(Color.red);
            g.setFont(fonsig);
            g.drawString("Prototipo do TCC", 1, 445);
            g.setFont(fonte2);
            int k3 = 0;
            for(int j1 = 0; j1 < limite; j1++)
            {
                for(int i = 0; i < limite; i++)
                {
                    g.setColor(Color.orange);
                    int i2 = (i + 1) * 100;
                    int l2 = (j1 + 1) * 100;
                    g.fillOval(i2 - 20, l2 - 20, 40, 40);
                    g.setColor(Color.blue);
                    g.drawOval(i2 - 20, l2 - 20, 40, 40);
                    g.drawString(" " + k3, i2 - 30, l2 - 20);
                    k3++;
                }
            }
        }
        if(delmsg)
        {
            delmsg = false;
            g.setColor(new Color(249,249,255));
            g.fillRect(10, 20, 400, 40);
        }
        if(reset)

```

```

{
    reset = false;
    for(int k1 = 0; k1 < limite; k1++)
    {
        for(int j = 0; j < limite; j++)
        {
            g.setColor(Color.orange);
            int j2 = (j + 1) * 100;
            int i3 = (k1 + 1) * 100;
            g.fillOval(j2 - 20, i3 - 20, 40, 40);
            g.setColor(Color.blue);
            g.drawOval(j2 - 20, i3 - 20, 40, 40);
        }
    }
}
if(ktr == 3)
{
    soln.limparConexao();
    np = 0;
    cheio = false;
    ktr = 0;
}
if(cheio)
{
    cheio = false;
    int k2 = (inx[np - 1] + 1) * 100;
    int j3 = (iny[np - 1] + 1) * 100;
    g.setColor(Color.cyan);
    g.fillOval(k2 - 20, j3 - 20, 40, 40);
    g.setColor(Color.blue);
    g.drawOval(k2 - 20, j3 - 20, 40, 40);
    if(np == 1)
    {
        ix0 = k2;
        iy0 = j3;
    }
    slow();
    if(np == 2)
    {
        int k = iny[0] * limite + inx[0];
        int l1 = iny[1] * limite + inx[1];
        soln.addConexao(k, l1);
        np = 0;
        g.setColor(Color.blue);
        g.drawLine(ix0, iy0, k2, j3);
        g.setColor(Color.orange);
        g.fillOval(ix0 - 20, iy0 - 20, 40, 40);
        g.fillOval(k2 - 20, j3 - 20, 40, 40);
        g.setColor(Color.blue);
        g.drawOval(ix0 - 20, iy0 - 20, 40, 40);
        g.drawOval(k2 - 20, j3 - 20, 40, 40);
    }
}
if(ktr == 1)
{
    ktr = 0;
    soln.limparVisitados();
    delmsg = true;
    ipx = 0;
    ipy = 40;
    if(np == 1)
    {
        int l = iny[0] * limite + inx[0];
        g.setFont(fonte3);
        np = 0;
        soln.BP(l, this);
        return;
    }
} else
{
    g.setFont(fonte2);
    g.setColor(Color.black);
    g.drawString("Selecione o nó inicial!", 50, 50);
    return;
}
}

```

```

    }
    if(ktr == 2)
    {
        ktr = 0;
        soln.limparVisitados();
        delmsg = true;
        ipx = 0;
        ipy = 40;
        if(np == 1)
        {
            g.setFont(fonte3);
            int il = iny[0] * limite + inx[0];
            np = 0;
            soln.BL(il,this);
            return;
        }
        g.setFont(fonte2);
        g.setColor(Color.black);
        g.drawString("Selecione o nó inicial!", 50, 50);
    }
}
public boolean action(Event event, Object obj)
{
    if(event.target == botao1)
    {
        reset = true;
        ktr = 1;
    } else
    if(event.target == botao2)
    {
        reset = true;
        ktr = 2;
    } else
    if(event.target == botao3)
    {
        limpar = true;
        ktr = 3;
    }
    repaint();
    return true;
}
public boolean mouseDown(Event event, int i, int j)
{
    if(np == 2)
        return true;
    i += 20;
    j += 20;
    if(i % 100 > 40 || j % 100 > 40)
    {
        return true; }
    else
    {
        int k = i / 100;
        int l = j / 100;
        inx[np] = k - 1;
        iny[np] = l - 1;
        np++;
        cheio = true;
        repaint();
        return true;
    }
}
public void send(int i)
{
    int j = 0;
    int k = 0;
    j = (i % limite + 1) * 100;
    k = (i / limite + 1) * 100;
    h.setColor(Color.cyan);
    h.fillOval(j - 20, k - 20, 40, 40);
    h.setColor(Color.blue);
    h.drawOval(j - 20, k - 20, 40, 40);
    ipx += 20;
    h.drawString(" " + i, ipx, ipy);
}

```

```
        if(ipx > 430)
        {
            ipx = 0;
            ipy += 20;
        }
        slow(); }
void slow()
{
    try
    {
        Thread.sleep(500L);
        return;
    }
    catch(InterruptedException _ex)
    {
        return;
    }
}
public void update(Graphics g)
{
    paint(g);
}
public GrafoAppl()
{
    botao1 = new Button("Profundidade");
    botao2 = new Button("Largura");
    botao3 = new Button("Novo Grafo");
    fonte1 = new Font("Helvetica", 1, 20);
    fonte2 = new Font("Helvetica", 1, 20);
    fonte3 = new Font("Helvetica", 0, 12);
    fonsig = new Font("Helvetica", 2, 10);
    ipy = 40;
    cheio = false;
    limpar = true;
    reset = false;
    delmsg = false;
}
}
```

## ANEXO 2 – CÓDIGO FONTE DA CLASSE GRAFO

```

public class Grafo
{
    boolean conexao[][];
    boolean visitados[];
    int limite;
    Grafo(byte tam)
    {
        limite = tam*tam;
        conexao = new boolean[limite][limite];
        visitados = new boolean[limite];
        limparConexao();
        limparVisitados();
    }
    public boolean[][] adjmatrix()
    {
        return conexao;
    }
    public void addConexao(int i, int j)
    {
        conexao[i][j] = true;
        conexao[j][i] = true;
    }
    public void limparConexao()
    {
        for(int i = 0; i < limite; i++)
        {
            for(int j = 0; j < limite; j++)
                conexao[i][j] = false;
        }
    }
    public void limparVisitados()
    {
        for(int i = 0; i < limite; i++)
            visitados[i] = false;
    }
    public void BP(int i, GrafoAppl s) {
        if(visitados[i])
            return;
        s.send(i);
        visitados[i] = true;
        for(int j = 0; j < limite; j++)
            if(conexao[i][j])
                BP(j,s);
    }
    public void BL(int i, GrafoAppl s) {
        Fila fila = new Fila();
        fila.inserir(i);
        while(!fila.vazia())
        {
            int j = fila.excluir();
            if(!visitados[j])
            {
                s.send(j);
                visitados[j] = true;
                for(int k = 0; k < limite; k++)
                    if(conexao[j][k])
                        fila.inserir(k);
            }
        }
    }
}

```

## ANEXO 3 – CÓDIGO FONTE DA CLASSE FILA

```
public class Fila
{
    public void inserir(int i)
    {
        q[++tail] = i;
    }
    public int excluir()
    {
        int i = q[0];
        for(int j = 0; j < tail; j++)
            q[j] = q[j + 1];
        tail--;
        return i;
    }
    public int primeiro()
    {
        return q[0];
    }
    public boolean vazia()
    {
        return tail == -1;
    }
    public Fila()
    {
        q = new int[100];
        tail = -1;
    }
    private int q[];
    private int tail;
}
```

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAVES, Eduardo O. **Ensino a Distância.**, cidade, fev. 1999. Disponível em: <<http://www.edutecnet.com.br/Tecnologia%20e%20Educacao/edconc.htm#Ensinoadistancia>> . Acesso em 20 abr 2001.

FAES, Nei Jaison. **Protótipo de um sistema de informações executiva para avaliação do desempenho empresarial do setor têxtil no vale do Itajaí.** 2000 85 f. – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

FRAIZ, Marcelo Ribeiro trovão. **Protótipo de um sistema de comércio eletrônico para livraria virtual utilizando agentes inteligentes.** 2000 64f. – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

FOLEY, James D. **Computer graphics: principles and practice.** New York: Addison Wesley, 1990.

FURLAN, José Davi. **Modelagem de objetos através da UML: the unified modeling language.** São Paulo: Makron Books, 1998.

INGRAM, Stephen E. **Desenvolvendo Applets com Java.** Tradução Vandenberg Dantas de Souza. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

LANDIM, Cláudia Maria das Mercês Ferreira. **Educação à distância: algumas considerações.** Rio de Janeiro:[s.n], 1997.

MENTEC. **Programa Mentec: modernização do ensino e novas tecnologias,** Blumenau, 1999. Disponível em: <<http://www.furb.br/mentec>>. Acesso em: 01 mar 2001.

NETO, Francisco José da Silva. **Educação à Distância: função social.** Tecnologia Educacional, Rio de Janeiro-RJ, v 20 (101), p. 70-77, jul/ago 1991.

NETO, Pedro Luiz de Oliveira Costa. **O papel da educação continuada à distância.** Revista da ESPM, São Paulo-SP, v 4 n.1, p. 57-58, maio 1997.

PERSIANO, Ronaldo César Marinho. **Introdução à computação gráfica.** Rio de Janeiro: LTC, 1989.

RABUSQUE, Márcia A. **Introdução à teoria dos grafos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1992.

REIS, Arley. **Campus sem fronteiras**. Florianópolis: Inovar, nº 8, p. 11-14, abr/mai 1997.

SCHEER, Sérgio. **Meios interativos em educação à distância**. Em: Polak, Y.S.; Martins, O.B.; Sá, R. Educação a Distância: um debate multidisciplinar. Curitiba, UFPR, 29 e 30 de julho de 1999.

STRINGARI, Sérgio. **Tecnologia multimídia em redes de computadores a serviço da educação à distância**. 1993. 49 f. monografia apresentada para abtenção do título de Especialista no curso de Pós-Graduação em Processamento de Dados - Centro de ciências Exatas e Naturais. Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

SUN. **Java soft web site**, Palo Alto, mar. 2001. Disponível em: <<http://www.javasoft.com>>. Acesso em: 01 mar 2001.

WINBLAD, Ann L. **Software orientado a objeto**. São Paulo: Makron Books, 1993

