

*UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA*

**Utilização de Ambientes Virtuais Tridimensionais
Colaborativos em Visualização de Informação**

Rosevaldo Dias de Souza Júnior

**Belém – Pará
14/01/2005**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Utilização de Ambientes Virtuais Tridimensionais Colaborativos em
Visualização de Informação

Trabalho apresentado em 14/01/2005 como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará, na área de concentração de Computação Aplicada, cuja banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Manoel Ribeiro Filho, Dr. (UFPA).
Orientador

Prof. Bianchi Serique Meiguins, Dr. (UFPA).
Co-Orientador

Prof. Luiz Affonso H. Guedes de Oliveira, Dr. (UFRN)
Membro

Prof. Roberto Célio Limão de Oliveira, Dr. (UFPA)
Membro

Visto:

Prof. Dr. João Crisóstomo Weyl A. Costa
Coordenador do PPGEE – CT – UFPA

Universidade Federal do Pará
Centro Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica

Rosevaldo Dias de Souza Júnior

Utilização de Ambientes Virtuais Tridimensionais Colaborativos em
Visualização de Informação

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO COLEGIADO DO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Belém
2005

"Quando estiveres cansado, lembra-te que ainda possuis mais 10%".

"Muitos querem, mas não podem, outros podem, mas não querem."

NPOR 99

Dedico este trabalho aos meus pais Rosevaldo Dias e Heloisa Souza (eternos lutadores da nossa felicidade e bem estar aos quais amo muito), irmãos Renan Souza e Helen Souza (pelo companheirismo e solidariedade de anos), Nadia Souza e Ronan Souza (por vocês luto, sobrevivo e cresço, vos amo muito), Hender e Hemily (pela alegria de vocês existirem em minha vida), Bianchi Meiguins (Chefe, amigo, companheiro e fonte de inspiração para ascensão profissional), Marcelo Garcia (por ser remista, pelos anos de companheirismo, amizade, ajuda e trabalho), Wanderson Quinto (por ser companheiro, remista e amigo) e amigos que sempre me dão forças e alegria para continuar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter sido sempre a minha fortaleza nos momentos mais difíceis, a minha família que é a verdadeira razão de eu existir, a minha nova família (Nadia Ferreira Palheta de Souza e Ronan Palheta de Souza) que por vários momentos foram a única coisa que me fez ter persistência em alcançar este objetivo, a Dissertação, a meu amigo Marcelo de Brito Garcia que sem o seu companheirismo e amizade não teria forças para caminhar durante o Mestrado, a meu amigo Wanderson Quinto, pelos momentos de auxílio ao crescimento profissional e acadêmico e principalmente por ser remista, a meus amigos Atila Soares e Allan Sanders pela amizade e eterno apoio.

Agradeço de todo o coração a meus familiares que sempre estiveram me apoiando para a conclusão de mais esta etapa da minha vida, a Dissertação.

Ao meu chefe, co-orientador, amigo e por muitas vezes um irmão mas velho, Bianchi Serique, pela orientação tanto dentro quanto fora do âmbito profissional, paciência durante o Mestrado e desenvolvimento desta Dissertação, Chefe! Amigo! Obrigado. Obrigado pela paciência.

Ao meu orientador Manoel Ribeiro pela ajuda e paciência nos vários momentos difíceis pelos quais passei no decorrer do Mestrado e desenvolvimento desta Dissertação.

DEUS, meu DEUS, muito OBRIGADO!!!! Sem o Senhor nada disto (Dissertação, minha vida, meus amigos, meu orientador, minha família, meu filhos) poderia estar acontecendo.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMO.....	IX
ABSTRACT	10
CAPITULO 1.....	11
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1.1 INTRODUÇÃO.....	12
1.2 OBJETIVOS E CONTRIBUIÇÕES	14
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	14
CAPÍTULO 2	15
AMBIENTES VIRTUAIS COLABORATIVOS.....	15
2.1. AMBIENTES VIRTUAIS.....	16
2.2. AS VÁRIAS FORMAS DE REALIDADE VIRTUAL	17
2.3. FORMAS DE INTERAÇÃO EM AMBIENTES VIRTUAIS	22
2.4. AMBIENTES VIRTUAIS COLABORATIVOS (AVC)	22
2.4.1. Características de um AVC	23
2.4.2. Requisitos de um Software AVC.....	23
2.5. APLICAÇÕES DE AMBIENTES VIRTUAIS COLABORATIVOS	24
CAPITULO 3.....	28
VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO	28
3.1. VISUALIZAÇÃO E VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO	29
3.1.1. Por que visualização de informação?	31
3.1.2. O que é visualização de informação?	32
3.1.3. Utilizando Percepção	Erro! Indicador não definido.
3.2. VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO EM AMBIENTES TRIDIMENSIONAIS	35
3.3. MODELOS DE INTERAÇÃO.....	35
3.4. CARACTERÍSTICAS DE UMA FERRAMENTA DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO. ..	36
3.5. TIPOS DE DADOS VERSUS TIPOS DE VISUALIZAÇÃO	37
3.6. REGRAS PARA UM BOM GRÁFICO DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO	38
3.7. REPRESENTAÇÃO DE DADOS.....	38
3.7.1. Tamanho	39
3.7.2. Comprimento e Altura	39
3.7.3. Espacialidade e Ampliação	40
3.7.4. FACES e Ícones Multidimensionais.....	40
3.7.5. Som	41
3.7.6. Mundos Virtuais	42
3.7.7. Cor.....	42
3.8. TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO.....	42
3.8.1. Treemaps	Erro! Indicador não definido.

3.8.2.	<i>Cone tree.</i>	44
3.8.3.	<i>Perspective wall.</i>	Erro! Indicador não definido.
3.8.4.	<i>Hyperbolic Tree Browser.</i>	46
3.8.5.	<i>Dynamic Queries</i>	48
3.9.	APLICAÇÕES DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO EM AMBIENTES TRIDIMENSIONAIS	48
3.9.1.	<i>ThemeScape</i>	48
3.9.2.	<i>NetViz</i>	49
3.9.3.	<i>Histograma</i>	49
3.9.4.	<i>Máquina de busca AMORE (Advanced Multimedia Oriented Retrieval Engine)</i>	51
3.9.5.	<i>Cat-a-Cone ferramenta</i>	51
3.9.6.	<i>Treemap 3D</i>	52
3.9.7.	<i>Metáforas de Representação de Informação</i>	53
CAPÍTULO 4		57
APLICAÇÃO DESENVOLVIDA – WEB INFO 3D		57
4.1.	DESCRIÇÃO E OBJETIVOS	58
4.2.	ARQUITETURA	59
4.2.1.	<i>Diagrama de Caso de Uso</i>	60
4.2.2.	<i>Diagrama de Classes</i>	61
4.2.3.	<i>Diagrama de Pacotes</i>	63
4.2.4.	<i>Diagramas de Sequência</i>	64
4.3.	PROTÓTIPO	66
CAPITULO 5		79
CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS		79
5.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
5.2.	TRABALHOS FUTUROS	81
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: ELEMENTOS DE UM AMBIENTE VIRTUAL.....	16
FIGURA 2.3: RV IMERSIVA.....	17
FIGURA 2.4: RV NÃO IMERSIVA.....	17
FIGURA 2.5: AMBIENTE VIRTUAL (KIRNER, 1998).....	18
FIGURA 2.6: SISTEMA DE TELEPRESENÇA (KIRNER, 1998).....	18
FIGURA 2.7: SISTEMA DE TELEPRESENÇA	18
FIGURA 2.8: IMAGEM DE UMA INTERNA SIMULADA EM UMA CABINE DE AVIÃO.....	19
FIGURA 2.9: CAVE.....	19
FIGURA 2.10: REALIDADE AUMENTADA (KIRNER, 1998).....	20
FIGURA 2.11: REALIDADE AUMENTADA NA INDÚSTRIA	21
FIGURA 2.12: REALIDADE AUMENTADA E MELHORADA EM GEOLOGIA.....	21
FIGURA 2.13: AMBIENTE TRIDIMENSIONAL NÃO-IMERSIVO.....	21
FIGURA 2.14: ALUNO INTERAGINDO COM O AMBIENTE DO NICE (JOHNSON, 1999).	25
FIGURA 2.15: REPRESENTAÇÃO DE VÁRIOS ALUNOS (AVATARES) NO AMBIENTE (JOHNSON, 1999).....	25
FIGURA 2.16: LVCEE COM QUATRO USUÁRIOS INTERAGINDO NO MESMO ESPERIMENTO (MEIGUINS[A], 2002).....	26
FIGURA 2.17: PROTÓTIPO DE UM AMBIENTE COLLABORATIVO DE GEOVISUALIZAÇÃO, VISÃO DE UM USUÁRIO.	27
FIGURE 3.1: EXEMPLO DO USO DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO PARA CONTROLE DA EPIDEMIA DE CÓLERA EM LONDRES EM 1845 (SPENCE, 2001).....	30
FIGURA 3.2: USUÁRIO NÃO PARTICIPA DA CONCEPÇÃO DA VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO.....	36
FIGURA 3.3 - COM O ADVENTO DO COMPUTADOR O USUÁRIO PODE INTERAGIR EM QUALQUER PARTE DO PROCESSO DE VISUALIZAÇÃO.	36
FIGURA 3.4: UTILIZAÇÃO DO TAMANHO PARA CODIFICAÇÃO DE DADOS (SPENCE, 2001).39	
FIGURA 3.5: CODIFICAÇÃO DE DADOS PELA ALTURA (SPENCE, 2001).....	39
FIGURA 3.6: CODIFICAÇÃO DE DADOS COM CONHECIMENTO PRÉVIO DO USUÁRIO (SPENCE, 2001).....	40
FIGURA 3.7: FACES DE CHERNOFF: ILUSTRA VARIAÇÕES DOS VALORES DE ATRIBUTOS (HTTP://WWW.EPCC.ED.AC.UK/COMPUTING/TRAINING/DOCUMENT_ARCHIVE/SCIVis- COURSE/SCIVis.BOOK_47.HTML).....	41
FIGURA 3.8: ÍCONES MULTIDIMENSIONAIS APLICADOS AO MERCADO IMOBILIÁRIO (SPENCE, 2001).....	41
FIGURA 3.9: ESQUEMA BÁSICO DA TÉCNICA <i>TREEMAPS</i> (JOHNSON, 1991).....	43
FIGURA 3.10: <i>TREEMAPS</i> : REPRESENTAÇÃO VISUAL EXIBINDO A ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA UTILIZADA EM UMA BIBLIOTECA (SHNEIDERMAN, 1992)	43
FIGURA 3.11: ESQUEMA DA TÉCNICA <i>CONE TREE</i>	44
FIGURA 3.12: <i>CONE TREE</i> (ROBERTSON, 1993).....	44
FIGURA 3.13 REPRESENTAÇÃO VISUAL DA TÉCNICA BIFOCAL	45
FIGURA 3.14 REPRESENTAÇÃO VISUAL DA TÉCNICA DE <i>PERSPECTIVE WALL</i>	45
FIGURA 3.15: <i>PERSPECTIVE WALL</i>	46
FIGURA 3.16: REPRESENTAÇÃO DE UMA HIBERBOLIC TREE	47

FIGURA 3.17: HYPERBOLIC TREE BROWSER: VISUALIZAÇÃO DE UM GRAFO UTILIZANDO A BIBLIOTECA H3VIEWER (MUNZNER, 1998)	47
FIGURA 3.18: APLICAÇÃO THEMESCAPE.	48
FIGURA 3.19: UMA REPRESENTAÇÃO DE REDE DE DADOS EM 3D (FURUHATA, 2000).	49
FIGURA 3.20: OPERAÇÃO DE SELEÇÃO DE DADOS EM UM “HISTOGRAMA” TRIDIMENSIONAL NO SAGE HTTP://WWW.CS.CMU.EDU/GROUPS/SAGE/SAGE.HTML (SPENCE, 2001).	50
FIGURA 3.21 - VISUALIZAÇÃO DE TRÁFEGO NO BACKBONE DA NSFNET (CHEN, 1999). ..	50
FIGURA 3.22: ESTRUTURA DO AMORE	51
FIGURA 3.23: BUSCA UTILIZANDO ÁRVORE DE CONES.	51
FIGURA 3.24: LYBERWORLD COMO EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE ÁRVORE DE CONES (CHEN, 1999).	52
FIGURA 3.25: A) SISTEMA DE ARQUIVOS RENDERIZADO EM 2D B) O MESMO SISTEMA DE ARQUIVOS EM 3D C)VISÃO ORTOGONAL D) VISÃO ISOMÉTRICA (HAM, 2002)	53
FIGURA 3.26: METÁFORA DE CIDADE PARA GERENCIAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE (PANAS, 2003).	53
FIGURA 3.27: EXEMPLO DE USO DO VISUALIZADOR DE DADOS COM REALIDADE AUMENTADA (KIRNER[A], 2004).	54
FIGURA 3.28: USUÁRIO BUSCANDO INFORMAÇÕES EM UM BANCO DE DADOS (CHEN, 1999).	54
FIGURA 3.29: INFORMATION PYRAMIDS. (ANDREWS, 1998)	55
FIGURA 3.30: BOTANICAL VISUALIZATION. (ANDREWS, 1998)	55
FIGURA 3.31: PAISAGENS PARA SISTEMAS DE ARQUIVOS. (ANDREWS, 1998)	56
FIGURA 3.32: VISÕES MÚLTIPLAS.	56
FIGURA 4.1: ARQUITETURA DA APLICAÇÃO.	60
FIGURA 4.2: DIAGRAMA DE CASO DE USO PARA O PROTÓTIPO.	61
FIGURA 4.3: DIAGRAMA DE CLASSES PARA O PROTÓTIPO.	62
FIGURA 4.4: DIAGRAMA DE CLASSES DETALHADO PARA O PROTÓTIPO.	62
FIGURA 4.5: DIAGRAMA DE CLASSES DETALHADO PARA O PROTÓTIPO.	63
FIGURA 4.6: DIAGRAMA DE PACOTES PARA O PROTÓTIPO.	64
FIGURA 4.7: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA CONECTAR.	65
FIGURA 4.8: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA DESCONECTAR.	65
FIGURA 4.9: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA VISUALIZAR DADOS.	65
FIGURA 4.10: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA CADASTRAR GRUPOS E USUÁRIOS.	66
FIGURA 4.11: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA REMOVER GRUPOS E USUÁRIOS.	66
FIGURA 4.12: PROTÓTIPO DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO 3D COLABORATIVA BASEADO NA WEB.	67
FIGURA 4.13: AMBIENTE TRIDIMENSIONAL COMPARTILHADO ANUAL.	68
FIGURA 4.14: AMBIENTE TRIDIMENSIONAL INDIVIDUAL MENSAL.	68
FIGURA 4.15: TÉCNICA DE EXIBIÇÃO DE DETELHAS UTILIZADA NO PROTÓTIPO.	69
FIGURA 4.16: FORMAS BÁSICAS.	69
FIGURA 4.17: ALTERAÇÃO DO TAMANHO DO OBJETO.	70
FIGURA 4.18: PROTÓTIPO PARA A EXIBIÇÃO DE UMA INFORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS	70
FIGURA 4.19: UTILIZAÇÃO DE SENSORES EM CADA OBJETO.	71
FIGURA 4.20: SCRIPT	71

FIGURA 4.21: UTILIZAÇÃO DE SENSOR E SCRIPT PARA CONTROLAR A INTERAÇÃO DO USUÁRIO SOBRE UM OBJETO.	72
FIGURA 4.22: APPLET DO <i>WEB INFO 3D</i>.	73
FIGURAS 4.23A: WEB INFO 3D COM TODAS AS MEDIÇÕES MARCADAS REFERENTE A CONSULTA.	74
FIGURA 4.23B: WEB INFO 3D DESMARCANDO A MEDIÇÃO DE GLICOSE NO SANGUE ANTES E DEPOIS DO CAFÉ.	74
FIGURA 4.24: UTILIZAÇÃO DA TRANSPARÊNCIA PARA OCULTAÇÃO DE DADOS.	75
FIGURA 4.25: INSTANCIA DO PROTÓTIPO COM O USUÁRIO ROSEVALDO.	75
FIGURA 4.26: INSTANCIA DO PROTÓTIPO COM O USUÁRIO BRENO.	76
FIGURA 4.27: TANQUE D'ÁGUA PARA COMPARAÇÃO DOS DADOS NO WEB INFO 3D.	77
FIGURA 4.28: ID USUÁRIO PARA COMPARAÇÃO DOS DADOS NO WEB INFO 3D.	78

RESUMO

Atualmente graças ao exponencial processo evolutivo dos equipamentos de hardware, principalmente os relacionados ao armazenamento de dados, é possível armazenar enormes quantidades de dados, de todos os tipos possíveis, em uma base centralizada e/ou distribuída. Há alguns anos atrás pouco se sabia o que fazer com tamanha quantidade de dados armazenados, nos dias atuais já se sabe que a organização que melhor dominar as informações provenientes do meio é que mais chance terá de ser bem sucedida.

Baseado nas premissas citadas é necessário que os responsáveis pela tomada de decisão utilizem ferramentas de visualização de informação para auxiliar no processo decisório, fazendo com que o mesmo se torne mais confiável, rápido, intuitivo e preciso.

A visualização de informação utiliza técnicas de apresentação de dados com o objetivo de torná-los mais perceptíveis e intuitivos para o usuário, entretanto quando há a necessidade de apresentar grandes quantidades de dados, a visualização fica prejudicada por vários motivos. Para solucionar este problema de visualização, a utilização da Realidade Virtual (RV) se torna bastante útil devido à possibilidade que esta interface proporciona tal como interação e navegabilidade, características que tornam a visualização mais produtiva e interessante. Contudo, normalmente a tomada de decisão não é feita por uma única pessoa, e as ferramentas em sua grande maioria são monousuárias, prejudicando a tomada de decisão, principalmente se as pessoas estiverem distantes umas das outras. Com um ambiente colaborativo de visualização de dados, é possível discutir sobre a mesma visão de dados diminuindo o tempo e equívocos desnecessários para a tomada de decisão.

Este trabalho tem por objetivo projetar e implementar uma ferramenta de visualização de informação em um ambiente virtual tridimensional colaborativo para auxiliar o usuário na tomada de decisão descentralizada. Para tanto, foi utilizado no desenvolvimento desta ferramenta característica das áreas de Banco de Dados, Visualização de Informação e Ambientes Virtuais Colaborativos.

Palavras-Chave: Banco de Dados, Visualização de Informação, Ambientes Virtuais Colaborativos, Ambientes Virtuais Tridimensionais.

ABSTRACT

Now thanks to the exponential evolutionary process of the hardware equipments, mainly the related to storage of data, it is possible to store enormous amounts of data, of all possible types, in a centralized base and/or distributed. There are some a little years ago was known what to do with such amount of stored data, in the days you act is known already that the organization that best to dominate the coming information of the is half that more chance will have to be well happened.

Based on the mentioned premises is necessary that the responsible for the take of decision use tools of information visualization to aid in the ruling process, doing with that the same if turns more reliable, fast, intuitive and accurate.

The information visualization uses techniques of data presentation with the objective of turning them more perceptible and intuitive for the user, however when there is need to present great amounts of data, the visualization is prejudiced for several reasons. To resolve this visualization problem, the use of the Virtual Reality (VR) if it turns essential due to the possibility that this interface provides just as interaction and navigability, characteristics that turn the most productive and interesting visualization. However, usually the ruling of decision is not made by a single person, and the tools in his great majority are mono-users, harming the ruling decision, mainly if the people are distant some of the other ones. With a collaborative environment of data visualization, it is possible to discuss on the same vision of data decreasing the time and unnecessary misunderstandings to the ruling decision.

This work has for aim project and implementation a tool of information visualization in an environment three-dimensional virtual collaborative to aid the user in the ruling decentralized decision. Therefore it was used in the development of this characteristic tool of the areas of Database, Information Visualization and Collaborative Virtual Environments.

Key-Words: Database, Information Visualization, Collaborative Virtual Environments, Tridimensional Virtual Environments.

Capítulo 1

Considerações Iniciais

Este capítulo faz uma breve introdução aos aspectos relevantes que motivaram a elaboração deste trabalho, além dos seus objetivos e sua organização.

1.1 Introdução

Com o avanço da tecnologia de comunicações, dos equipamentos de aquisição de imagens, dados e sinais em geral, e dos computadores que permitem simular sistemas cada vez mais complexos, tem-se disponibilizado um grande volume de informações de diversas origens e formatos. Usuários acessando essas grandes e diversificadas bases de dados ou realizando buscas na Internet obtêm facilmente um volume enorme de informações, dentre as quais muitas podem ser irrelevantes para os objetivos da tarefa a ser realizada pelos usuários. Assim, a sobrecarga de informações é uma das principais preocupações na representação de resultados obtidos através de mecanismos de recuperação de informações. Uma abordagem para contornar as dificuldades de selecionar as informações relevantes dentre os resultados de buscas, é utilizar técnicas de visualização de informações através das quais os usuários obtêm uma representação visual que, se por um lado abstrai detalhes do conjunto de informações, por outro propicia uma organização desse conjunto segundo algum critério.

A Visualização de Informações é uma área de aplicação de técnicas de computação gráfica, geralmente interativas, visando auxiliar o processo de análise e compreensão de um conjunto de dados, através de representações gráficas manipuláveis. Uma técnica de visualização é baseada numa representação visual e em mecanismos de interação que possibilitam ao usuário manipular essa representação de modo a melhor compreender o conjunto de dados ali representado. Existem vários níveis de apresentação de dados, o nível de abstração a ser utilizado será o de mais alto nível, pois frequentemente não há relação direta entre os dados em uma entidade física ou geométrica, os níveis mais baixos de abstração não interessam muito aos usuários, pois os mesmos não querem saber o funcionamento das consultas e sim observar as características ou padrões no conjunto de dados a ser estudado.

A realidade virtual (RV), como tecnologia, vem buscando aprimorar as formas de interface entre homem e computador através da imersão do usuário nas aplicações, imersão esta produzida por dispositivos especiais como capacetes, luvas e rastreadores de movimento.

O aprimoramento provido pela RV pode representar um ganho significativo em termos da qualidade interativa das aplicações, principalmente por que a RV pode proporcionar modos mais intuitivos dos usuários interagirem com estas aplicações. Isto, entretanto, só é possível se esta nova tecnologia de fato possibilitar ao usuário, a execução de ações como seleção, manipulação de objetos e navegação dentro dos ambientes virtuais (AV), aproveitando seus conhecimentos sobre o mundo real.

Os ambientes virtuais podem ser classificados quanto à participação do ser humano em: monousuário, multiusuário e colaborativo. Este trabalho tem como enfoque os ambientes virtuais colaborativos (AVC), que são ambientes onde vários usuários interagem em um mesmo ambiente em prol de solucionar um determinado problema, ou seja, os usuários irão colaborar entre si de forma que possam atingir um determinado objetivo, sendo este comum a todos.

Levando-se em consideração as características de RV e Visualização de Informação apresentada anteriormente, este trabalho se propõe à utilização de ambientes virtuais colaborativos para visualização de informação, ou seja, propõe que vários usuários interajam entre si em um mesmo ambiente com objetivos comuns, que no caso deste trabalho será a de proporcionar uma Visualização de Informação (VI) sobre determinados dados a serem analisados por vários usuários, ao mesmo tempo, colaborando entre si em suas opiniões, tendo como objetivo comum uma tomada de decisão.

O desejado para a visualização da informação no ambiente a ser gerado seria utilização de periféricos não convencionais para o controle dos dados, porém seus custos ainda são proibitivos. Portanto a realidade virtual a ser utilizada neste trabalho será a RV não-imersiva. Contudo, encontra-se outro problema, “o quão fácil é manipular um AV tridimensional com vários botões e atalhos com periféricos bidimensionais (*mouse* e teclado)?”. Tentando contornar este problema, desenvolveu-se um protótipo que abstrai os botões de navegação convencionais e permite interagir com o ambiente através de botões e barras de rolagem na interface bidimensional. O protótipo foi desenvolvido com as seguintes tecnologias: *Virtual Reality Modeling Language* (VRML), para a construção dos AV, *External Authoring Interface* (EAI) que é uma interface que permite a comunicação

entre o VRML e JAVA, linguagem JAVA, que fornece todo o suporte de rede e faz a comunicação com o a linguagem SQL, que é a responsável pela consulta ao banco de dados para extração dos dados a serem gerados graficamente.

1.2 Objetivos e Contribuições

O principal objetivo desta dissertação é a aplicação de Ambientes Virtuais Colaborativos para a área de Visualização de Informação. As técnicas de visualização de informação unidas com as técnicas de ambientes virtuais colaborativos poderão melhorar e enriquecer a percepção e entendimento das informações mostradas, bem como, distribuir a responsabilidade da tomada de decisão. O AVC poderá ser acessado pelos usuários locais ou localizado remotamente em qualquer parte do planeta.

Serão utilizadas técnicas de visualização de informação, realidade virtual, programação, engenharia de software, redes de computadores e banco de dados para o desenvolvimento de um protótipo que disponibiliza a tomada de decisão isoladamente ou em grupo, sendo que esta decisão pode ser tomada uma de cada vez ou ambas ao mesmo tempo.

1.3 Organização do Trabalho

O restante do trabalho está dividido da seguinte forma:

No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica à cerca de Realidade Virtual, e Ambientes Virtuais Colaborativos, bem como suas aplicações.

No Capítulo 3 é apresentada a fundamentação teórica sobre as técnicas de Visualização de Informação, bem como suas características e aplicações.

No Capítulo 4 é mostrado o protótipo desenvolvido, denominado *WEB INFO 3D*, com suas características, arquitetura, diagramas UML e imagens do protótipo.

Finalmente, no Capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões à cerca do trabalho desenvolvido e propostas para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Ambientes Virtuais Colaborativos.

*Este capítulo trata de Ambientes Virtuais (AV),
Formas de AV, Formas de Interação em AV,
Ambientes Virtuais Colaborativos (AVC) e por
fim Aplicações de AVC.*

2.1. Ambientes Virtuais.

Ambientes Virtuais (AV) são um novo tipo de interface a qual atenta para um modelo real ou imaginário usando o poder da Realidade Virtual (RAYMOND, 1999). Um AV pode ser considerado também, uma tecnologia capaz de mudar o indivíduo de um ambiente para outro sem movê-lo fisicamente (ÇAPIM, 1999). Ambientes Virtuais utilizam alta tecnologia para convencer o usuário de que estão em outra realidade: um novo meio de “estar” e “tocar” em informações (PIMENTEL, 1995).

Estes ambientes trabalham em tempo real e permitem que os usuários naveguem e interajam com imagens 3D. A pretensão de qualquer AV é imitar ações que são realizadas no mundo real, de tal forma que os participantes possam imergir no ambiente. Aplicações utilizando AVs oferecem aos participantes, todo um conjunto de possibilidades, tais como: colaboração, imersão, interação, entre outras. Estas aplicações foram previamente projetadas para utilizarem as interfaces dos computadores, como: *mouse*, teclado, luvas, capacete e outros.

Uma aplicação que utilize RV deve proporcionar imersão e interação e ainda estimular a imaginação formando assim uma trilogia (BURDEA, 1994), como pode ser visto na Figura 2.1.



FIGURA 2.1: ELEMENTOS DE UM AMBIENTE VIRTUAL.

Estes elementos dão ao usuário uma sensação de imersão, e a reunião de todos eles resulta em um ambiente interativo completo, ou seja, faz com que o usuário tenha a sensação de estar em um ambiente real, porém simulado por um computador. Através de

um ambiente deste nível o usuário pode “navegar” por locais como lojas, escolas, cidades e pontos turísticos pouco explorados do planeta, “interagir” com objetos virtuais como copos, cadeiras, óculos, vasos, tudo isso a partir de uma imagem tridimensional gerada por computador.

2.2. *As Várias Formas de Realidade Virtual*

Há uma variedade de formatos e sistemas que são chamados de Sistemas de Realidade Virtual (SRV), contudo, uma classificação mais detalhada se faz necessária levando-se em consideração o conceito de RV. Um SRV deve possuir três características básicas: responder às ações do usuário, possuir gráficos 3D em tempo real e dar a sensação de imersão. Não basta ter apenas uma ou duas destas propriedades, todas deveriam estar presentes simultaneamente (PIMENTEL, 1995).

A imersão é considerada como o principal aspecto de um SRV. Do ponto de vista da visualização, um SRV imersivo normalmente é baseado no uso de capacete ou de sala de projeção (Figura 2.3), enquanto um SRV não-imersivo baseia-se no uso de monitores de vídeo (Figura 2.4).



FIGURA 2.3: RV IMERSIVA.



FIGURA 2.4: RV NÃO IMERSIVA.

Levando-se em consideração os ambientes que apresentam características para SRV e interfaces não convencionais, pode-se classificar (PIMENTEL, 1995; KIRNER, 1998; PINHO[a], 1998):

- **Sistemas de Realidade Virtual:** o usuário participa de um mundo virtual gerado no computador, usando dispositivos sensoriais de percepção e controle, um esquema pode ser visto na Figura 2.5.

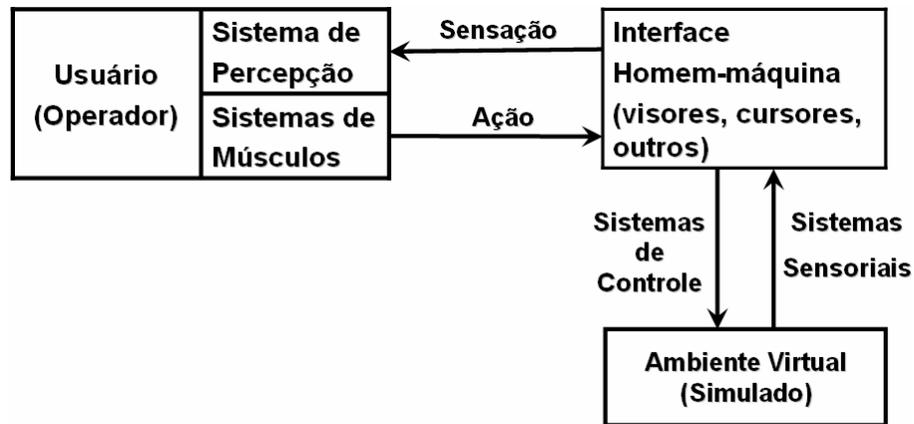


FIGURA 2.5: AMBIENTE VIRTUAL (KIRNER, 1998).

- **Telepresença:** faz uso de câmeras de vídeo e microfones remotos para imergir o usuário em um lugar diferente, utilizando-se para isso uma interface homem-máquina, um telerobô e uma ambiente remoto, como pode ser visto na Figura 2.6 e Figura 2.7. Os controles de robôs utilizados em explorações planetárias são os exemplos mais imediatos de aplicação desta tecnologia, mas há, também, um enorme potencial para seu uso em medicina e em procedimentos cirúrgicos; médicos já usam câmeras de vídeo e cabos de fibra óptica para examinarem órgãos internos dos pacientes. Com RV, eles poderiam ir para o “lado de dentro” do paciente para direcionar seu trabalho ou acompanhar o trabalho de outros colegas.



FIGURA 2.6: SISTEMA DE TELEPRESEÇA (KIRNER, 1998).



FIGURA 2.7: SISTEMA DE TELEPRESEÇA.

- **Cabina de Simulação:** simuladores para pilotos de avião são os exemplos mais familiares de simulação baseada em cabines, como na Figura 2.8. O

usuário toma assento dentro de uma cabine projetada em detalhes para lembrar o interior de um avião, onde, à sua frente, há uma janela virtual implementada por uma tela de computador, que apresenta imagens de alta resolução. Em alguns casos, a cabine pode se movimentar de acordo com as ações do usuário, desde que a mesma seja montada numa plataforma móvel.



FIGURA 2.8: IMAGEM DE UMA INTERNA SIMULADA EM UMA CABINE DE AVIÃO.

- **Realidade Projetada:** são usadas salas para projetar vídeos, cujo tamanho das telas de projeção corresponde ao tamanho de cada parede da sala. Assim, os usuários têm a sensação de que estão totalmente imersos num mundo virtual, em vez de ver o mundo através da tela de um computador. Como por exemplo, na Figura 2.9.

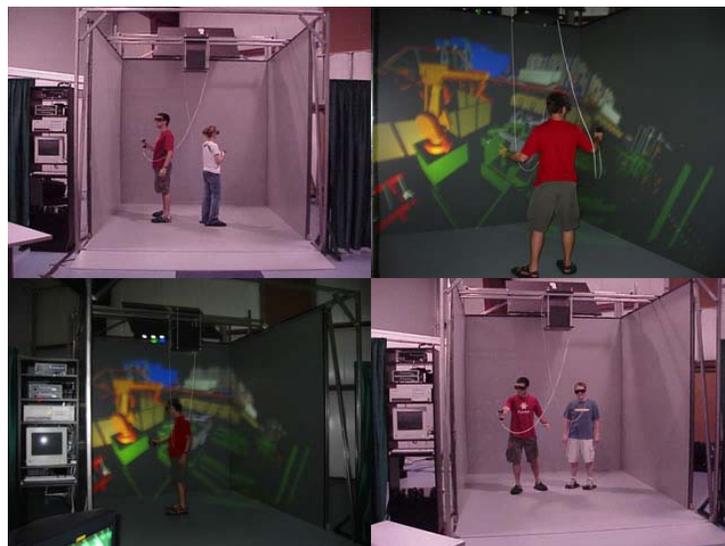


FIGURA 2.9: CAVE.

- Realidade Aumentada/Melhorada:** é uma combinação de visão do ambiente real com o ambiente virtual. O ponto crítico desses tipos de sistemas é a superposição exata do mundo virtual com o mundo real, realidade aumentada ou a sobreposição com acréscimo de informações que não podem ser visualizadas ou mensuradas a olho nu, realidade melhorada (Figura 2.10). A realidade aumentada/melhorada utiliza dispositivos especiais para visualização, como óculos e capacetes, semitransparentes, que podem projetar dados, diagramas, animações e gráficos 3D, sendo que esta projeção ainda pode ter a possibilidade de melhorar tanto espectralmente quanto espacialmente (BOWSKILL, 1995). Essas aplicações visam ajudar pessoas que necessitam simultaneamente estar no mundo real e também estar habilitada a acessar informações adicionais para executar seu trabalho (Figura 2.11 e Figura 2.12).

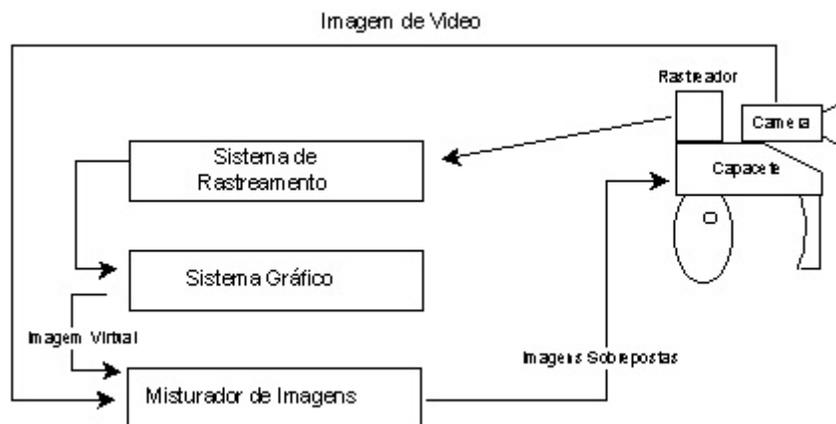


FIGURA 2.10: REALIDADE AUMENTADA (KIRNER, 1998).



FIGURA 2.11: REALIDADE AUMENTADA NA INDÚSTRIA.



FIGURA 2.12: REALIDADE AUMENTADA E MELHORADA EM GEOLOGIA.

- **Desktop RV ou RV não Imersiva:** é um subconjunto dos SRV tradicionais. Em vez de dispositivos de visualização não convencionais, como capacetes e óculos, um monitor de computador ou sistema de projeção é usado para apresentar o mundo virtual (Figura 2.13). Esta é uma escolha bastante popular, devido às dificuldades financeiras em se adquirir periféricos não convencionais para RV por parte da maioria dos usuários comuns.



FIGURA 2.13: AMBIENTE TRIDIMENSIONAL NÃO-IMERSIVO.

2.3. Formas de Interação em Ambientes Virtuais

As principais formas de interação em RV são (PINHO, 1996):

- **Movimentação ou navegação:** é uma das interações mais comuns encontradas em ambientes virtuais. Dentro de um mundo tridimensional virtual, pode-se caminhar, correr, flutuar, voar, nadar, e podem-se manipular essas ações com diversos dispositivos, desde *mouse* até luvas.
- **Seleção:** Seleção em mundos virtuais implica em escolher (selecionar) um objeto com o qual se deseja interagir.
- **Manipulação:** Manipular um objeto em ambiente virtual consiste em mudar o posicionamento do objeto ou mudar sua orientação.
- **Escala:** Escala refere-se às dimensões em que o mundo ou um objeto será apresentado ao usuário, podendo até defini-la em tempo real.
- **Interação por Janela e Menu Virtual:** os objetos virtuais são dispositivos de controle ou sensores para ativar uma determinada atividade.
- **Criação de objetos:** Consiste na criação de um novo objeto dentro do ambiente virtual

2.4. Ambientes Virtuais Colaborativos (AVC)

A motivação para o desenvolvimento de ambientes virtuais colaborativos foi a necessidade que o ser humano possuía em trabalhar de maneira engajada com outros participantes manipulando objetos compartilhados ao mesmo tempo para juntos resolverem um determinado problema (RAPOSO, 2001).

Para que um ambiente virtual possa ser classificado como um AVC ele precisa primeiramente satisfazer duas condições, que são:

- Existência de um acesso simultâneo a um sistema de Realidade Virtual e
- Suporte explícito das necessidades dos utilizadores que pretendam trabalhar em conjunto.

Uma das definições atualmente mais utilizadas em conferências sobre o tema é apresentada a seguir (CHURCHILL, 2001):

“Um AVC é um espaço virtual, ou conjunto de espaços, baseado em computador e distribuído. Em tal espaço, pessoas podem se encontrar e podem interagir com outras pessoas, com agentes ou com objetos virtuais. AVC podem variar em sua riqueza representacional, espaços gráficos 3D, 2.5D e 2D, para ambientes baseados em texto. O uso de AVC não significa estar limitado a dispositivos desktop, mas poderia muito bem ser utilizado em dispositivos móveis ou wearable devices, quiosques públicos, etc.”.

Esta definição torna claro que, embora AVC seja normalmente associado com ambientes de gráficos 3D, nem sempre é o caso.

2.4.1. Características de um AVC

As principais características de um AVC (CHURCHILL, 2001) (RODELLO, 2001):

- ***Contexto Compartilhado:*** característica dos usuários poderem compartilhar o ambiente, objetos e informações.
- ***Consciência de Outros Indivíduos:*** compreender as atividades de outros usuários que provêm um contexto para sua própria atividade, de forma síncrona ou assíncrona.
- ***Negociação e Comunicação:*** permitir respectivamente a delegação de tarefas aos usuários de uma atividade comum, e a troca de informações entre os usuários sobre o desenvolvimento das tarefas.
- ***Pontos de Vista Flexíveis e Variados:*** permitir tomar decisões mais adequadas sobre as suas atividades e em relação às atividades de outros usuários.

2.4.2. Requisitos de um Software AVC

O acesso multiusuário simultâneo é uma condição necessária, mas não suficiente para que um ambiente virtual seja um AVC. A seguir são apresentadas considerações sobre alguns aspectos de hardware e do software de AVC (SINGHAL, 1999; CHURCHILL, 2001; DIEHL, 2001):

- Boa largura de banda, devido à vazão dos dados pela rede, motivo pelo qual determina o tamanho e riqueza do ambiente virtual.

- Menor latência possível, pois a mesma está diretamente ligada aos atrasos dos quadros que afetam diretamente o desempenho humano, pode-se dizer que é o termômetro da eficiência da aplicação.
- Modelo de comunicação depende do propósito do AVC e do número de participantes, e pode ser centralizado (apresentando gargalo), ou distribuído, (apresentando uma camada a mais), o que pode ocasionar aumento da latência.
- Protocolo de comunicação padrão da internet, TCP (*Transmission Control Protocol*) para dados confiáveis, criação de um objeto visual, e UDP (*User Datagram Protocol*) para dados não confiáveis, dados de movimentação.
- Modelo de armazenamento pode ser centralizado, problemas com escalabilidade, ou distribuídos, onde o ambiente virtual pode ser replicado ou particionado.
- Interação pode se dar entre usuário-mundo ou usuário-usuário, e deve-se estabelecer um bom balanceamento entre interatividade e realismo.
- Boa confiabilidade para dados críticos, como mensagens de texto. Alguns dados não são tão críticos, como pacotes de voz ou vetores de movimento juntar com protocolos.
- Animações/simulações devem ser baseadas em frames para não haver perda de sincronismo entre máquina com capacidade computacional diferente.
- Política de compartilhamento de objetos.

2.5. Aplicações de Ambientes Virtuais Colaborativos

Nesta seção serão apresentadas algumas aplicações sobre AVC juntamente com um breve comentário sobre cada uma delas.

O projeto NICE (*Narrative Immersive Constructionist/Collaborative Environments*) foi desenvolvido utilizando as teorias construtivistas, narrativa e colaborativa para ensino. O Nice foi desenvolvido para ser utilizado primariamente sob a plataforma CAVE (Figura 2.14), mas pode ser utilizado também com equipamentos similares menos onerosos. Existe um módulo para WWW que permite o acesso ao mesmo ambiente.



FIGURA 2.14: ALUNO INTERAGINDO COM O AMBIENTE DO NICE (JOHNSON, 1999).

O NICE é um AVC desenvolvido para alunos (crianças) visitarem um jardim com o objetivo de mantê-lo “vivo”. Neste ambiente os alunos podem colaborar entre si para a conclusão da tarefa (Figura 2.15) (JOHNSON, 1999).



FIGURA 2.15: REPRESENTAÇÃO DE VÁRIOS ALUNOS (AVATARES) NO AMBIENTE (JOHNSON, 1999).

Uma outra ferramenta de ensino aprendizagem em AVC foi desenvolvida na Universidade Federal do Pará (UFPA) no curso de pós-graduação de engenharia elétrica. Esta ferramenta denomina-se LVCEE (Laboratório Virtual Colaborativo de Engenharia Elétrica) (MEIGUINS[a], 2002) e tem por objetivo auxiliar os alunos de graduação em engenharia elétrica no seu aprendizado de circuitos elétricos (Figura 2.16).

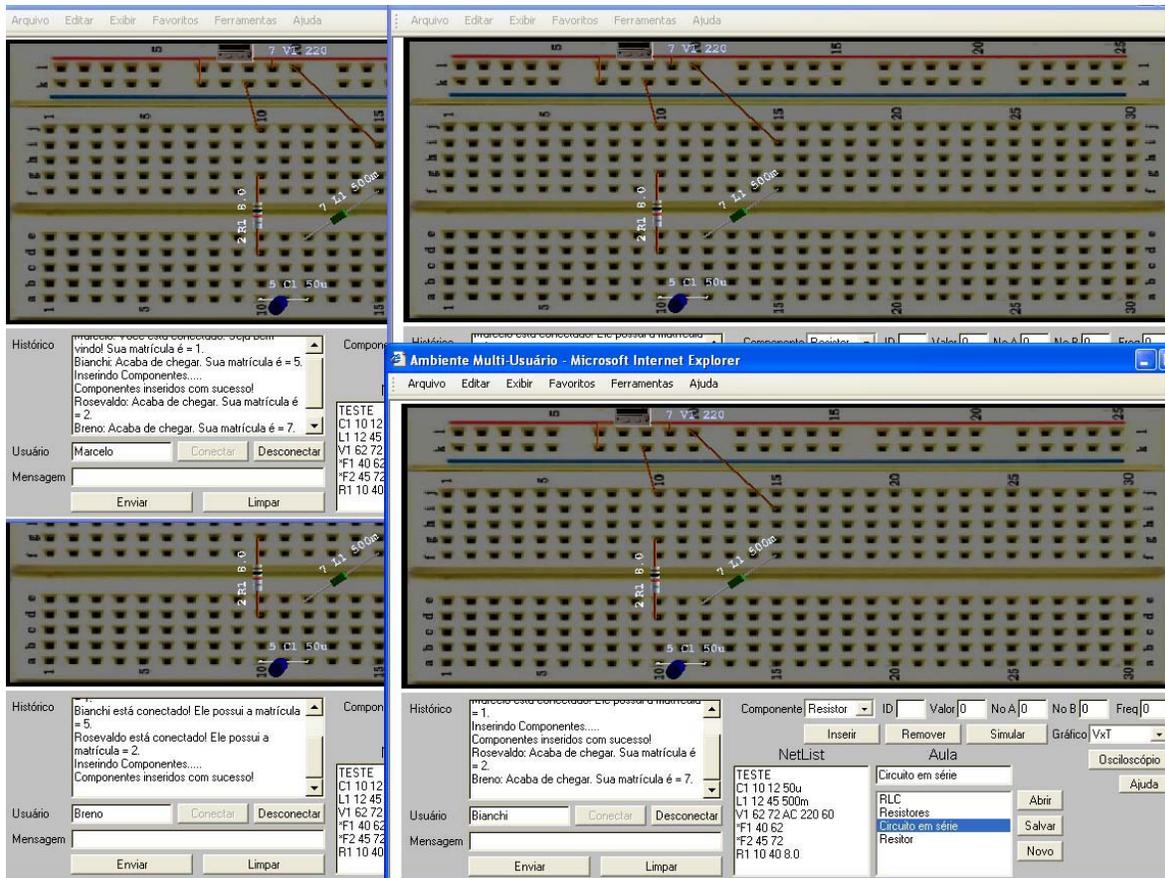


FIGURA 2.16: LVCEE COM QUATRO USUÁRIOS INTERAGINDO NO MESMO EXPERIMENTO (MEIGUINS[a], 2002).

Um protótipo de AVC com visualização de informações climáticas foi desenvolvido com as linguagens Java e Java3D. Este ambiente colaborativo de geovisualização permite usuários visualizarem e manipularem simultaneamente dados climáticos multivalorados, compartilhar conhecimento e identificar padrões de tempo-espaço e processos (Figura 2.17).

Neste protótipo de AVC com VI, os usuários estão habilitados a controlar os parâmetros de animação, tais como: o esquema de cor usado para representar o dados e os controles de manipulação do ambiente 3D compartilhado para forçar que o usuário preste atenção em um determinado espaço de dados.

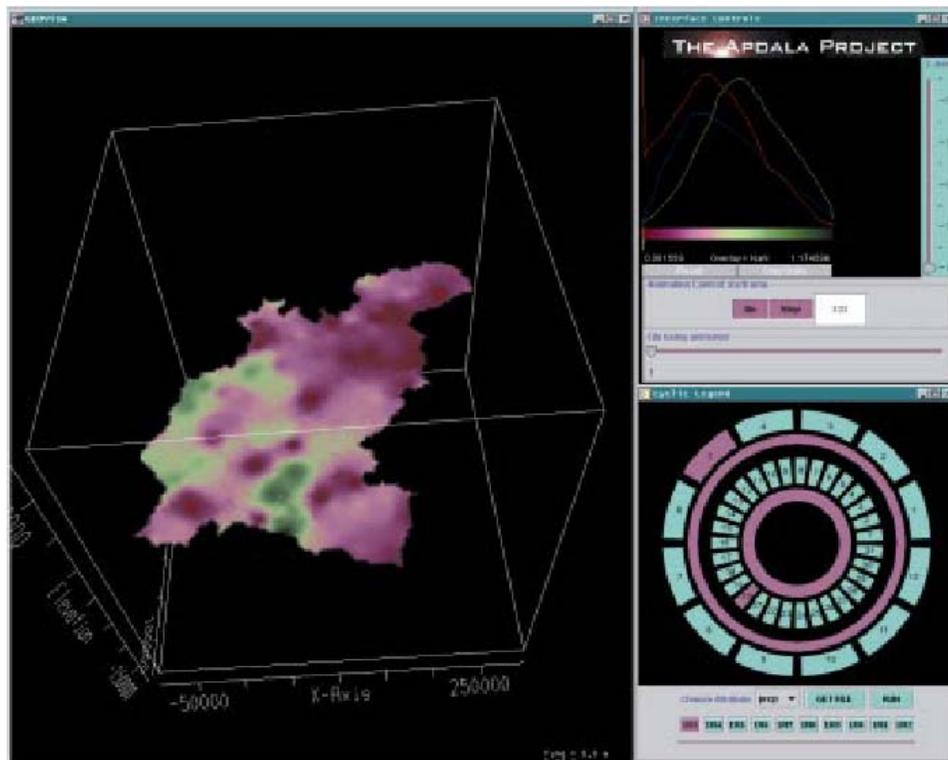


FIGURA 2.17: PROTÓTIPO DE UM AMBIENTE COLLABORATIVO DE GEOVISUALIZAÇÃO, VISÃO DE UM USUÁRIO.

Capítulo 3

Visualização de Informação

Neste capítulo tratará da Visualização de Informação (VI), VI em Ambientes Tridimensionais, Modelos de Interação, Características das ferramentas de VI, Tipos de dados, Regras para um bom gráfico em VI, Representação de dados, Técnicas de Visualização e Aplicações de VI em Ambientes Tridimensionais

3.1. Visualização e Visualização de Informação

Nos dias atuais, há uma grande quantidade de informação eletronicamente armazenada em bancos de dados e repositórios de informações eletrônicas. Na maioria dos casos, a análise dessas informações é feita na forma de relatórios tabulares e planilhas eletrônicas. Esses relatórios na maioria das vezes são apresentados com poucos dados (5 colunas e 20 linhas) ou grande quantidade de dados (300 páginas de relatório detalhados, com 20 colunas e 40 linhas por página). Na primeira opção, o usuário perde informação, na segunda opção o usuário se perde nas informações. Além disso, pode-se citar que os relatórios tabulares limitam a percepção do usuário, pois não se adaptam muito bem em representar outros tipos de informações não numéricas, como texto ou imagens.

Stasko (2000) define a visualização como o uso de imagens para representação de informação de forma mais significativa para o usuário. Ela possui vários enfoques diferentes, tais como: Visualização Científica, Visualização de Informação, Visualização Geográfica, Visualização de Negócios, Visualização Estatística, Visualização de Processo e Visualização de Software, etc. Todos os tipos de visualização compartilham uma meta comum: transformar dados em algo com mais significado, ou seja, uma representação visual útil de forma que o observador humano possa ter um melhor entendimento. Atualmente, essa transformação é realizada com o auxílio do computador através de recursos gráficos.

O uso de técnicas de visualização de informação para melhorar o processo de busca e tomada de decisão sobre essa grande quantidade de informações tem se tornado cada vez mais utilizada.

Mesmo antes do advento da computação, a visualização de informação era utilizada para perceber o relacionamento entre os dados, como foi o caso de epidemia de cólera em um bairro de Londres em 1845 (SPENCE, 2001). A relevância para visualização de informação está clara na Figura 3.1. É possível observar o mapa da área: pontos em preto representam mortes individuais por cólera e “x” marca as posições das bombas de água. O doutor John Snow, criador do mapa, observou que a maioria das mortes estava concentrada ao redor da bomba da Rua Broad, esta abstração pode ser melhor entendida com a sobreposição de circunferências na Figura 3.1 original com o mesmo diâmetro em todas as bombas de água para melhor visualizar ou identificar qual bomba de água possui o maior índice de mortes. Com a identificação da bomba

de água e desligamento da mesma houve uma diminuição significativa no número de mortes por cólera.



FIGURE 3.1: EXEMPLO DO USO DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO PARA CONTROLE DA EPIDEMIA DE CÓLERA EM LONDRES EM 1845 (SPENCE, 2001).

Assim, a visualização permite que as pessoas usem uma ferramenta natural de observação e processamento, os olhos tal como o cérebro deve extrair conhecimento de maneira mais eficaz e de forma mais perceptível (GERSHON, 1995).

A informação normalmente é algo não espacial ou abstrata. Portanto, para se criar uma boa visualização aos usuários é necessária a apresentação das informações em um espaço físico

familiar, com um contexto conhecido, podendo assim representar relações contidas nos dados para que se torne uma informação útil e de credibilidade, percebida de maneira muito mais simples e rápida pelo usuário (GERSHON, 1995).

Enquanto o termo "visualização de informação" está começando a ser utilizado, a meta realmente é a "percepção de informação". O último significa um uso mais rico e simultâneo de vários sentidos, inclusive som e toque, aumentando assim a taxa à qual as pessoas podem assimilar e podem entender a informação (CARD, 1999).

A visualização de informação se apresenta das mais variadas formas possíveis, contudo para se ter um bom entendimento do que é este campo emergente de conhecimento, deve-se primeiramente entender três coisas importantes, que são (CHEN, 1999):

- Porque visualização de informação?
- O que é visualização de informação?
- Como utilizar a visualização?

Todas estas indagações são importantes para bom entendimento deste campo, por isto nas próximas seções serão descritas com mais detalhes estas três questões.

3.1.1. Por que Visualização de Informação?

Alguns dos motivos pelos quais a visualização de informação vem se tornando uma área bastante requisitada nas mais variadas áreas são:

- a explosão de informação disponível na WWW e
- explosão de dados armazenados em computadores pessoais em função do crescente aumento de tamanho de disco rígido.

A visualização de informação consegue prover ao ser humano a percepção de vários tipos de informação em um ambiente visual, algo que as outras interfaces não conseguem, como por exemplo:

- visualizar tendências facilmente nos dados;
- visualizar intervalos de dados ou entre dados;
- identificar máximos e mínimos;
- identificar limites;

- identificar agrupamentos de dados e
- visualizar uma grande quantidade de dados simultaneamente na tela de computador;

Estes são alguns dos motivos pelo qual a visualização de informação se faz interessante. Contudo ainda é necessário saber o que é visualização de informação, e esta será explicada com detalhes na próxima seção.

3.1.2. O que é Visualização de Informação?

A visualização de informação, segundo Card (1999), é o uso de representação visual, interativa e suportada por computador, de dados abstratos para ampliar a cognição do usuário. O objetivo de representar dados abstratos visualmente consiste em auxiliar os indivíduos a enxergarem alguma alteração nos padrões ou fenômeno ocorridos nos dados, usando a percepção para diminuir o esforço cognitivo. Este processo é denominado de “cristalização do conhecimento” (CARD, 1999). O processo de cristalização do conhecimento se dá quando um indivíduo coleta dados para um propósito específico, analisa-os através de estruturas de representação e então analisa e modifica todas essas formas de representação para comunicar algo a alguém ou tomar uma decisão. Por exemplo, um empregado de uma empresa recebe a tarefa de comprar um determinado equipamento para o seu projeto. Ele faz uma pesquisa de mercado para identificar as características do equipamento de diferentes marcas e cotar os preços, obtendo uma série de dados. Antes de apresentar os dados ainda brutos para o grupo em uma reunião, ele pode montar uma tabela com os produtos organizados nas linhas da tabela e suas características nas colunas. Com essa representação, ele pode identificar padrões entre vários equipamentos, fazer comparações e organizar os dados para apresentá-los mais facilmente durante a reunião, auxiliando na visualização dos dados e na tomada de decisão.

Entretanto, ao se fazer a representação visual dos dados, o mapeamento deve preservá-los. Assim, para tentar solucionar este problema, um modelo de referência deverá mapear os dados em formas visuais aplicando aos mesmos uma série de transformações tornando-os uma visualização (CARD, 1999).

Quando se pensa em criar ou utilizar uma ferramenta de visualização de informação, deve estar claro o domínio, dados e processos de *workflow* que neles serão representados, pois qualquer alteração desses itens pode resultar em uma nova ferramenta, escolhida ou

desenvolvida. Pesquisa citada por Brath (1997) com 130 projetos de aplicação de visualização para clientes corporativos mostrou que estes clientes não querem uma visualização genérica. Ao invés disso, eles querem uma solução visual que cumpra uma necessidade específica. Todos os 130 projetos para visualizações de informações foram diferentes.

A visualização de informação (às vezes chamada de visualização de negócios, ou simplesmente visualização) é uma representação visual interativa que transforma dados abstratos em uma representação visual que é compreendida prontamente por um usuário, podendo então gerar um novo conhecimento da relação entre os dados. Pode ser usada para tarefas como identificação, correlação multivariada, procura, consulta, exploração e comunicação. Os dados são tipicamente quantitativos ou categorizados, mas também pode incluir: texto não estruturado, tipos de mídias diferentes e objetos estruturados (SPENCE, 2001) (CARD, 1999).

Há um campo relacionado, e algumas vezes sobreposto, à visualização de informação chamada de “visualização científica”. A visualização científica se preocupa em representar visualmente uma simulação tridimensional de uma “coisa” física real, por exemplo, nuvens fluindo através de uma cadeia de montanhas, dada certa condição do vento. Este texto não trata de visualização científica, entretanto muitas das técnicas que serão apresentadas são pertinentes às duas áreas.

Desenvolver um sistema de visualização de informação pode não ser uma tarefa trivial. De acordo com Freitas (2001), os itens que podem aumentar essa complexidade são:

- Necessidade de criação de uma metáfora visual que permita codificar visualmente o conjunto de informações com o grau de fidelidade necessário à aplicação.
- Mecanismos de interação necessários para manipular os freqüentemente, volumosos e/ou complexos conjuntos de dados.
- Implementação freqüente de algoritmos geométricos complexos tanto para a criação da representação visual como para sua manipulação.
- Integração com sistemas de mineração de dados, já que a busca de facilitar o entendimento dos dados passa pelo reconhecimento de padrões, estruturas e outras informações ocultas no próprio conjunto de dados.

3.1.3. Como utilizar a Visualização?

Offloading é a tarefa de assimilação de informação pelo sistema de percepção com o sistema cognitivo. Isto significa que as pessoas obtêm a informação de forma que o olho pode distinguir características relevantes tão rapidamente que o cérebro só consegue processar a informação posteriormente (CARD, 1996). O sistema de percepção opera por volta de 10 a 100 milissegundos de tempo. Os sistemas cognitivos operaram por volta de centenas de milissegundos há vários minutos. Se as pessoas pudessem obter a informação tal qual o processo de sistema perceptivo, poder-se-ia agilizar a tarefa de assimilação de informação pelo ser humano.

Cleveland e McGill (1984) observaram que as pessoas realizam tarefas de percepção diferentes associadas com interpretação visuais de informações quantitativas com graus diferentes de precisão, ou seja, a apresentação tem de possuir características em que o olho humano possa perceber as diferenças rapidamente. Algumas das características incluídas nesta percepção são:

- posição;
- comprimento;
- ângulo e Forma;
- área;
- volume e
- cor e Densidade (brilho).

O ser humano ao visualizar os dados apresentados no espaço de exibição já com as características de melhoria de percepção poderá abstrair conhecimento dos dados apresentados de forma rápida e eficiente. Isto melhora o desenvolvimento do sistema visual, significando que as pessoas podem adquirir muito mais conhecimento de um espaço de visualização gráfica, mais rápido do que as pessoas poderiam visualizar e entender em um texto.

Os projetistas de interface podem aperfeiçoar o processo de apresentação dos dados trocando algumas das cargas cognitivas de recuperação de informação ao sistema de percepção.

Codificando propriedades adequadamente por tamanho, posição, forma, e cor, podem-se reduzir grandemente a necessidade por seleção explícita, ordenando, e esquadrihando operações (SHNEIDERMAN, 1994).

3.2. Visualização de Informação em Ambientes Tridimensionais

Uma nova tendência no projeto de interfaces é a produção de interfaces tridimensionais para dar suporte ao armazenamento e a recuperação de textos e dados abstratos (BREWER, 2000). A crença comum atrás desta tendência é que a representação tridimensional do mundo real permite uma percepção mais direta entre as informações do ambiente e suas representações eletrônicas (BREWER, 2000).

Para ambientes virtuais tridimensionais a interação é fundamental para melhorar a percepção. Assim, o desenvolvedor deve lançar mão das mais diversas técnicas, tais como: menus e botões virtuais, painéis com filas e colunas de dados, etc (CHEN, 1999), nos mais diversos sistemas, como sistema de realidade virtual imersivos e não imersivos ou sistemas de realidade aumentada. E toda essa tecnologia deve estar focada em permitir ao usuário realizar tarefas para melhorar sua percepção do relacionamento entre os dados, essas tarefas serão comentadas nas próximas seções.

Assim como há vantagens apresentadas na utilização de ambientes tridimensionais, algumas desvantagens ou dificuldades são apresentadas em função do seu uso (SHNEIDERMAN, 1994):

- desordem na apresentação dos dados;
- ocultamento de dados por outros dados;
- desorientação no ambiente tridimensional e
- escalabilidade das informações é prejudicada pela desordem.

3.3. Modelos de Interação.

Na época anterior ao advento do computador, exemplificado pelo mapa do doutor John Snow para o controle da cólera em Londres (Figura 3.1), o autor do gráfico para visualização realizava a seleção, representação e apresentação dos dados de acordo com a sua compreensão da tarefa a ser executada, compreensão essa que deveria ser igual ao do espectador, mas que nem sempre era simples por serem pessoas diferentes. Assim, o usuário ficava limitado à visão do

autor (Figura 3.2). Agora, com a disponibilidade de computadores com alto poder de processamento, permite-se a possibilidade do usuário interferir em todas as etapas do processo de visualização (Figura 3.3), com uma liberdade definida pelo autor da visualização (SPENCE, 2001).

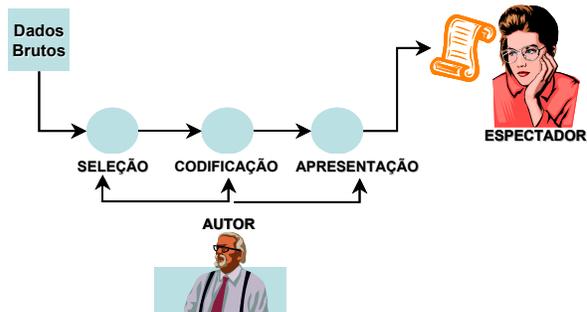


FIGURA 3.2: USUÁRIO NÃO PARTICIPA DA CONCEPÇÃO DA VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO



FIGURA 3.3: COM O ADVENTO DO COMPUTADOR O USUÁRIO PODE INTERAGIR EM QUALQUER PARTE DO PROCESSO DE VISUALIZAÇÃO.

3.4. Características de uma Ferramenta de Visualização de Informação.

De acordo com Carr (1998) uma ferramenta de visualização de informação deve permitir aos usuários realizar as seguintes tarefas:

- **Visão geral:** o usuário precisa ganhar noção sobre todos os dados que serão analisados.
- **Zoom:** a técnica de zoom é importante porque permite focar em certo subconjunto dos dados para análise, ou seja, analisar um determinado contexto. Além disso, conforme se vai aplicando o zoom, mais detalhes sobre uma determinada visão dos dados são mostrados, o que se chama de zoom semântico.
- **Filtro:** usuários frequentemente precisam reduzir o tamanho do conjunto de dados, eliminando itens baseados em seus atributos. Uma das maneiras mais eficientes é o uso de Consultas Dinâmicas, que basicamente é uma técnica que permite ao usuário realizar uma seleção de dados sem utilizar qualquer tipo de linha de comandos.
- **Detalhes sob demanda:** quando os usuários estão explorando um conjunto de dados, eles necessitarão ver detalhes sobre um item em particular, através de uma janela auxiliar, ou na própria visão dos dados.

- **Relacionamentos:** Se o usuário descobre um item de interesse, ele pode precisar saber sobre outros itens com atributos similares, a ferramenta então poderia apontar esses itens similares.
- **Histórico:** O usuário precisa de suporte para desfazer uma ação, mostrar os passos realizados até aquele ponto, etc.

3.5. *Tipos de Dados Versus Tipos de Visualização*

É natural pensar que um ambiente tridimensional seja um ambiente melhor para a representação de dados, uma vez que há mais uma dimensão. Contudo, nem sempre três dimensões são necessariamente melhor do que duas dimensões do que no ambiente bidimensional. Um dos critérios para essa escolha é o tipo de dado que se quer visualizar. De acordo com Shneiderman (1996), há sete tipos de dados diferentes, são eles:

- **1-Dimensão:** Este tipo de dado é representado por texto ou dados similares, tais como linhas de código. No entanto pode haver outras informações associadas a ele, como data da criação, tamanho, data da última modificação, etc.
- **2-Dimensões:** Este tipo de dado inclui dados geográficos, plantas de engenharia, etc. Pode-se associar uma grande quantidade de atributos com uso de cores, tamanhos e formas diferentes.
- **3-Dimensões:** Este tipo de dado é diferenciado pela utilização do volume de um objeto o qual o torna importante, um atributo a mais. Se o contexto do mundo real puder ser incluído para melhorar a percepção do usuário a utilização de três dimensões é mais indicada ainda.
- **Temporal:** Este tipo de dado reúne todas as características dos dados acima mais o atributo tempo. Para o atributo tempo o mais indicado é formar uma dimensão. Os gráficos “tempo versus algum atributo” são bastante utilizados e conhecidos. A animação deve ser considerada quando há uma grande quantidade de dados.
- **Multidimensional:** Bases de dados relacionais ou estatísticas podem ser consideradas como pontos em um espaço multidimensional.
- **Hierárquico:** Muito útil para classificação de dados. Normalmente é representado por diagramas com nós, com ligações entre os mesmos.

- **Rede de dados:** São nós conectados por *links* previamente definidos. Esses *links* podem ser organizados em árvores ou em hierarquias, e a melhor maneira de manipulação é permitindo mudar o foco sobre os nós.

3.6. Regras para Visualização de Informação

Segundo Brath (1997), um gráfico de informação efetiva deve ter as seguintes metas:

- induzir o espectador a pensar no que é mais importante;
- apresentar muitos dados em um pequeno espaço de apresentação, de forma coerente;
- incentivar comparações de partes de dados e
- utilizar a técnica de *Drill-Down* (navegação entre dados em dados hierárquicos) para melhor detalhamento dos dados.

Para alcançar estas metas, recomendam-se os seguintes princípios (Brath, 1997):

- Maximizar a relação dos dados (remover a informação de não dados e reduzir a informação de dados redundante);
- Evitar percepção de “lixos”;
- Maximizar os dados mostrados aumentando à densidade dos dados a serem apresentados. (mostrar mais dados);
- Usar múltiplos exemplos de gráficos para facilitar comparações visuais;
- Usar palavras, números e gráficos juntos;
- Usar as palavras por completo com orientação padrão;
- Evitar as legendas colocando rótulos diretamente no gráfico;
- Usar cores cuidadosamente (realçar a informação mais importante e separar classes diferentes, e também, evitar combinações de cores similares), e;
- Separar as classes diferentes de informação em camadas (planos diferentes com destaques diferentes).

3.7. Representação de Dados.

Uma grande variedade de representações simbólicas está disponível para a codificação de dados (BRATH, 1997). Infelizmente, existe muito pouco de teoria de base que ajude a explorar essas técnicas de codificação. A principal idéia, de acordo com Card (1999), é inovar, e gerar soluções teóricas para reforçar a teoria geral. Algumas das quais serão comentadas a seguir.

3.7.1. Tamanho

Um exemplo do uso de tamanho para codificar os dados pode ser visualizado em um projeto de um circuito elétrico. Um círculo é sobreposto em componentes de interesse (Figura 3.4), o tamanho de cada círculo indica a extensão da influência daquele componente em relação a uma propriedade do circuito. Quando o projetista altera um componente, automaticamente os tamanhos se ajustam, afim de que o projetista possa perceber a influência de sua mudança nos pontos em estudo (SPENCE, 2001).

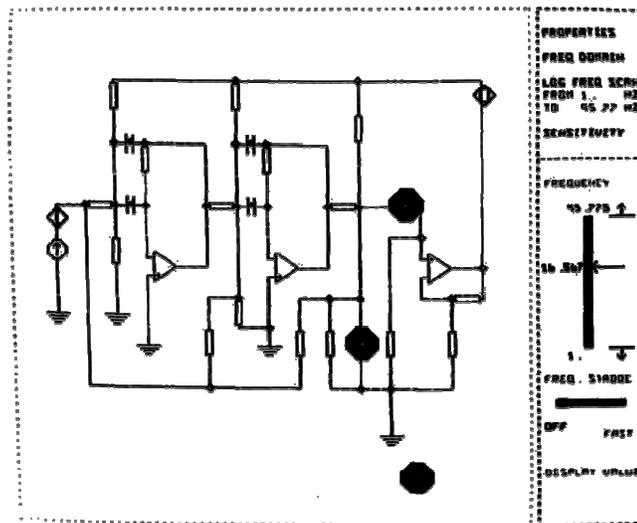


FIGURA 3.4: UTILIZAÇÃO DO TAMANHO PARA CODIFICAÇÃO DE DADOS (SPENCE, 2001).

3.7.2. Comprimento e Altura

Dados numéricos codificados por comprimento ou altura são populares. E normalmente são utilizados quando um sentimento qualitativo para os dados é necessário, e pode ser útil para fazer comparações (SPENCE, 2001). A Figura 3.5 mostra um usuário analisando as constantes mudanças de altura das barras, conforme ele altera os parâmetros da aplicação.

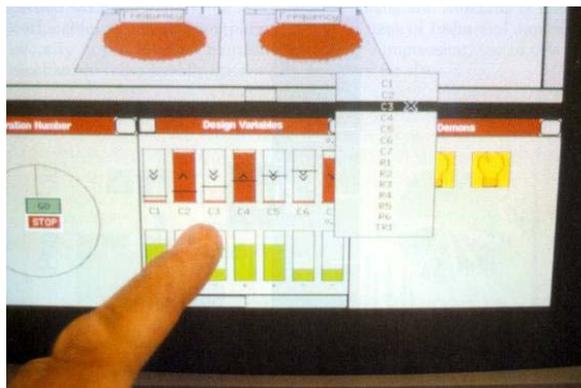


FIGURA 3.5: CODIFICAÇÃO DE DADOS PELA ALTURA (SPENCE, 2001).

3.7.3. Espacialidade e Ampliação

É possível utilizar o conhecimento prévio do usuário para codificar dados, e gerar novos conhecimentos. Por exemplo, é possível utilizar o conhecimento sobre o Atlas Mundial convencional para codificar dados geográficos. Assim, sabendo a posição de um determinado país, o usuário poderá saber a população do mesmo e comparar por tamanho com outro país (Figura 3.6) (SPENCE, 2001).

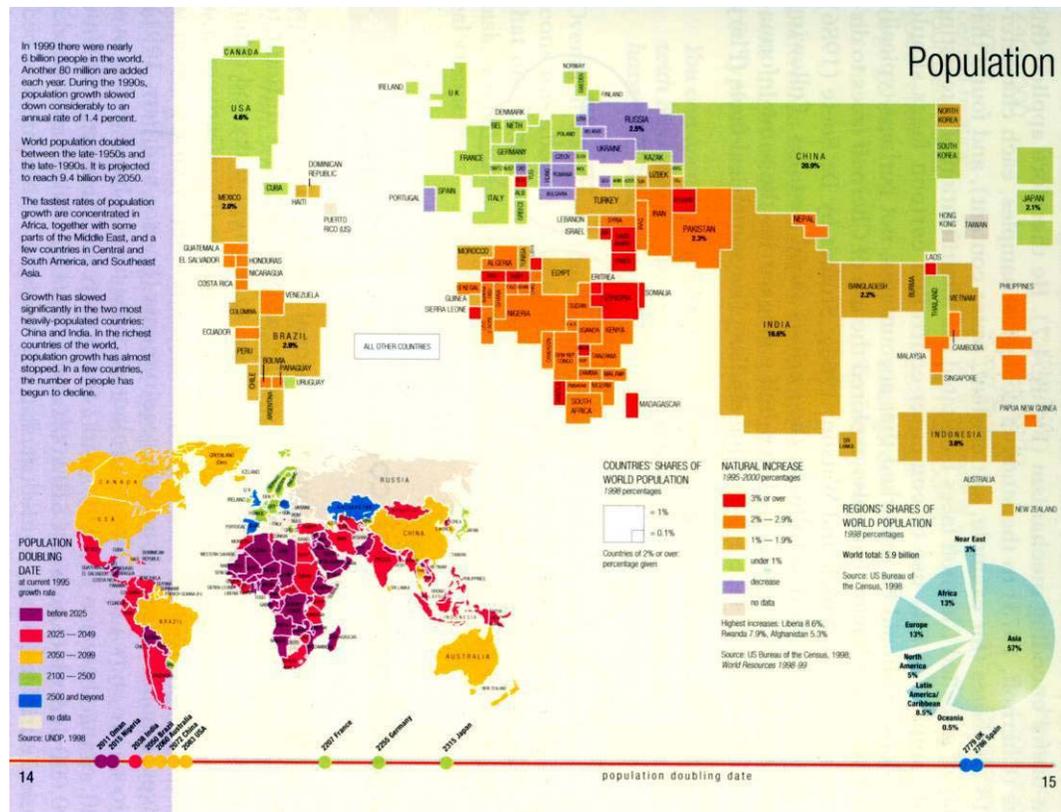


FIGURA 3.6: CODIFICAÇÃO DE DADOS COM CONHECIMENTO PRÉVIO DO USUÁRIO (SPENCE, 2001).

3.7.4. Faces e Ícones Multidimensionais

O professor Herman Chernoff, um estatístico da Universidade de Stanford, observou que os seres humanos são muito sensíveis a uma grande variedade de expressões faciais e aparências. Assim, sugeriu que características faciais como o tamanho dos olhos, altura de sobrancelhas, tamanho do nariz e forma da boca pudessem representar vários atributos, uma vez que são bastante numerosos em uma caricatura de face (Figura 3.7) (SPENCE, 2001).

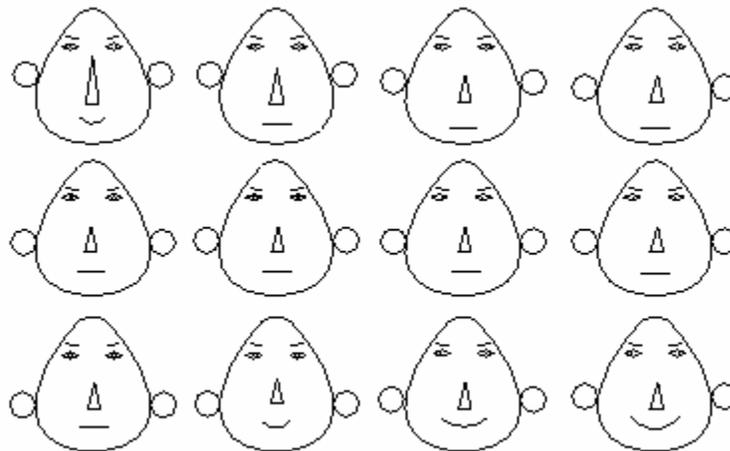


FIGURA 3.7: FACES DE CHERNOFF: ILUSTRA VARIAÇÕES DOS VALORES DE ATRIBUTOS
 (HTTP://WWW.EPCC.ED.AC.UK/COMPUTING/TRAINING/DOCUMENT_ARCHIVE/SCI VIS-
 COURSE/SCI VIS.BOOK_47.HTML)

Uma face de Chernoff é um exemplo de um ícone multidimensional. Chernoff chegou a codificar 18 atributos em uma face. Não é difícil de propor outros ícones multidimensionais que se destinem às tarefas e domínios diferentes, por exemplo, procura de imóveis para compra ou aluguel em um classificado. A cor codifica uma faixa de preço (vermelho é R\$ 500,00 a R\$ 40.000,00 e branco de R\$ 50.000,00 a R\$ 100.000,00), um pequeno desenho para o tipo de moradia: casa, casa flutuante, apartamento, ou cabana (variável categórica), o número de quartos foi indicado pelo número de janelas, e estes eram coloridos de preto ou branco para caracterizar o bom estado de conservação do imóvel, existem ainda informações sobre tamanho de jardim, presença de uma garagem, aquecimento central, tempo da moradia ao centro da cidade (SPENCE, 2001). Portanto, são representadas oito dimensões (Figura 3.8).

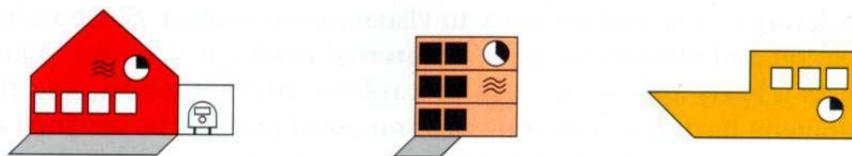


FIGURA 3.8: ÍCONES MULTIDIMENSIONAIS APLICADOS AO MERCADO IMOBILIÁRIO (SPENCE, 2001).

3.7.5. Som

Infelizmente o termo “visualização” contém o termo “visual”, isso não quer dizer que outro meio de representação não possa ser usado. Uma representação de dados por som por si só

ou combinada com apresentação visual, tem muito para oferecer. Por exemplo, ao usar um banco 24 horas as pessoas estão acostumadas a ouvir um “bip” indicando uma mudança de estado da máquina, um modo muito simples, mas extremamente eficiente de codificar dados em som e permitir visualizar o estado da máquina (SPENCE, 2001).

3.7.6. Mundos Virtuais

Ao ver uma página de *Web*, percebe-se que milhares de outras pessoas podem estar vendo a mesma página simultaneamente. Não obstante, a pessoa não tem nenhum modo de ter certeza. Porém, uma observação mais interessante é a impossibilidade de interação social com eles: não há oportunidade de lhes perguntar sobre o conteúdo sendo visto ou de conhecer alguém com interesses semelhantes. Para superar estas restrições, têm-se feito pesquisas sobre mundos virtuais tridimensionais compartilhados por diversos usuários. Em tais mundos uma pessoa pode explorar, socializar, adquirir informação, ensinar, jogar, e em geral fazer a maioria das coisas possíveis no mundo real.

3.7.7. Cor

Como já demonstrado anteriormente, dados numéricos podem ser codificados através de cor. O uso de cor deve ser utilizado com cautela, pois a má utilização pode acarretar efeito contrário ao esperado, ou seja, prejudicar a identificação dos dados no lugar de ajudar. Por exemplo, não utilizar cores semelhantes para dados muito próximos, pois poderá prejudicar a percepção do usuário. Cores em escala representam magnitude, e uma escolha popular é o espectro de frequência, com elementos grandes em vermelho e azul para os elementos pequenos (SPENCE, 2001).

3.8. Técnicas de Visualização

Este trabalho propõe a visualização de informação em espaço tridimensional na *Web*, onde serão apresentadas algumas técnicas e ferramentas de visualização de informação tridimensional.

3.8.1. Treemaps

A técnica de *treemaps* utiliza o espaço de exibição para representar elementos de informação com objetos geométricos, e foi adotado por Johnson e Shneiderman (1991). Esta técnica (Figura 3.9 e Figura 3.10) utiliza uma estrutura hierárquica, como a árvore de diretórios

de um sistema, onde representa a subdivisão sucessiva do espaço de tela. Cada subespaço representa um diretório que é subdividido em função dos subdiretórios e arquivos que o compõem. Esta abordagem, conhecida como preenchimento de área, deu origem a outras como *Cushion Treemaps* (WIJK, 1999), *Information Slices* (ANDREWS, 1998), a interface do *Sunburst* (STASKO [b], 2000), além de diferentes algoritmos de subdivisão do espaço (SHNEIDERMAN, 2001).

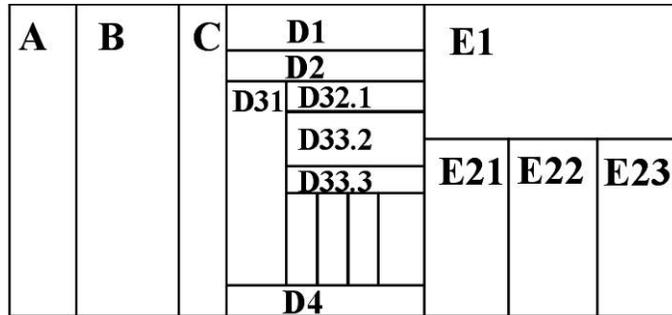


FIGURA 3.9: ESQUEMA BÁSICO DA TÉCNICA TREEMAPS (JOHNSON, 1991)

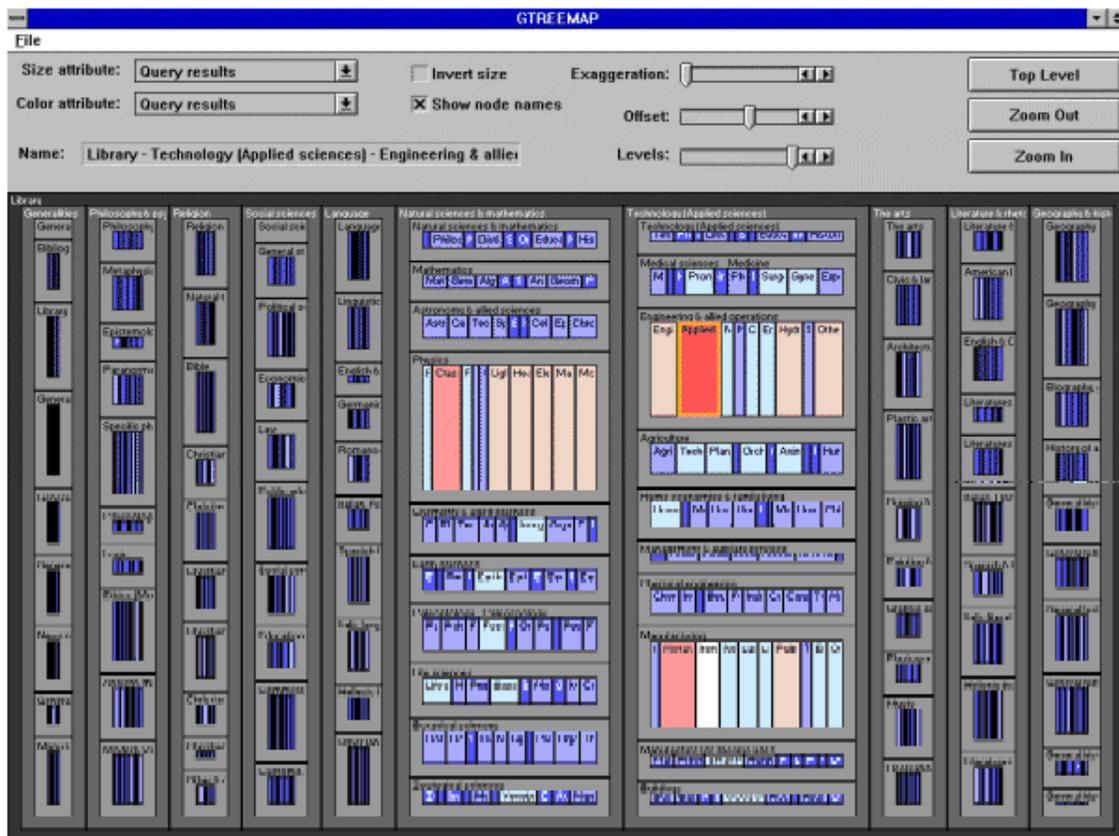


FIGURA 3.10: TREEMAPS: REPRESENTAÇÃO VISUAL EXIBINDO A ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA UTILIZADA EM UMA BIBLIOTECA (SHNEIDERMAN, 1992)

3.8.2. Cone tree.

A técnica de *cone tree* é muito utilizada para exibição de dados hierárquicos. Os nós ao serem exibidos necessitam de um nó raiz ou central para que a sua estrutura seja montada baseada neste nó. No entanto, essa marcação do nó raiz pode ser feita de maneira dinâmica via clique do *mouse*, fazendo com que a árvore gire suavemente rearranjando-a, para exibição do nodo selecionado. Duas representações de *cone tree* podem ser vistas na Figura 3.11 e Figura 3.12. Na Figura 3.11 tem-se um esquema básico da técnica *cone tree*, com nodos filhos dispostos na base de um cone, com nodo pai na raiz. Na Figura 3.12 tem-se a estrutura de diretório de arquivos utilizando sombra e transparência na representação visual dos cones

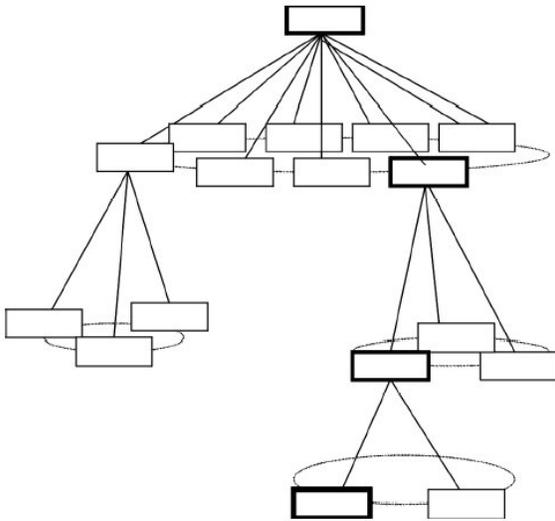


FIGURA 3.11: ESQUEMA DA TÉCNICA *CONE TREE*

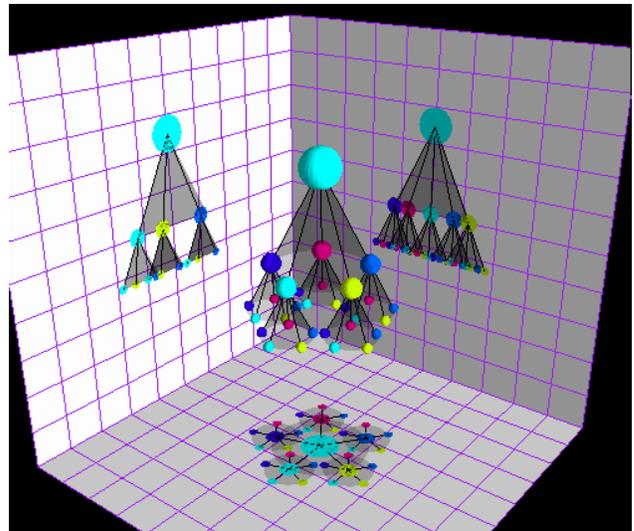


FIGURA 3.12: *CONE TREE* (ROBERTSON, 1993).

Cone tree é uma ótima técnica para árvores balanceadas ou uniformemente equilibradas, pois há a facilidade de mostrar todas as informações na tela de exibição. No entanto a visualização de grandes árvores em 3D é bastante difícil. Segundo Person (1993), há três desvantagens principais na utilização desta técnica de *cone tree* que são:

- limitação de 1000 nodos ou 10 camadas, sendo este último um fator de ramificação;
- grandes exigências computacionais e
- incapaz de exibir múltiplas estruturas de dados hierárquicos.

3.8.3. *Perspective wall*

Descendente da técnica bifocal, a técnica *Perspective wall* tem como objetivo a exibição de estruturas lineares de dados. Alguns tipos de dados lineares podem ser:

- ordem cronológica e
- ordem alfabética

Dois dificuldades são frequentemente encontradas quando se tenta exibir estruturas de informação lineares, são elas:

- grande quantidade de informação a ser exibida e
- dificuldade de apresentar os relacionamentos entre os dados na tela de exibição.

Descendente da técnica bifocal (Figura 3.13) a técnica de exibição *perspective wall* (Figura 3.14) utiliza transições lisas que significa movimentos como um rolo de piano.

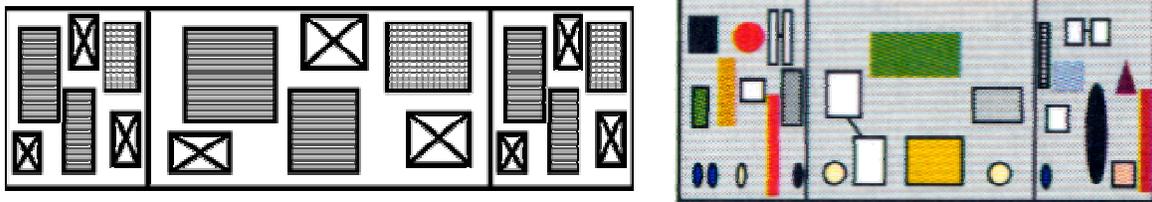


FIGURA 3.13 REPRESENTAÇÃO VISUAL DA TÉCNICA BIFOCAL

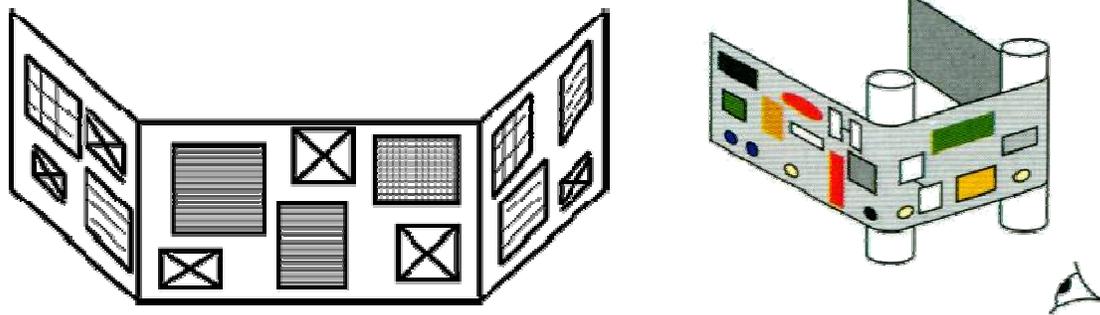


FIGURA 3.14 REPRESENTAÇÃO VISUAL DA TÉCNICA DE *PERSPECTIVE WALL*.

A técnica de *perspective wall* é uma representação visual na qual as informações são exibidas em uma parede em perspectiva, onde o foco permanece na parede frontal e o contexto nas laterais. Tem como vantagem manter sempre o contexto, fazendo com que o usuário não perca a localização das informações. A Figura 3.15 mostra um histórico temporal de dados lineares.

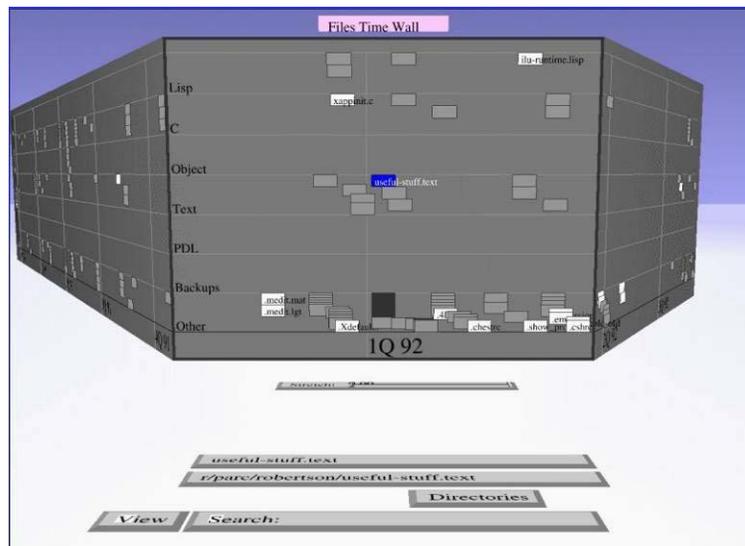


FIGURA 3.15: *PERSPECTIVE WALL*.

3.8.4. Hyperbolic Tree Browser.

A essência deste esquema é dispor a hierarquia de um modo uniforme em um plano hiperbólico e traçar este plano sobre uma região de exibição circular (Figura 3.16 e Figura 3.17). Isto apóia uma mistura deslizante entre foco e contexto, sendo possível o redirecionamento do foco de maneira contínua (LAMPING, 1995). Algumas características são:

- componentes diminuem em tamanho para as extremidades da exibição;
- crescimento exponencial no número de meios de componentes podendo assim exibir um número infinito de componentes e
- foco está no centro da exibição, mas a árvore pode ser movida, assim um nodo diferente é colocado ao foco.

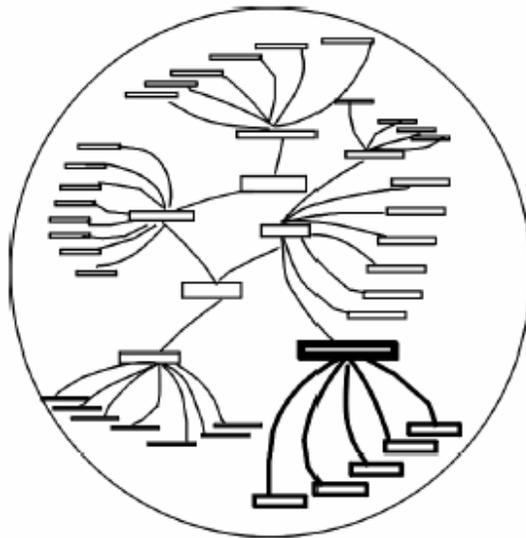


FIGURA 3.16: REPRESENTAÇÃO DE UMA HIBERBOLIC TREE.

Uma das vantagens em se utilizar a técnica de *Hyperbolic Tree* é a possibilidade de exibir um número semelhante de nós como uma árvore de cone sem o apoio de animação 3D. A redenzificação de *Hyperbolic Tree* em um ambiente de apresentação bidimensional não precisa de uma grande quantidade de processamento, por isto pode ser utilizada em uma grande variedade de plataformas, podendo exibir mais contexto dos nós em todas as direções (os antepassados, irmãos, e descendentes). Contudo, versões tridimensionais das árvores hiperbólicas foram concebidas.

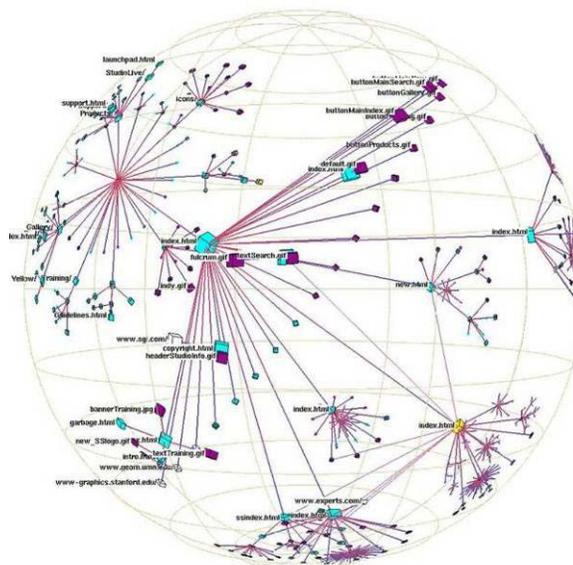


FIGURA 3.17: HYPERBOLIC TREE BROWSER: VISUALIZAÇÃO DE UM GRAFO UTILIZANDO A BIBLIOTECA H3VIEWER (MUNZNER, 1998)

3.9.2. NetViz

O software NetViz (Figura 3.19) auxilia organizações a entender e administrar sua tecnologia de informação e sistema empresarial. Importa dados de vários tipos de fonte, e é baseada na representação de rede de dados.

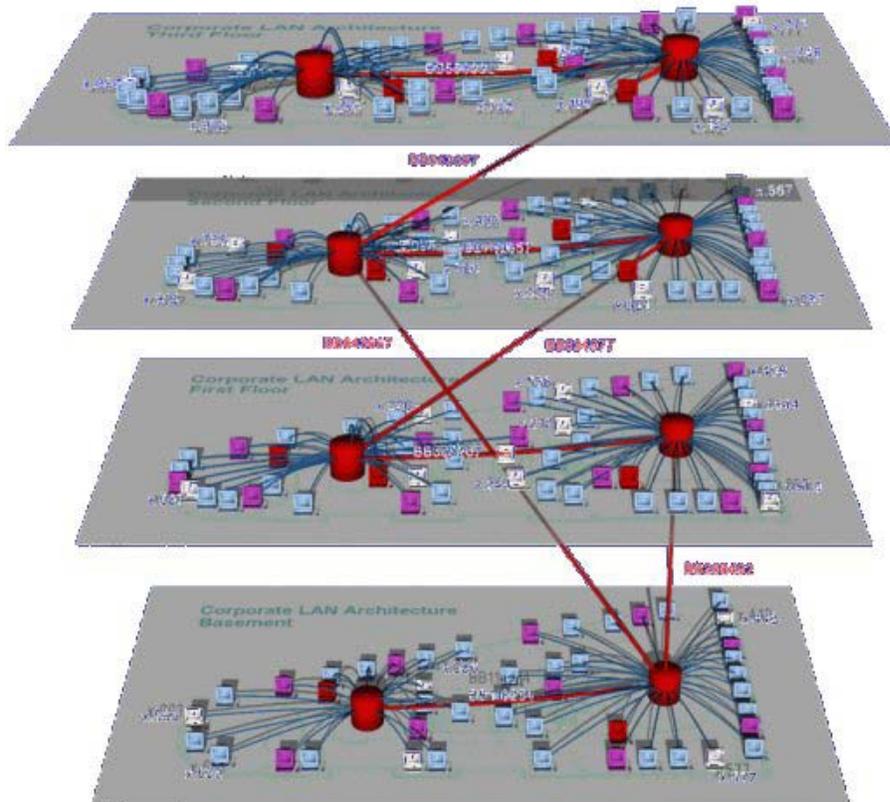


FIGURA 3.19: UMA REPRESENTAÇÃO DE REDE DE DADOS EM 3D (FURUHATA, 2000).

3.9.3. Histograma

A técnica de histograma é uma técnica tipicamente bidimensional. Contudo, sua idéia pode ser estendida e adaptada para o espaço tridimensional (Figura 3.20). Seu uso é bastante tradicional e pode ser utilizada com outras técnicas e metáforas, por exemplo, mapas ou redes de dados (Figura 3.21).

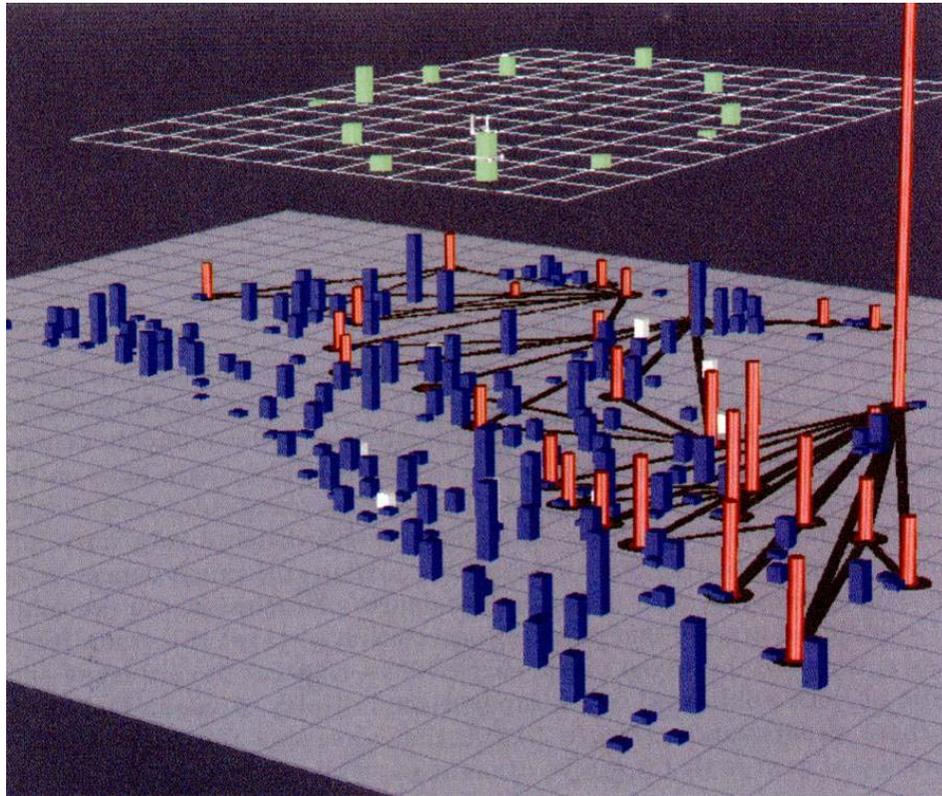


FIGURA 3.20: OPERAÇÃO DE SELEÇÃO DE DADOS EM UM “HISTOGRAMA” TRIDIMENSIONAL NO SAGE
[HTTP://WWW.CS.CMU.EDU/GROUPS/SAGE/SAGE.HTML](http://www.cs.cmu.edu/groups/sage/sage.html) (SPENCE, 2001).

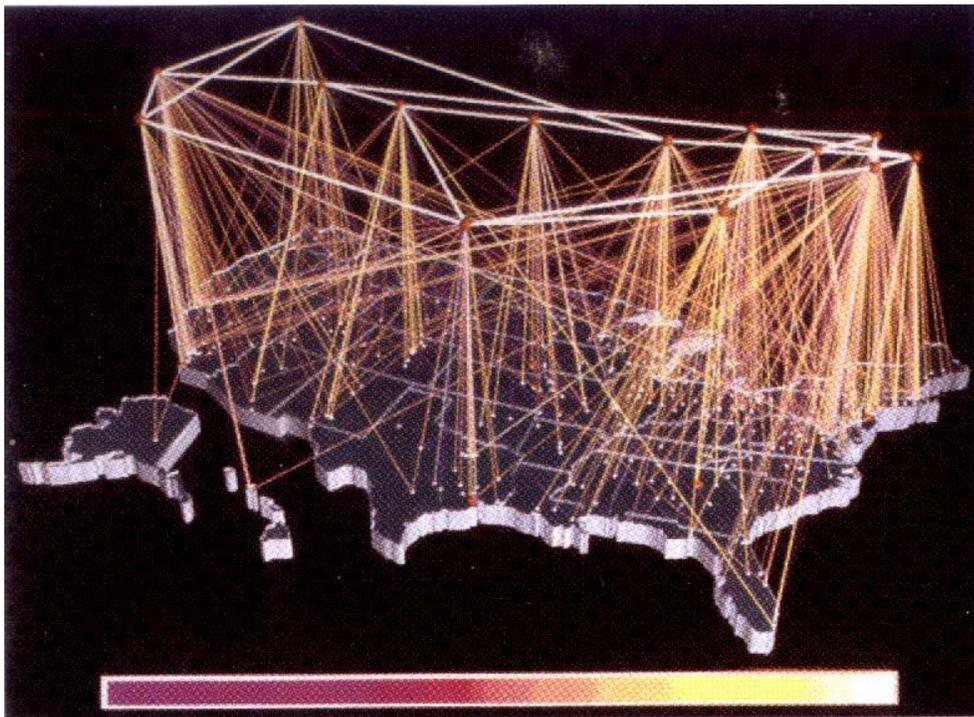


FIGURA 3.21 - VISUALIZAÇÃO DE TRÁFEGO NO BACKBONE DA NSFNET (CHEN, 1999).

3.9.4. Máquina de busca AMORE (Advanced Multimedia Oriented Retrieval Engine)

É uma máquina de busca que retorna sua consulta dentro de um cubo (Figura 3.22). Conforme a posição do documento, ele pode ter uma característica mais ou menos forte do que o resultado ideal (CHEN, 1999). Similaridade de forma e cor são mapeadas nos eixos x e y, respectivamente. Documentos com as mesmas imagens são alinhados no eixo z.

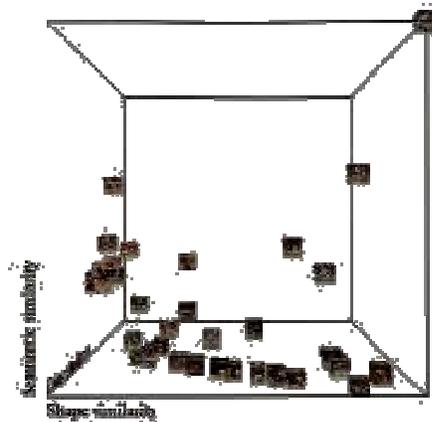


FIGURA 3.22: ESTRUTURA DO AMORE.

3.9.5. Cat-a-Cone ferramenta

É uma ferramenta para categorização de documentos. Os usuários navegam pela árvore de cones até o livro desejado, e uma representação virtual do livro se torna disponível (Figura 3.23).

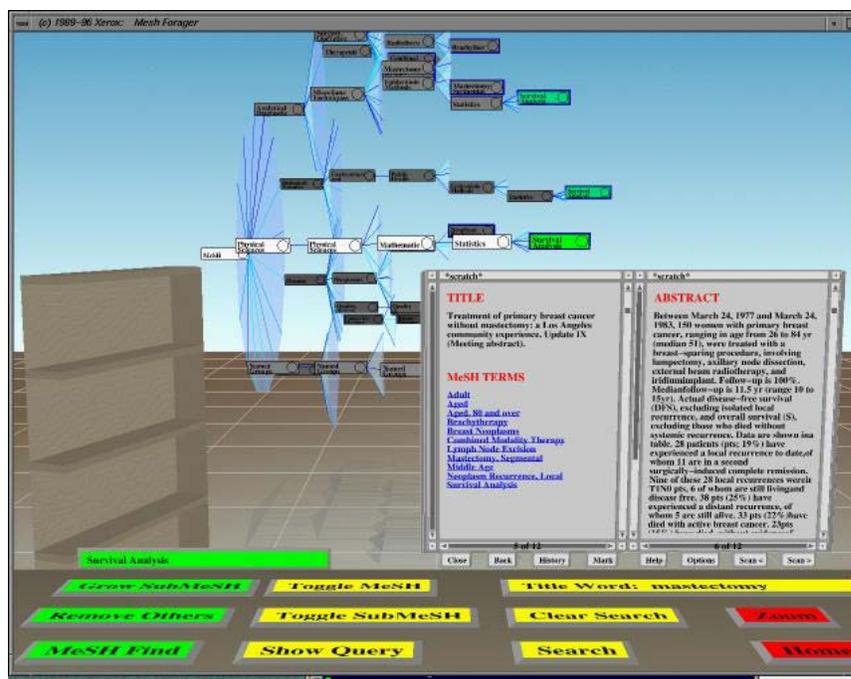


FIGURA 3.23: BUSCA UTILIZANDO ÁRVORE DE CONES.

Outro exemplo de navegação por árvore de cone é no LyberWorld para visualização de documentos (Figura 3.24). Mais detalhes em: <http://www.darmstadt.gmd.de/~hemmje/Activities/Lyberworld/>

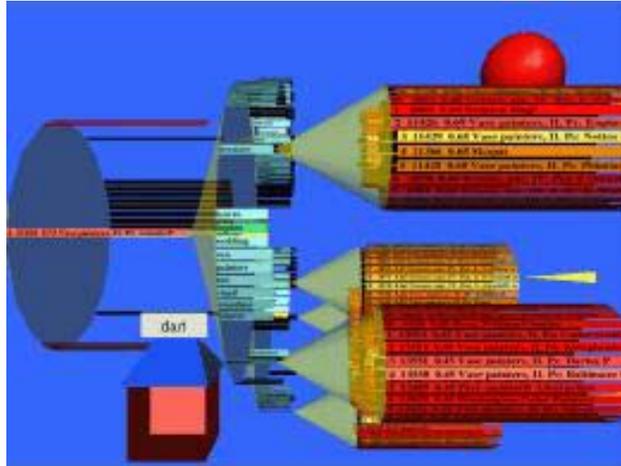


FIGURA 3.24: LYBERWORLD COMO EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE ÁRVORE DE CONES (CHEN, 1999).

3.9.6. Treemap 3D

Baseado na ferramenta bidimensional, o Treemap3D propõe um melhoramento na percepção da hierarquia entre os dados. Para isso, usa o alinhamento para indicar a relação de “parentesco”, se pai ou filho, entre os dados apresentados na forma 3D (Figura 3.25) (HAM, 2002).

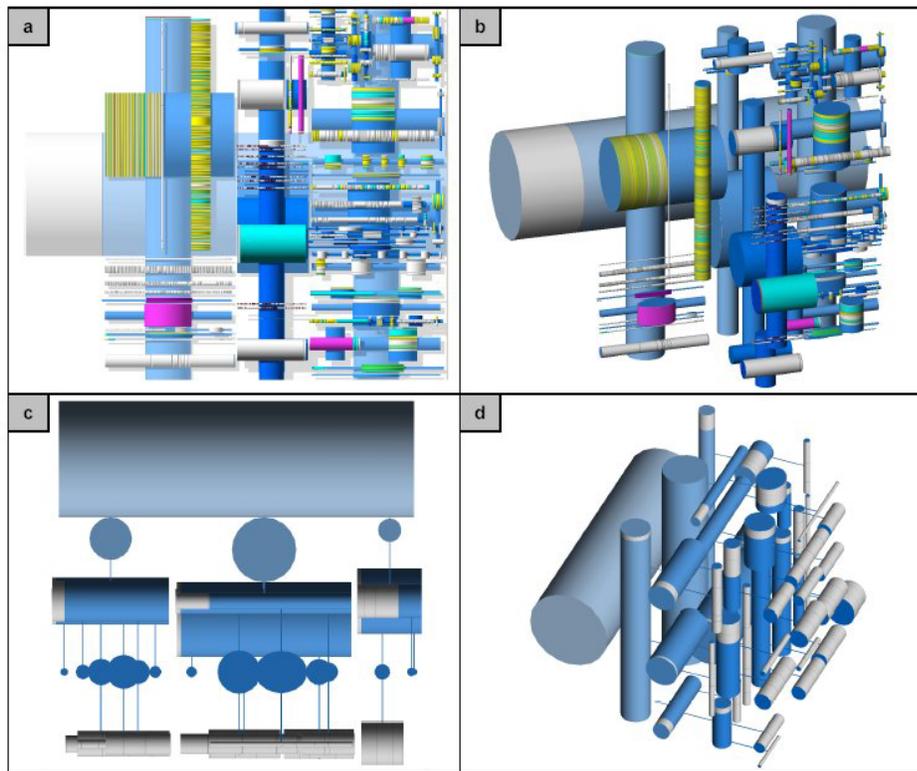


FIGURA 3.25: A) SISTEMA DE ARQUIVOS RENDERIZADO EM 2D B) O MESMO SISTEMA DE ARQUIVOS EM 3D C) VISÃO ORTOGONAL D) VISÃO ISOMÉTRICA (HAM, 2002).

3.9.7. Metáforas de Representação de Informação

Há várias aplicações que utilizam diferentes metáforas para representar informações. Uma delas é para acompanhamento e gerenciamento do desenvolvimento de um sistema computacional (Figura 3.26). As linhas de código são representadas por prédios em uma cidade, quanto maior o prédio, maior o número de linhas de um módulo. As cores representam à última vez que os módulos foram modificados ou executados sem erros. Pode-se ter visão aérea da cidade e analisar o andamento do projeto todo (PANAS, 2003).



FIGURA 3.26: METÁFORA DE CIDADE PARA GERENCIAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE (PANAS, 2003).

A realidade aumentada é uma metáfora que facilita a análise e a interação com gráficos, potencializando o aspecto cognitivo (Figura 3.27).



FIGURA 3.27: EXEMPLO DE USO DO VISUALIZADOR DE DADOS COM REALIDADE AUMENTADA (KIRNER[A], 2004).

Um outro exemplo de metáfora é para acesso a um banco de dados com informações musicais (Figura 3.28).

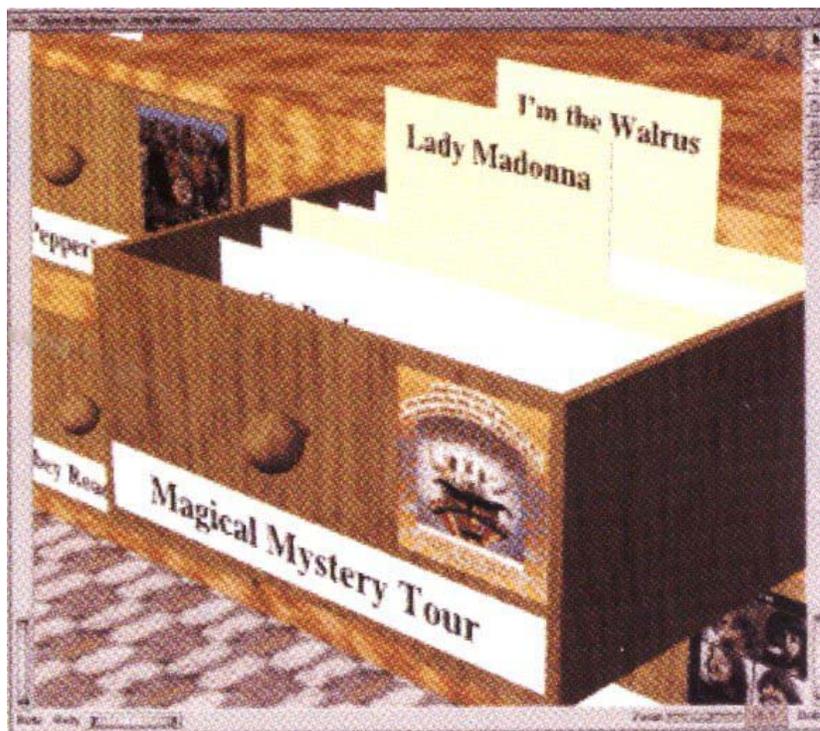


FIGURA 3.28: USUÁRIO BUSCANDO INFORMAÇÕES EM UM BANCO DE DADOS (CHEN, 1999).

Há diversas metáforas para representar dados hierárquicos, como o Information Pyramids (ANDREWS, 1998) na Figura 3.29, e Botanical Visualization (ANDREWS, 1998) Figura 3.30.

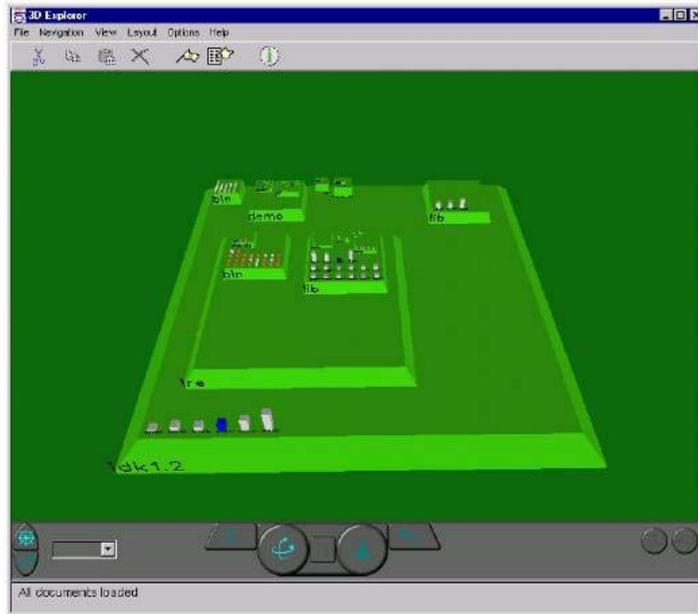


FIGURA 3.29: INFORMATION PYRAMIDS. (ANDREWS, 1998)

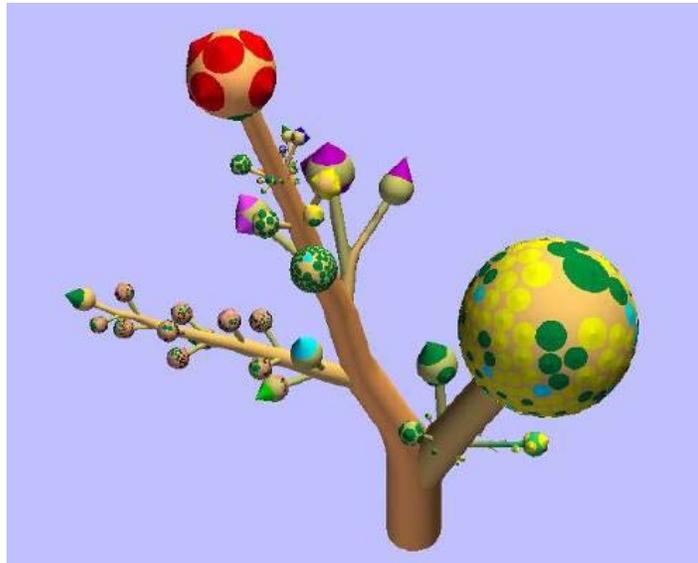


FIGURA 3.30: BOTANICAL VISUALIZATION. (ANDREWS, 1998)

As paisagens são outras formas de visualizar dados hierárquicos (Figura 3.31).

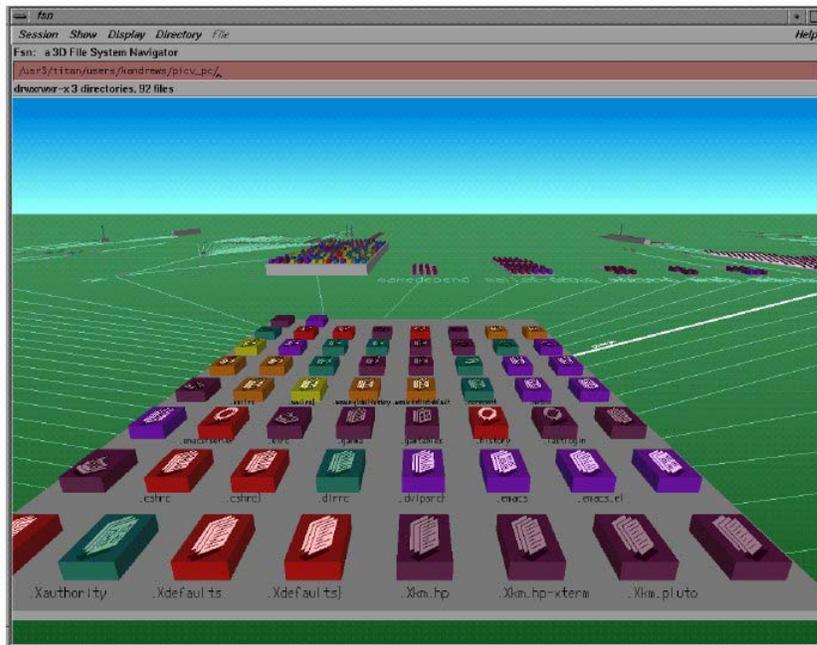


FIGURA 3.31: PAISAGENS PARA SISTEMAS DE ARQUIVOS. (ANDREWS, 1998)

Múltiplas visões também são bem-vindas para melhorar a percepção do usuário sobre o conjunto de dados. A Figura 3.32 apresenta um uso conjunto de estrutura 2D com estrutura 3D dos dados.

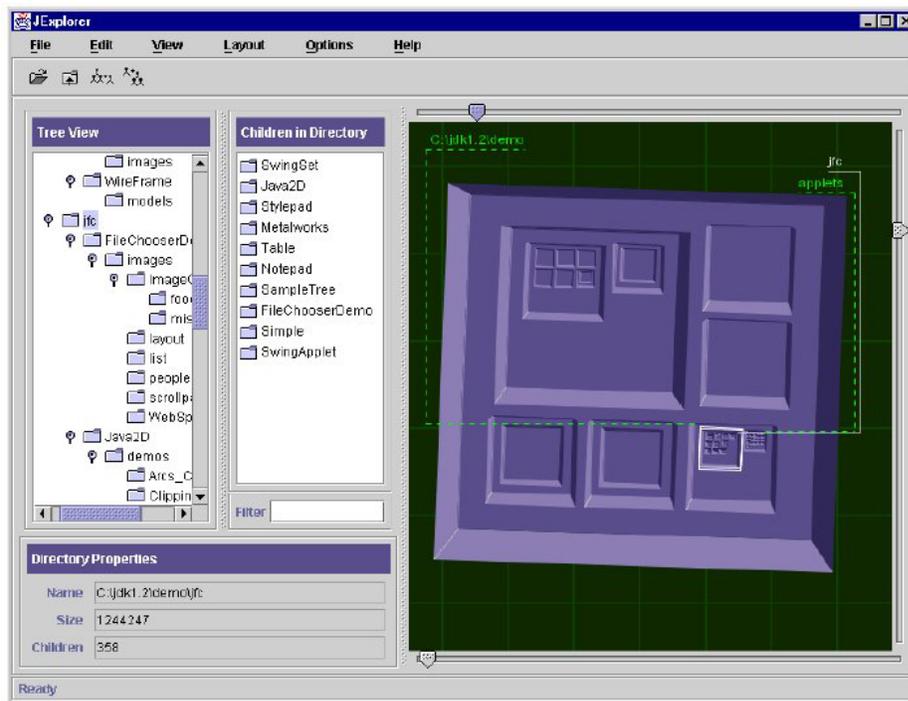


FIGURA 3.32: VISÕES MÚLTIPLAS.

Capítulo 4

Aplicação Desenvolvida – WEB INFO 3D

Neste capítulo será apresentada a aplicação desenvolvida juntamente com a descrição e objetivos, Arquitetura e por fim o Protótipo.

4.1. Descrição e Objetivos

A proposta é criar um ambiente onde os usuários possam compartilhar a visão e trocar informações. Entretanto antes da concepção de uma ferramenta de visualização de informação colaborativa, se faz necessário conhecer os dados e o domínio onde eles serão aplicados. Os dados foram adquiridos em uma base de domínio público, localizado na *Web* no endereço <http://www.ics.uci.edu/~mlearn/MLRepository.html>. A base de dados usada neste protótipo é de domínio público e de aproximadamente 30.000 registros. Os dados são referentes a 70 pacientes dependentes de insulina para o controle da diabetes. Estes dados incluem nível de glicose do sangue antes e depois das refeições, o uso da insulina, sintomas de hipoglicemia, atividades físicas relacionadas a um horário do dia.

Antes de submeter uma base de dados a consultas/filtros, principalmente de domínio público, a uma ferramenta de visualização é necessário garantir a consistência das informações armazenadas, por isto, esta fase de preparação dos dados é importante. Esta preparação consiste em:

- Eliminar informações nulas, ou redundantes, estabelecendo estratégias para o tratamento de valores não informados.
- Selecionar características mais adequadas à representação dos dados, reduzindo o volume de informações, atributos considerados irrelevantes pela ferramenta de visualização.
- Codificar dados para transformá-los de dados quantitativos em categóricos, estipulando uma identificação para cada intervalo.

A codificação dos dados se faz necessária devido à mesma reduzir o tempo de processamento e favorecer a compreensão das informações visualizadas, como no caso da representação do atributo idade transformado em faixa etária.

A visão dos dados é feita em um ambiente virtual tridimensional, onde o usuário poderá ter diversas interações, por exemplo, zoom, rotação, arrastar, etc. Detalhes dos dados são mostrados com a sobreposição do *mouse*. Além disso, há a possibilidade de personalizar a visão dos dados, escolhendo os atributos dos eixos e os valores de seus intervalos. Após a visão construída, o usuário poderá remover ou adicionar dados e ou atributos. Há duas visões, uma compartilhada e outra individual, onde o usuário poderá

realizar as interações mencionadas. Os usuários serão identificados por um *login* e senha, e as trocas de informações serão feitas em modo texto, com o *login* dos usuários identificando-os. Todos os usuários têm permissões iguais no ambiente compartilhado, e como não há nenhum mecanismo para o controle de concorrência, faz-se necessário o uso do “protocolo social” entre os usuários, ou seja, os usuários devem conversar entre si e decidir quem vai alterar o ambiente compartilhado em determinado momento.

O protótipo tem como objetivos:

- permitir a análise dos dados simultaneamente por mais de um usuário;
- eliminar a barreira geográfica quando necessário;
- eliminar a necessidade de conhecimento de tecnologia de acesso a banco de dados;
- facilitar a análise de grande quantidade de dados e
- facilitar a colaboração entre usuários; etc.

4.2. Arquitetura

Para tornar o desenvolvimento mais eficiente, principalmente na parte de colaboração, foi utilizado um *middleware* que trata toda a comunicação de uma aplicação de realidade virtual colaborativa usando protocolos padrões da Internet (MEIGUINS, 2004). Resumidamente, faz uso do protocolo TCP/IP e mensagens padrões. Foram concebidos dois módulos, um cliente e um servidor. O módulo cliente pode ser dividido em duas grandes partes, uma chamada de aplicação e a outra de infra-estrutura para comunicação. Na primeira parte do módulo cliente, encontra-se a aplicação genérica com seus vários módulos, tais como, visualizador 3D, visualizador *Web*, vídeo, etc., já a segunda parte, chamada de infra-estrutura de comunicação, tem a função de receber e tratar a interação do usuário com qualquer um dos componentes da aplicação, e tomar as decisões necessárias para que os outros usuários possam perceber as ações do mesmo. Com isto, percebe-se que o módulo da aplicação é independente, assim o processo de criação de novas aplicações fica otimizado. A idéia principal do servidor é ser simples, e seu principal objetivo é replicar as mensagens pré-definidas da maneira mais eficiente possível. A Figura 4.1 mostra uma visão simplificada da arquitetura para um estudo de caso usando Java

(HORSTMANN, 2001), VRML (ROEHL, 1997) e EAI (ROEHL, 1997). A External Authoring Interface faz a comunicação entre a *applet* Java e o ambiente tridimensional modelado em VRML (Virtual Reality Modeling Language). A *applet* se comunica com um servidor *Web* onde está o servidor de aplicação que faz uma consulta a um banco de dados, tudo isso através de mensagens padronizadas.

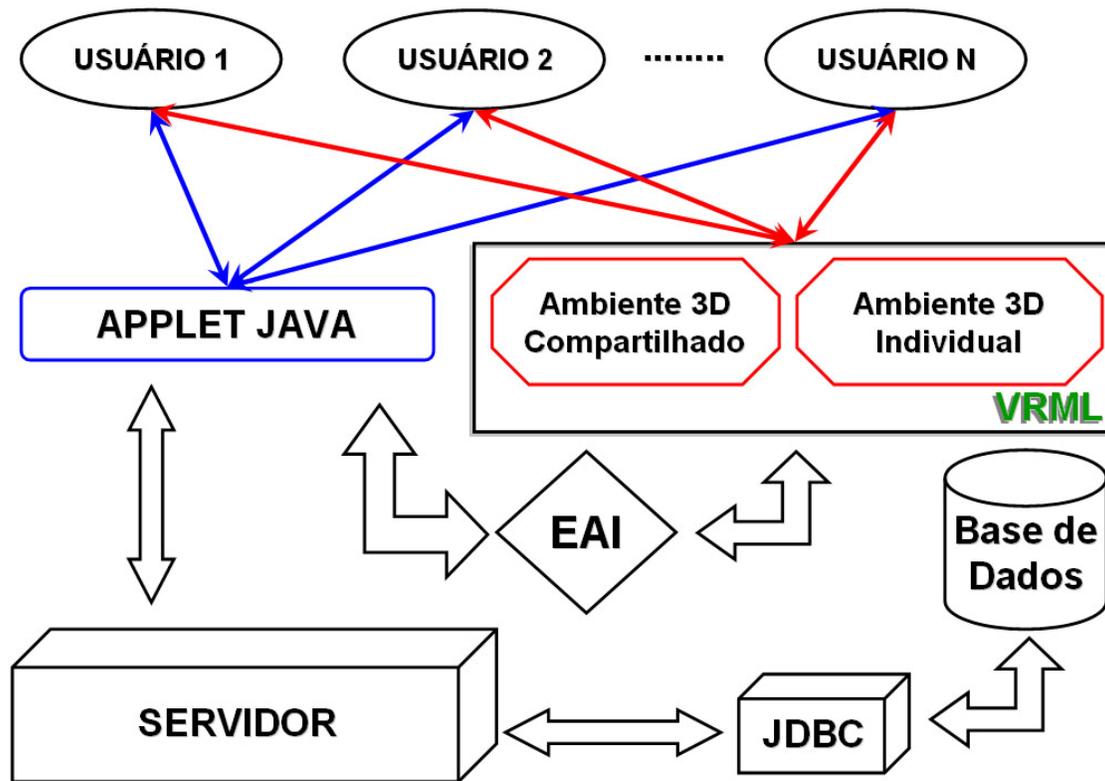


FIGURA 4.1: ARQUITETURA DA APLICAÇÃO.

Como intuito de representar todas as etapas de desenvolvimento do software *Web Info 3D*, fez-se uso dos diagramas da UML para uma melhor descrição e entendimento, como nas seções a seguir.

4.2.1. Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso é utilizado para descrever a funcionalidade do *Web Info 3D* (LARMAN, 2000).

O *Web Info 3D* é uma aplicação que utiliza a Internet como meio de comunicação com o servidor e as outras instâncias da aplicação que estiverem em execução. A utilização do protótipo se dá pela utilização de uma conexão, que será solicitada via *Web* para o módulo servidor, localizado remotamente, e autenticado no banco de dados. Após a

validação ter sido concretizada com sucesso, o mesmo receberá todas as permissões de trabalho de seu grupo, que foram cadastrados anteriormente por um moderador, que é responsável por remover e cadastrar grupos e usuários, juntamente com suas permissões de acesso a base de dados e ao servidor. O usuário após ter recebido sua permissão de trabalho poderá editar gráficos, realizar consultas ao banco de dados (visualizar informações) e se comunicar via texto com outros usuários (Figura 4.2).

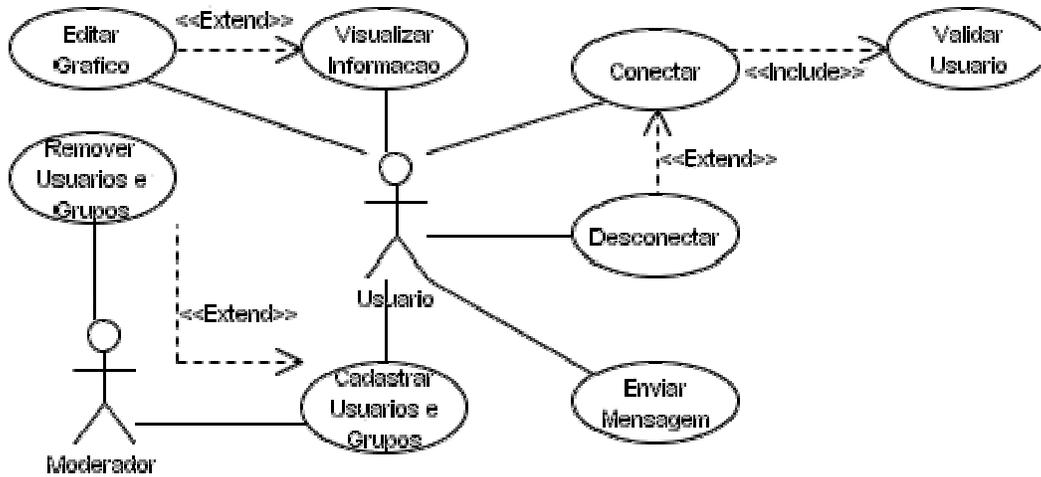


FIGURA 4.2: DIAGRAMA DE CASO DE USO PARA O PROTÓTIPO.

4.2.2. Diagrama de Classes

O diagrama de classes é uma das melhores formas de representar os componentes de dados e suas interações dentro do protótipo (LARMAN, 2000), o *Web Info 3D* foi concebido em três etapas diferentes, partindo em primeira instância de uma visão global para uma visão detalhada sobre as classes que serão utilizadas no protótipo. A primeira concepção do protótipo na forma de diagrama pode ser visto na Figura 4.3.

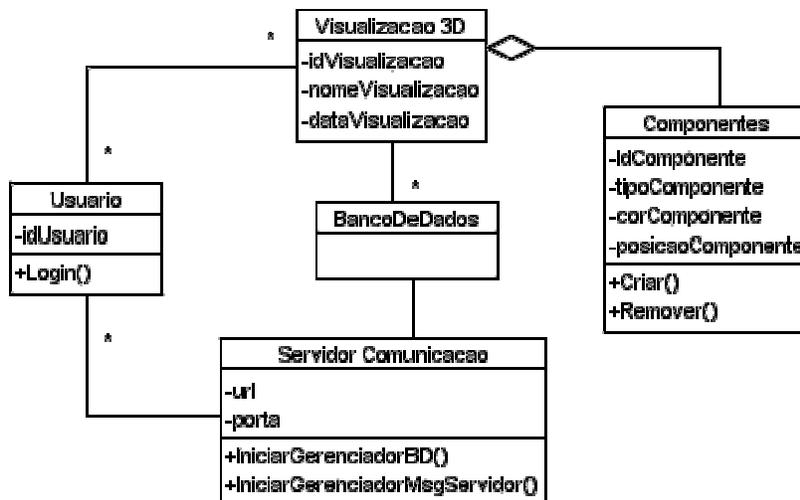


FIGURA 4.3: DIAGRAMA DE CLASSES PARA O PROTÓTIPO.

Após a primeira concepção, sentiu-se a necessidade de detalhar um pouco mais as classes com o objetivo de facilitar e melhorar a documentação do processo de desenvolvimento do protótipo (Figura 4.4).

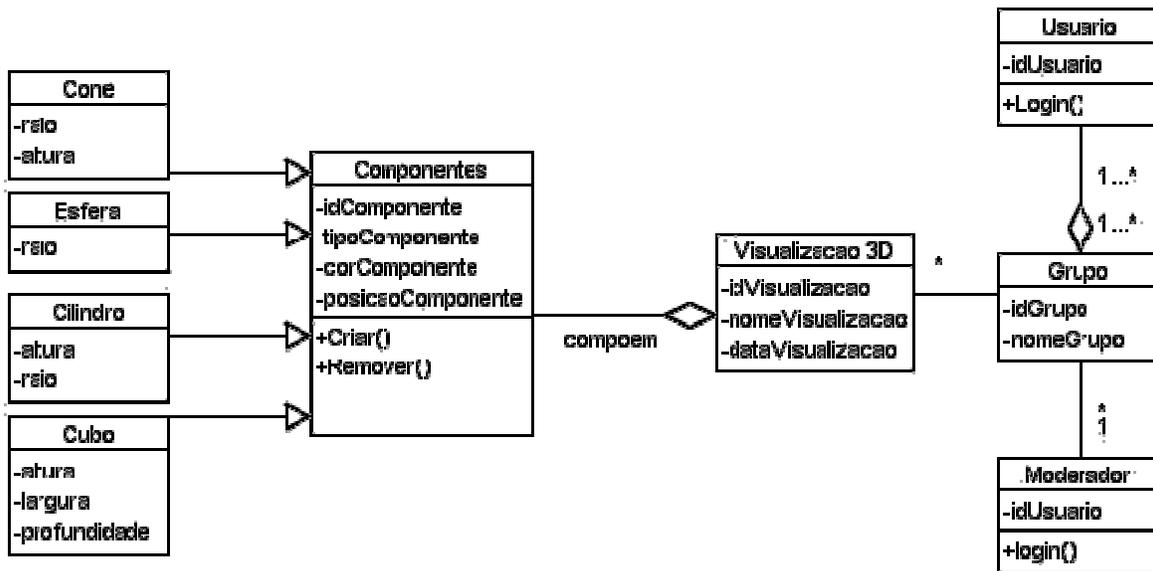


FIGURA 4.4: DIAGRAMA DE CLASSES DETALHADO PARA O PROTÓTIPO.

O diagrama de classes um pouco mais detalhado (Figura 4.4) facilitou consideravelmente o processo de desenvolvimento do protótipo, contudo ainda sentia-se necessidade de um maior detalhamento do protótipo, portanto com o intuito de melhor detalhar o protótipo foi concebido o diagrama de classe que pode ser visto na Figura 4.5.

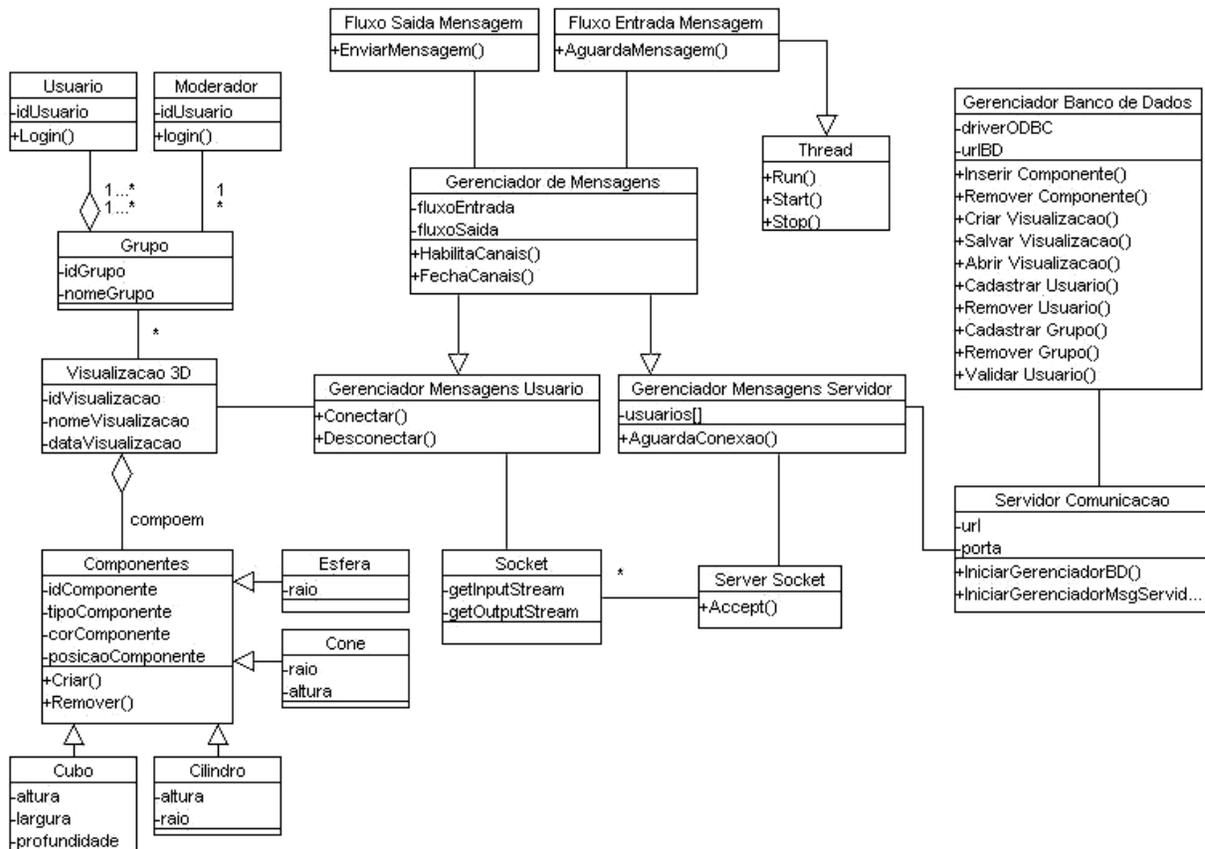


FIGURA 4.5: DIAGRAMA DE CLASSES DETALHADO PARA O PROTÓTIPO.

4.2.3. Diagrama de Pacotes.

O diagrama de pacotes mostrado na Figura 4.6 exhibe todas as classes mostradas na Figura 4.5 que compõem o protótipo agrupado por funcionalidade.

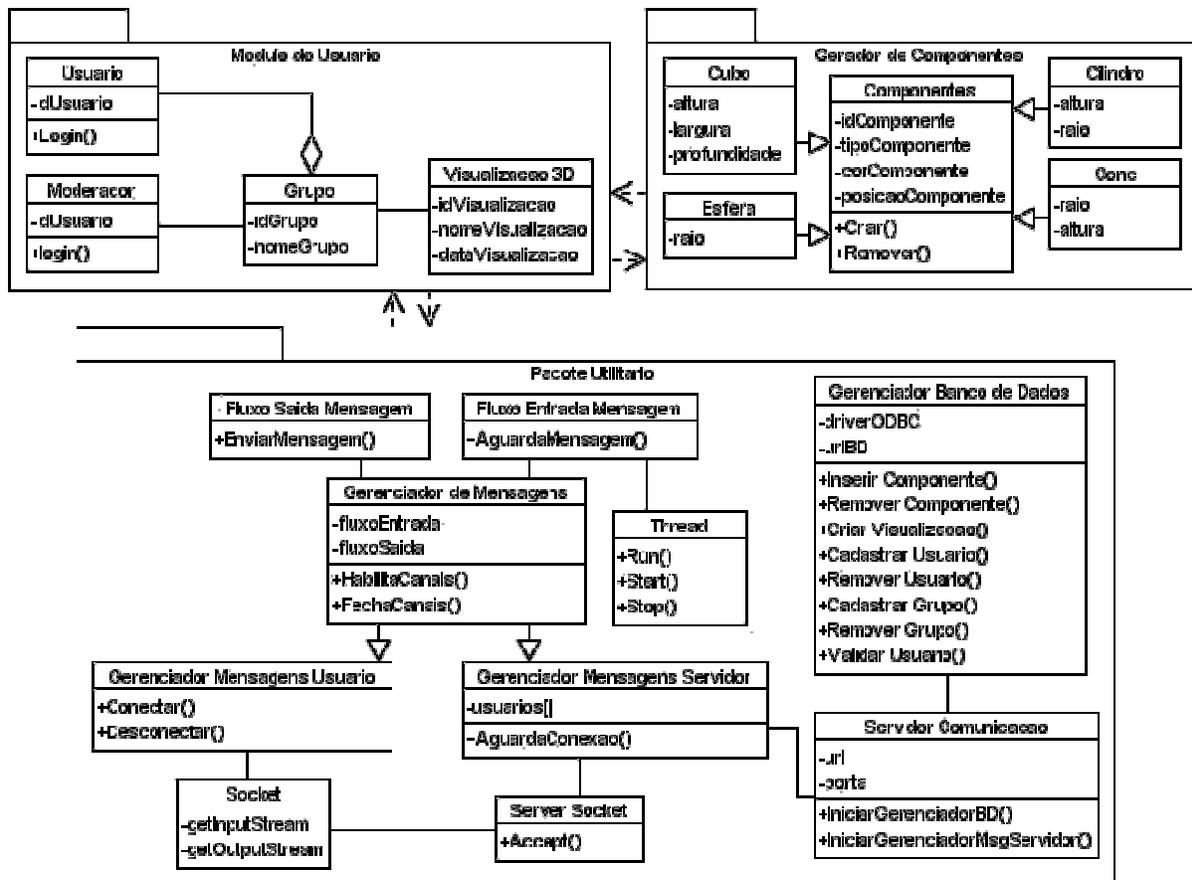


FIGURA 4.6: DIAGRAMA DE PACOTES PARA O PROTÓTIPO.

4.2.4. Diagramas de Seqüência

Para cada atividade de caso de uso foi desenvolvido um diagrama de seqüência (LARMAN, 2000), sendo que as atividades que serão descritas neste momento poderão ser visualizadas a partir da Figura 4.7 até a Figura 4.11.

- na Figura 4.7, tem-se a seqüência de conectar usuário;
- na Figura 4.8, tem-se a seqüência de desconectar usuário;
- na Figura 4.9, tem-se a seqüência de consulta ao banco de dados e geração da imagem tridimensional no ambiente virtual;
- na Figura 4.10, tem-se a seqüência de como o moderador pode criar grupos e usuários e
- na Figura 4.11, tem-se a seqüência de como o moderador pode remover grupos e usuários

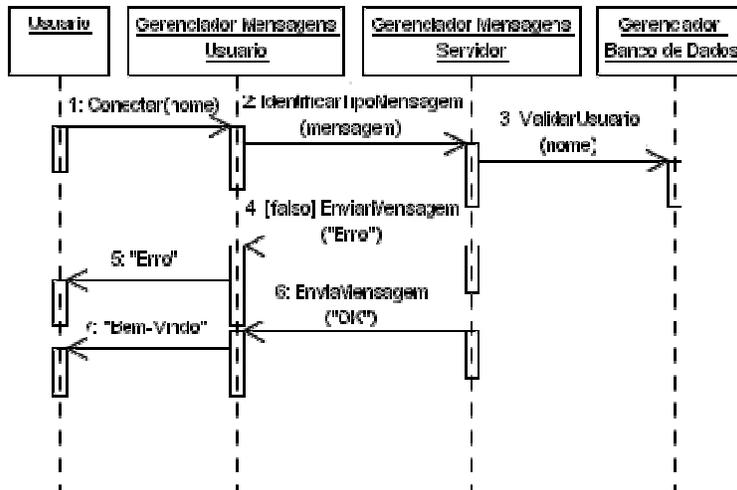


FIGURA 4.7: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA CONECTAR.

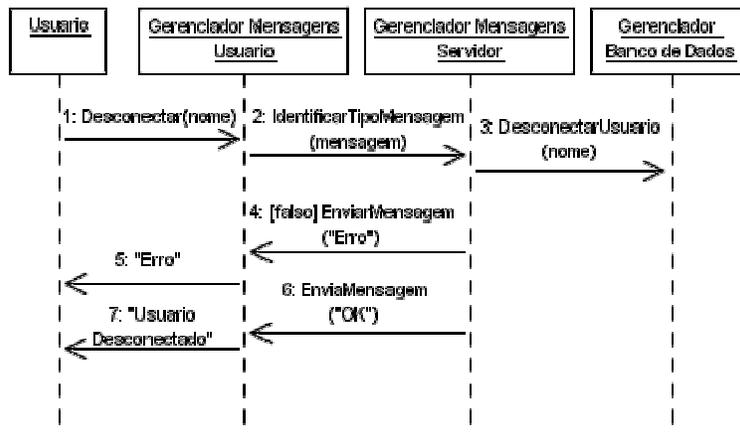


FIGURA 4.8: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA DESCONECTAR.

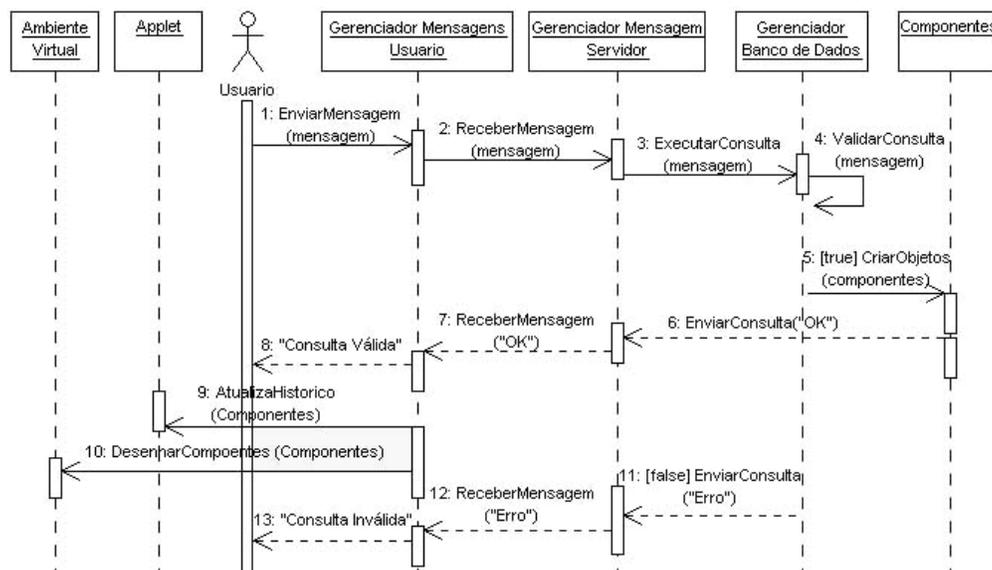


FIGURA 4.9: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA VISUALIZAR DADOS.

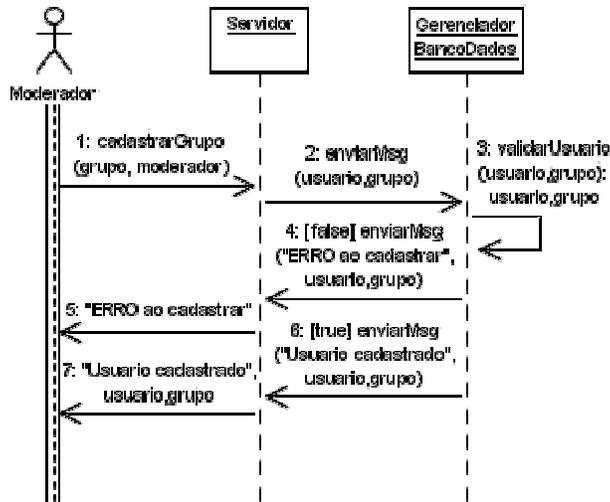


FIGURA 4.10: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA CADASTRAR GRUPOS E USUÁRIOS.

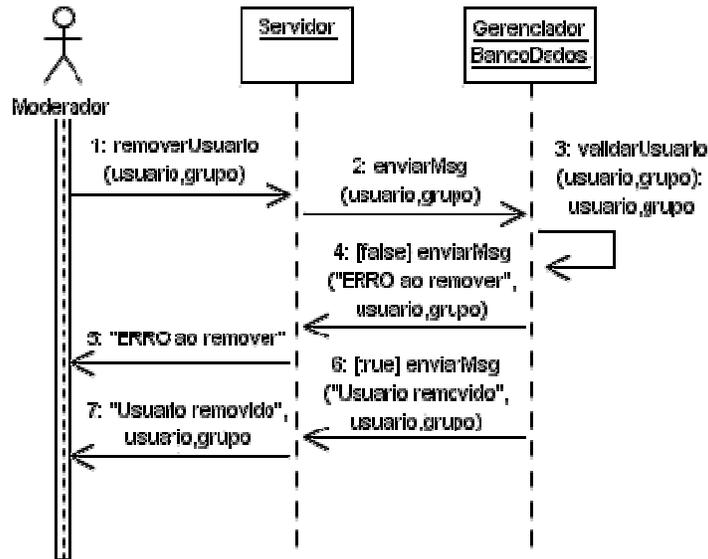


FIGURA 4.11: DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA PARA REMOVER GRUPOS E USUÁRIOS.

4.3. Protótipo

O protótipo é caracterizado por três partes principais: duas delas são ambientes virtuais tridimensionais, um para a visão compartilhada, ou seja, qualquer modificação que um usuário fizer será vista por todos, e o outro ambiente virtual é para visão individual, que pode ter uma visão diferente da visão compartilhada. A terceira parte é uma *applet* que permite ao usuário personalizar a consulta tanto para o ambiente compartilhado quanto para o individual, bem como trocar informações com outros usuários. As três partes estão embutidas em uma página *Web* (Figura 4.12).

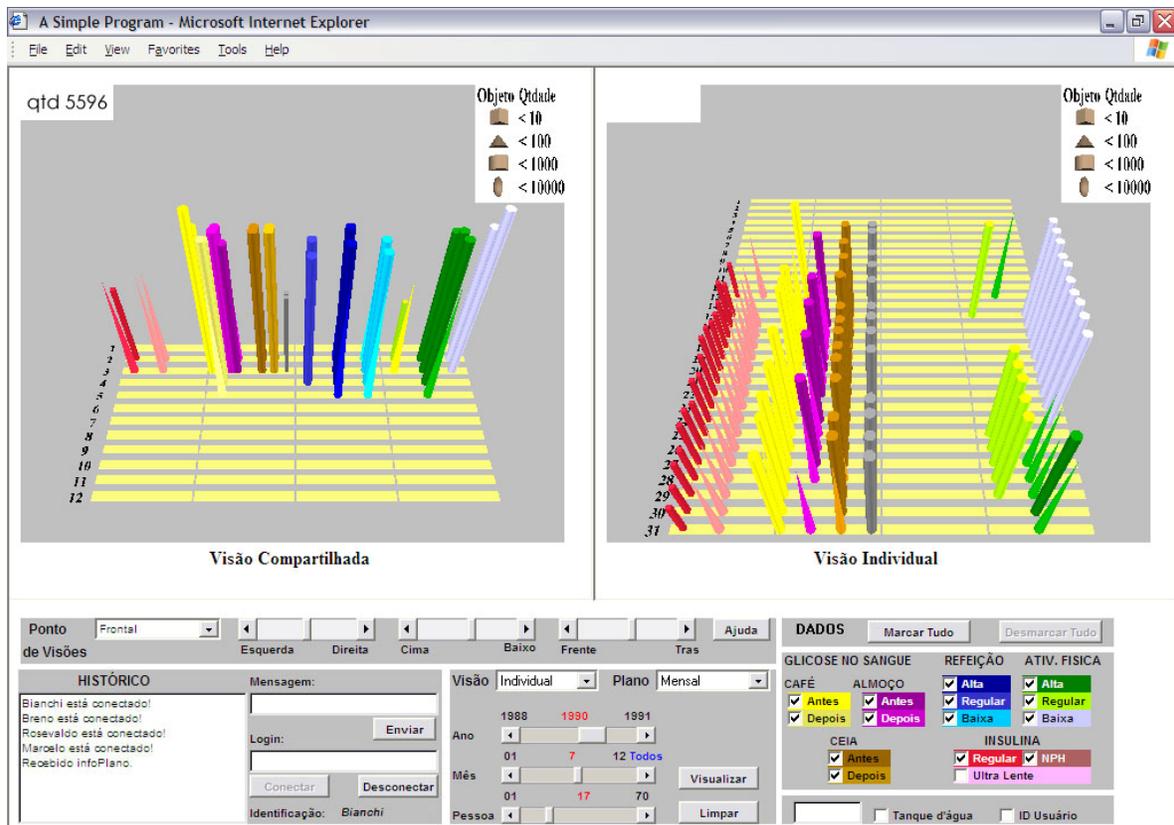
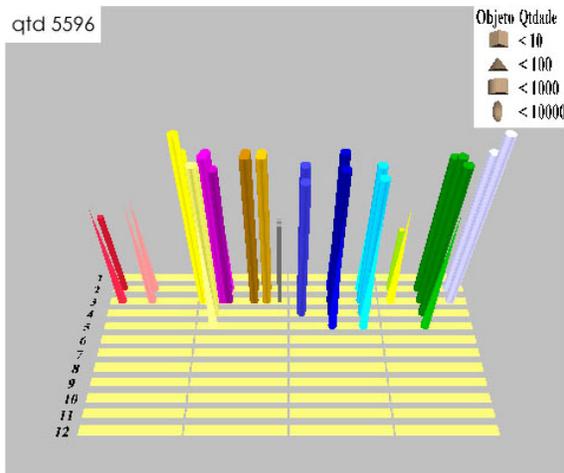
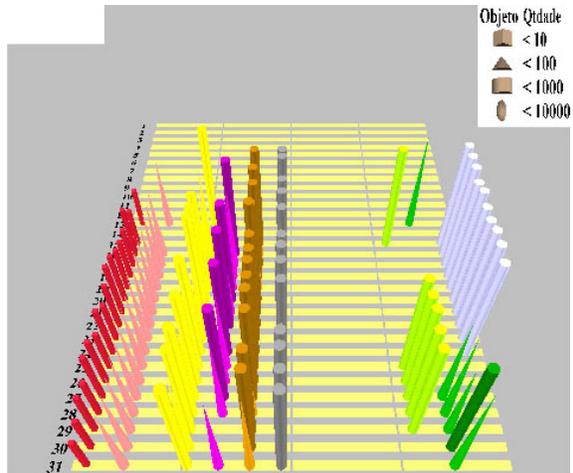


FIGURA 4.12: PROTÓTIPO DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO 3D COLABORATIVA BASEADO NA WEB.

O ambiente virtual tridimensional exibe um plano onde o gráfico 3D é gerado de acordo com a solicitação do usuário. O usuário solicita a geração do gráfico de informações selecionando algumas opções, tais como: Visão, Plano, Ano, Mês e Pessoa a ser visualizado. Após esta primeira seleção o usuário poderá interagir tanto no ambiente tridimensional através de zoom, rotação, etc, como na *applet* através dos atributos dos campos Insulina, Glicose no Sangue, Refeição e Atividade Física. O gráfico a ser gerado pode ser tanto Anual quanto Mensal, ambos representados nas Figuras 4.13 e Figura 4.14 respectivamente.



**FIGURA 4.13: AMBIENTE TRIDIMENSIONAL
COMPARTILHADO ANUAL.**



**FIGURA 4.14: AMBIENTE TRIDIMENSIONAL
INDIVIDUAL MENSAL.**

Nas visualizações geradas foram utilizadas cores e formas geométricas diferentes para representar os diferentes dados e suas grandezas, as cores fornecem os diversos atributos, e a forma está relacionada ao valor numérico do dado, por exemplo, para unidade (paralelepípedo), dezena (cone), centena (cilindro), milhar (elipse), etc. Esta diferenciação nas grandezas e atributos se fez necessária devido a grande diferença entre os valores dos dados informados. Apesar da utilização de cores de tonalidades semelhantes no gráfico do protótipo o entendimento das informações não ficou prejudicado em relação à rapidez de assimilação e eficiência na interpretação dos dados apresentados devido à posição em que as mesmas foram dispostas. Para saber qual o valor real de qualquer atributo basta passar o *mouse* sobre o dado desejado que seja ativado a função de detalhamento do dado mostrado na área reservada para exibição do detalhe dos dados localizado no canto superior esquerdo do Ambiente Virtual Tridimensional (Figura 4.15).

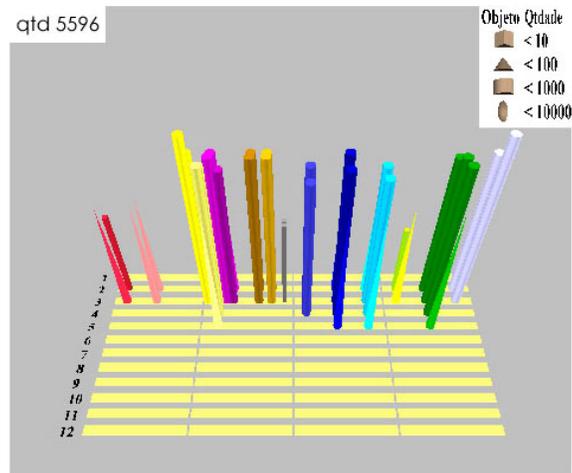


FIGURA 4.15: TÉCNICA DE EXIBIÇÃO DE DETELHAS UTILIZADA NO PROTÓTIPO.

Os elementos do ambiente virtual (AV) foram construídos em VRML, sendo que o código para uma forma geométrica pode ser visto na Figura 4.16.

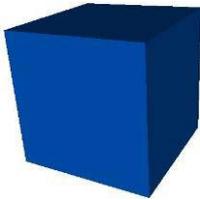
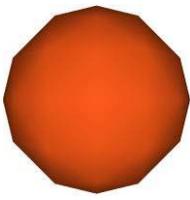
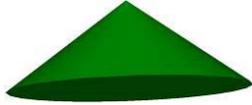
			
<pre>#VRML V2.0 utf8 Shape { appearance Appearance { material Material { diffuseColor 0 .36 .8 } } geometry Box { size 0.1 0.1 0.1 } }</pre>	<pre>#VRML V2.0 utf8 Shape { appearance Appearance{ material Material { diffuseColor 1 .36 .1 } } geometry Sphere { radius 0.1 } }</pre>	<pre>#VRML V2.0 utf8 Shape { appearance Appearance { material Material { diffuseColor 0 1 0 } } geometry Cone { height 0.1 bottomRadius 0.1 } }</pre>	<pre>#VRML V2.0 utf8 Shape { appearance Appearance { material Material { diffuseColor .5 .36 .9 } } geometry Cylinder { height 0.1 radius 0.1 } }</pre>

FIGURA 4.16: FORMAS BÁSICAS, UM RESPECTIVO CÓDIGO.

Na Figura 4.16, podem-se encontrar exemplos de várias formas para representar os tipos de dados. Como mencionado anteriormente, uma cor representa o tipo de dado (por exemplo, uma medida de glicose) que estará sendo analisado. Em termos de código isto é configurado no campo *diffuseColor*. O tamanho do objeto representa, por exemplo, à quantidade medida de glicose depois do almoço. Para esta representação utiliza-se um multiplicador sobre o objeto chamado *scale* apenas no eixo Y (Figura 4.17). O valor 15 em *scale* significa 15 mg/dl (miligramas por decilitro).

Código em VRML	Imagem do Objeto
<pre> #VRML V2.0 utf8 Transform { scale 1 15 1 children [Shape { appearance Appearance { material Material { diffuseColor .5 .36 .5 } } geometry Cylinder { height 0.1 radius 0.1 } }] } </pre>	

FIGURA 4.17: CÓDIGO DA ALTERAÇÃO DO TAMANHO DO OBJETO.

Essa construção basicamente é baseada em protótipos. Os protótipos são a melhor forma de reutilização de código existente na linguagem. Eles são nós definidos pelo desenvolvedor com campos de valor variável, juntamente com os eventos que formarão sua estrutura (Figura 4.18).

São utilizadas informações do banco de dados, como o código do tratamento e a quantidade da medição para a criação de um objeto baseado no protótipo informação. O campo posição depende do grupo do código da informação (Insulina, Glicose no Sangue, Refeição e Atividade Física).

```

PROTO Informacao [
  exposedField SFVec3f posicao 0 0 0
  exposedField SFCOLOR cor 0 0 0
  field SFFloat qtdade 0
]

```

FIGURA 4.18: PROTÓTIPO PARA A EXIBIÇÃO DE UMA INFORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS

A exibição da quantidade no AV o deixaria extremamente poluído visualmente. Para contornar esta situação, faz-se uso de sensores em cada objeto (Figura 4.19). Desta forma ao passar o *mouse* sobre um determinado objeto, o usuário terá um painel mostrando o valor real associado.

```

#VRML V2.0 utf8
Transform {
  scale 1 15 1
  children [
    Shape {
      appearance Appearance
      {
        material Material {
          diffuseColor .5 .36
        }
      }
      geometry Cylinder {
        height 0.1
        radius 0.1
      }
    }
    DEF Toque TouchSensor {}
  ]
}

```

FIGURA 4.19: UTILIZAÇÃO DE SENSORES EM CADA OBJETO.

Além disso, é preciso usar scripts para controlar este processo interativo (Figura 4.20).

```

DEF script Script {
  eventIn SFBool sobreSensor
  eventOut MFString texto
  field SFString tratam "1000"

  url "javascript:
function initialize(){
}
function sobreSensor(value, time){
  if (value == true){
    texto[0] = 'qtdade: ' + tratam;
  }
  else{
    texto[0] = '';
  }
}
"
}

```

FIGURA 4.20: SCRIPT

O que acontece aqui é que quando o usuário “sobrevoar” com o *mouse* o objeto, um evento *sobreSensor* será gerado e capturado pelo script. De acordo com um valor *valorReal* passado como parâmetro, será inserido um texto na caixa reservada para os valores no

canto superior esquerdo do ambiente correspondente a quantidade medida do respectivo dado sobre o paciente (Figura 4.21).

qtidade: 1000



FIGURA 4.21: UTILIZAÇÃO DE SENSOR E SCRIPT PARA CONTROLAR A INTERAÇÃO DO USUÁRIO SOBRE UM OBJETO.

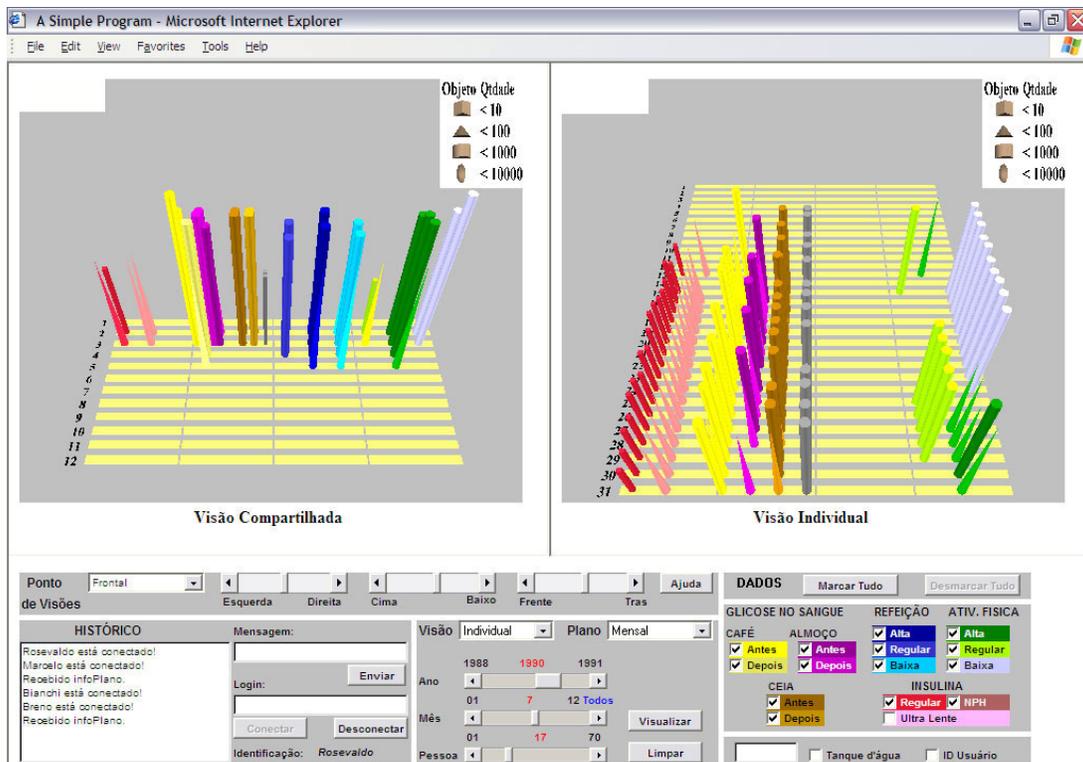
Na *applet*, podem-se encontrar cinco áreas principais (Figura 4.22). A primeira trata dos pontos de visões disponibilizadas no ambiente, tais como, visão frontal, aérea, etc. como também movimentos que não foram pré-definidos anteriormente utilizando as barras de rolagem para interagir no ambiente. A segunda área trata da troca de informações entre os usuários de modo textual, além de guardar o histórico das trocas de informações. No campo histórico também ficam registradas as ações dos usuários, que podem ser inserção, remoção, construção do plano e troca de mensagens entre os usuários que compartilham o ambiente. A terceira área trata da configuração do plano, tais como, escolher qual o tipo de gráfico 3D a ser gerado (Mensal ou Anual), o plano a ser colocado o gráfico (Compartilhado ou Individual), ano, paciente e o mês quando necessário. Todo novo plano inserido é colocado no lugar do anterior. A quarta parte trata da visualização ou não dos dados contidos no gráfico gerado, o estado default é inserir todos os dados da consulta baseado no ano, mês (opcionalmente) e paciente.

Na Figura 4.22 destaca-se os componentes da *applet* para a interação do usuário com o ambiente virtual tridimensional. Os componentes de interfaces são divididos em três módulos principais. No módulo 1 estão todos os componentes básicos de navegação no ambiente. No módulo 2 estão os componentes básicos de interação, relacionados ao *chat* (Histórico e campo de envio de mensagens) e *login* do usuário. No módulo 3 estão os componentes relacionados à montagem do gráfico. Este módulo possui campos de seleção, tais como glicose no sangue, refeição, atividade física, insulina, ano, mês, pessoa, que serão selecionados de acordo com o objetivo pretendido pelo usuário de maneira anual ou mensal na visão compartilhada e/ou individual para análise e troca de opiniões.



FIGURA 4.22: APPLLET DO *WEB INFO 3D*.

Caso o usuário não queira visualizar certos dados, basta desmarcar a opção referente a uma determinada medição para realizar a ocultação no AV, por exemplo, na consulta realizada a base de dados representada na Figura 4.23a pode ser observado que todos os dados contidos na consulta realizada à base de dados pela seleção nos campos: Visão, Plano, Ano, Mês e Pessoa; são automaticamente marcados e/ou selecionados na *applet* com o objetivo de manter a consistência da apresentação das informações, ou seja, no exemplo em questão todos os atributos que possuem dados a serem apresentados no AV são marcados automaticamente na *applet* com todos os atributos que possuem dados com exceção da Insulina Ultra Lente, pois a mesma não possuía nenhum dado e conseqüentemente não precisaria ser representada no AV, entretanto para exemplificar a interatividade da apresentação dos dados contidos na consulta e apresentados graficamente foi retirada a seleção dos itens Glicone no Sangue antes e depois do Café da manhã, que estava localizado no segundo trimestre do AV Individual como mostrado em destaque na Figura 4.23b.



FIGURAS 4.23A: WEB INFO 3D COM TODAS AS MEDIÇÕES MARCADAS REFERENTE A CONSULTA.

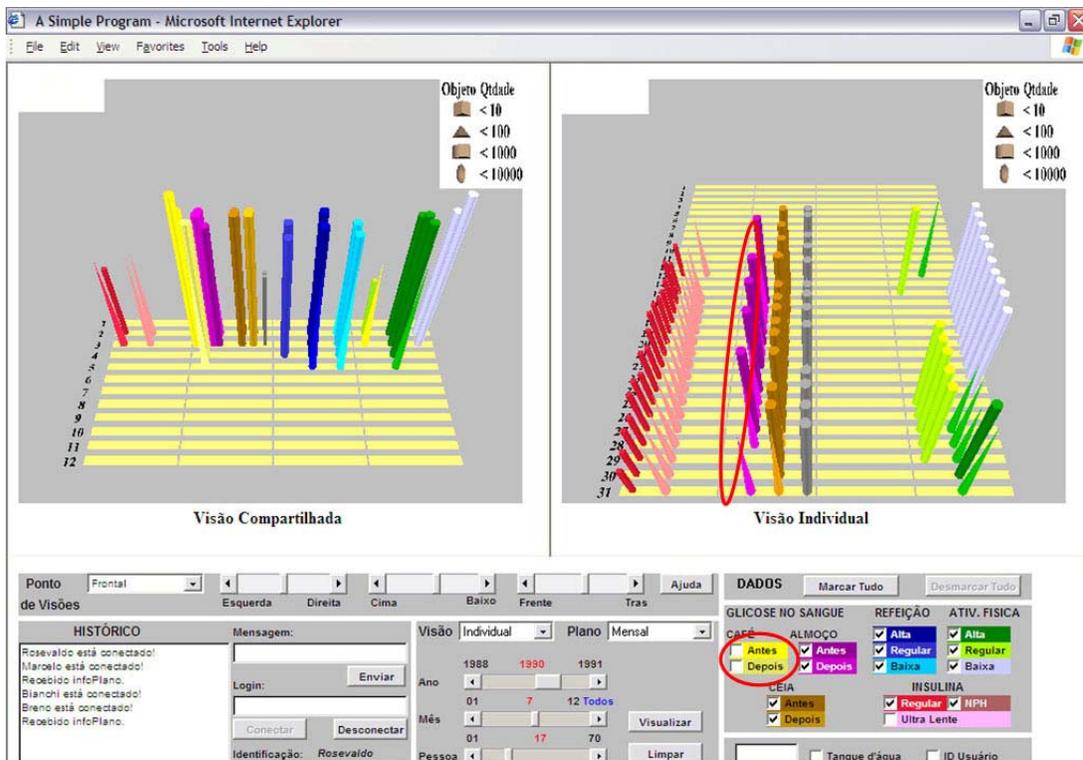


FIGURA 4.23B: WEB INFO 3D DESMARCANDO A MEDIÇÃO DE GLICOSE NO SANGUE ANTES E DEPOIS DO CAFÉ.

A retirada das marcações dos atributos na *applet* gera uma mensagem que é enviada para cada objeto com alteração ao valor do campo *transparency* correspondente às características de cor do objeto (Figura 4.24).

```
#VRML V2.0 utf8
Shape {
  appearance Appearance {
    material Material {
      transparency 0.8
    }
  }
  geometry Box {}
}
```

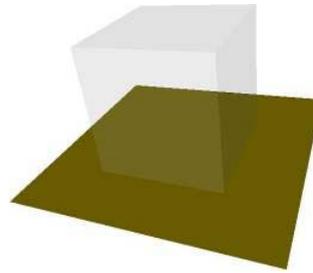


FIGURA 4.24: UTILIZAÇÃO DA TRANSPARÊNCIA PARA OCULTAÇÃO DE DADOS.

As Figuras 4.25 e 4.26 a seguir mostram as instâncias da aplicação para dois usuários diferentes.

FIGURA 4.25: INSTÂNCIA DO PROTÓTIPO COM O USUÁRIO ROSEVALDO.

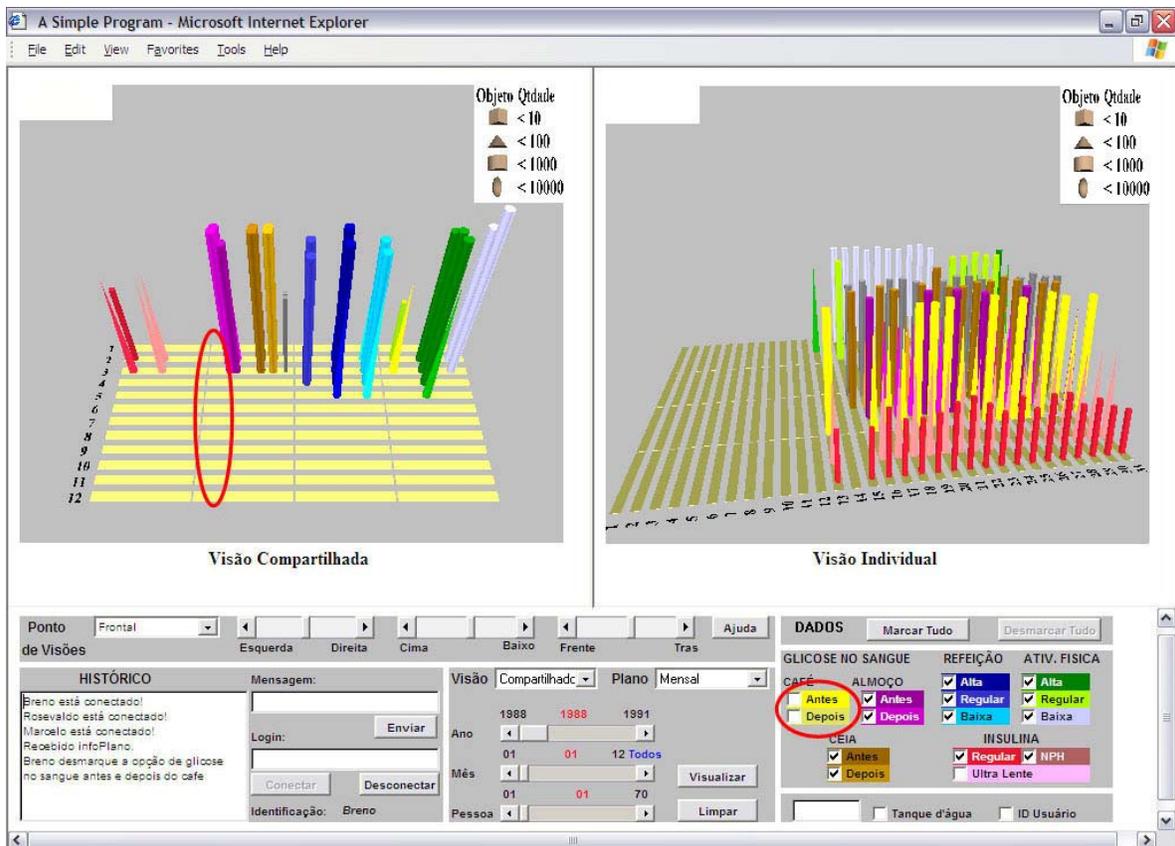


FIGURA 4.26: INSTÂNCIA DO PROTÓTIPO COM O USUÁRIO BRENO.

O protótipo oferece várias formas de interação no ambiente tanto diretamente quanto indiretamente para melhorar o entendimento dos dados apresentados. Além das formas de interação já citadas e explicadas o protótipo ainda possui duas funções que podem ser utilizadas que são o tanque d'água e o id usuário.

O tanque d'água é utilizado para melhor comparar os dados estando estes próximos ou dispersos uns dos outros tanto no ambiente Compartilhado quanto no Individual (Figura 4.27).

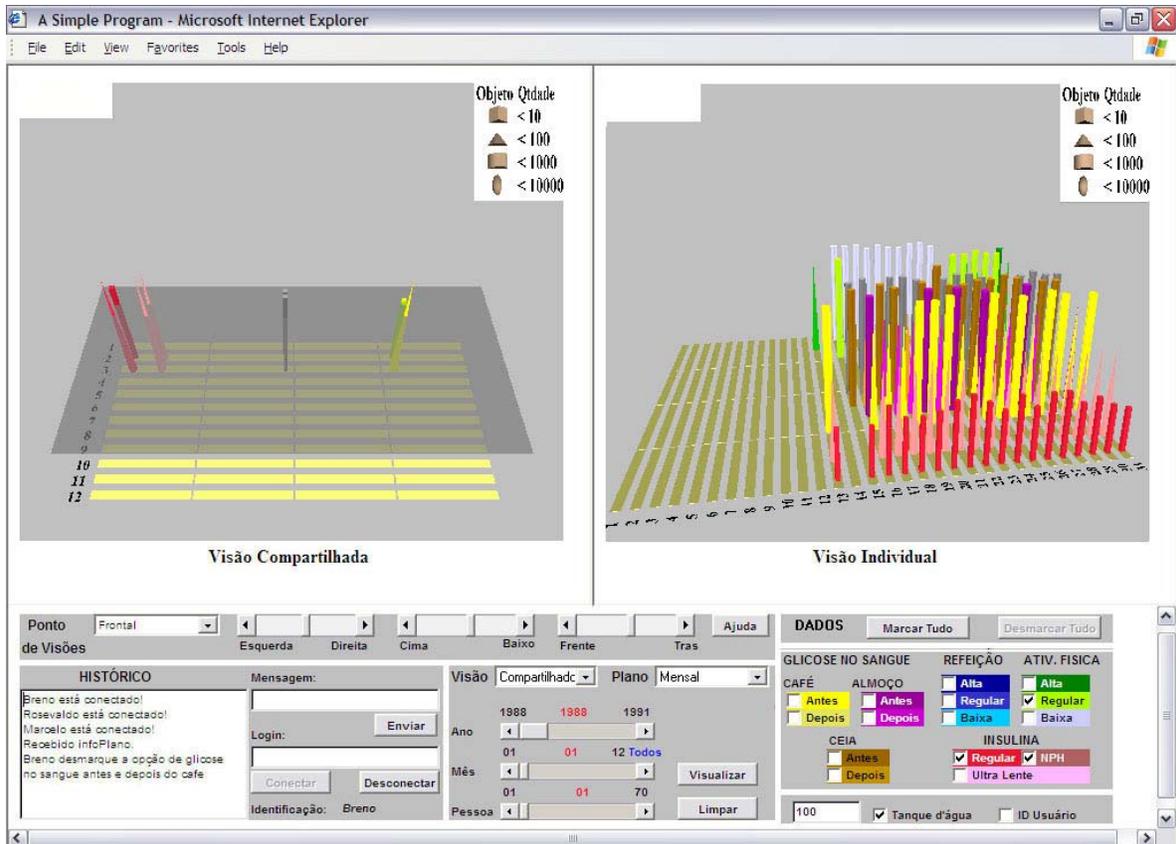


FIGURA 4.27: TANQUE D'ÁGUA PARA COMPARAÇÃO DOS DADOS NO WEB INFO 3D.

O Id Usuário ao ser acionado gera uma seta no ambiente compartilhado com uma cor pré-cadastrada juntamente com a criação do usuário na base de dados, ou seja, quando o Id Usuário é acionado uma seta de cor específica é inserida no ambiente compartilhado para identificar o usuário. Esta função foi criada com o intuito de possibilitar aos usuários se identificarem no ambiente Compartilhado para apontar para determinados dados mostrando para os outros usuários que estiverem discutindo sobre os assuntos as tendências, possibilidades e outras coisas via identificação com a seta e diálogo com o *chat*. (Figura 4.28).

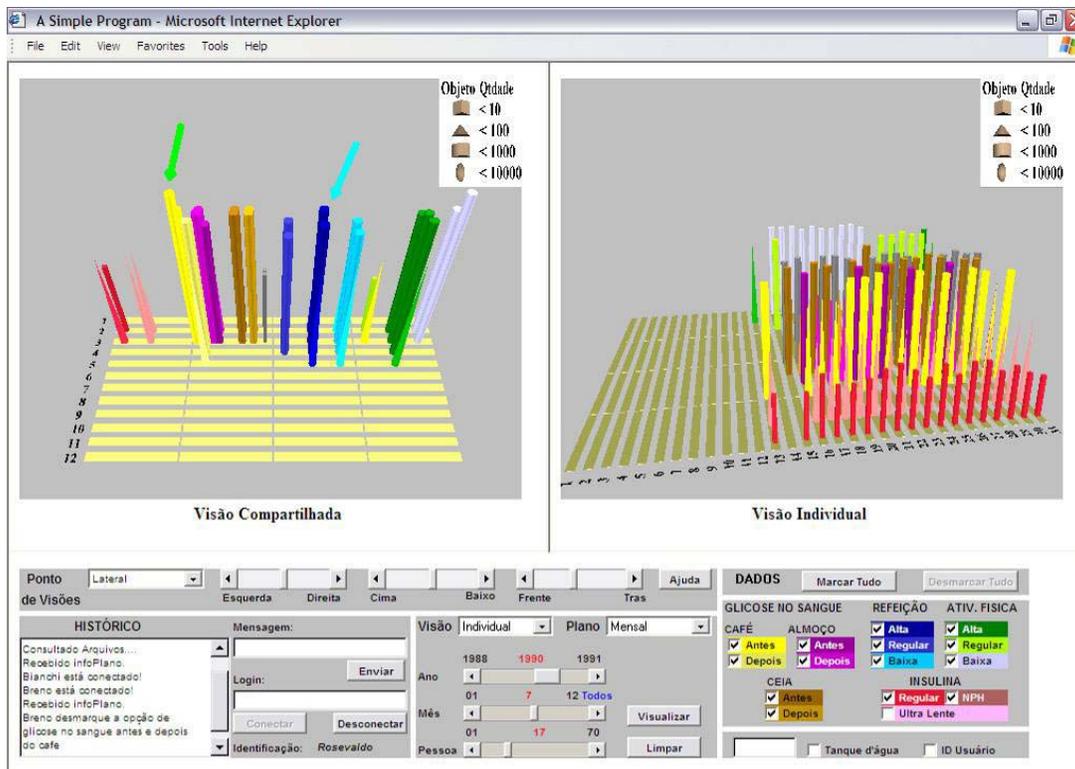


FIGURA 4.28: ID USUÁRIO PARA COMPARAÇÃO DOS DADOS NO WEB INFO 3D.

Um help foi desenvolvido para sanar as dúvidas do usuário quanto à utilização do protótipo (Figura 4.29).



Figura 4.29: Tela de ajuda do Web Info 3D.

Capítulo 5

Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Neste capítulo, serão apresentadas as principais conclusões sobre o trabalho, além de possíveis Trabalhos Futuros.

5.1. Considerações Finais

O trabalho teve por objetivo mais amplo expor a potencialidade da Realidade Virtual Colaborativa como uma tecnologia de auxílio à Visualização de Informação. Em termos mais específicos, o trabalho objetivou o projeto, implementação e utilização de um protótipo denominado *Web Info 3D*, baseado em realidade virtual colaborativa e técnicas de visualização de informação para realização de consultas dinâmicas em grandes bases de dados e geração de gráficos que facilitaram a percepção dos padrões e/ou intervalos existentes na base estudada.

Um dos grandes problemas de visualizar informações em um ambiente tridimensional é a oclusão, por isso mudanças de visão e navegação são itens essenciais para contornar esse problema e melhorar a interação e percepção do usuário. O *Web Info 3D* por ser um protótipo que é utilizado via *Web* depende muito da velocidade do tráfego das informações na rede (Internet). Entretanto, quando se trata de visualização esta preocupação se torna ainda mais eminente, pois tempo de resposta dependerá nesta ferramenta do tráfego de dados na rede, da velocidade de resposta do Banco de Dados e do tempo utilizado para renderização da imagem com ou sem interação do usuário no ambiente feito em tempo real.

Conseqüentemente, outros objetivos periféricos foram atingidos, tais como: i) diminuir a responsabilidade da tomada de decisão por apenas um usuário, pois a mesma será feita de maneira colaborativa ii) aumento da interatividade do usuário com as informações que forem disponibilizadas iii) disponibilizar o protótipo para simulação a qualquer hora do dia e de acordo com a disponibilidade dos responsáveis pela tomada de decisão.

O *Web Info 3D* foi desenvolvido com ferramentas gratuitas, apesar do custo está totalmente direcionado, aos recursos humanos para desenvolvimentos, ferramentas de autoria deveriam ser consideradas para facilitar a construção de novas aplicações ou melhoramento das já existentes.

Outras aplicações baseadas em RV para auxílio à visualização de informação são passíveis de serem desenvolvidas, podendo-se seguir as mesmas premissas de projeto do *Web Info 3D*.

Alguns dos grandes problemas encontrados para o desenvolvimento do protótipo foram à consulta dinâmica, que não atingiu o seu ponto ótimo, a construção de forma dinâmica dos

planos para a representação dos dados, em função de sua quantidade de variações, mas que foram contornadas de forma satisfatória.

5.2. Trabalhos Futuros.

Algumas características úteis ainda poderiam ser implementadas ao *Web Info 3D*, tais como: zoom semântico e histórico.

Considerações sobre outras opções tecnológicas para a implementação do *Web Info 3D*, também devem ser levadas em consideração para trabalhos futuros, dentre elas podemos destacar: JAVA3D e X3D.

Testes de usabilidade são bem-vindos para aprimorar a interface do protótipo e melhorar a interação e a percepção do usuário quando do uso da interface.

Desenvolver um módulo que permita que vários tipos de entrada de dados sejam possíveis, desde banco de dados a arquivos XML (eXtensible Markup Language).

6. Referências Bibliográficas

- ANDREWS K., *Visualizing and Exploring Large Hierarchies using Cascading, Semi-circular Discs*, in IEEE Information Visualization Symposium 1998 Late Breaking Hot Topics ACM Press, Research Triangle Park NC, 1998, 9 - 12.
- BOWSKILL, J. & DOWNIE, J. - *Extending the Capabilities of the Human Visual System: An Introduction to Enhanced Reality*, Computer Graphics - ACM, 29(2):61-65, May 1995.
- BRATH, R. *Concept Demonstration: Metrics for Effective Information Visualization*. Proceedings of IEEE Symposium on Information Visualization, 1997, pp. 108-111. (<http://www.computer.org/proceedings/infovis/8189/81890108abs.htm>)
- BREWER I., MacEachren, A. M., Abdo, H., Gundrum, J., Otto G., Collaborative *Geographic Visualization: Enabling Shared Understanding of Environmental Processes*, IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis 2000), Salt Lake City, UT, pp. 137-141, 2000.
- BURDEA. G.; COIFFET, P. *Virtual Reality Technology*. John Wiley & Sons, 1994
- ÇAPIM, T. K.; Pandzic, I. S.; Magnenat-Thalmann, N.; Thalmann, D. *Avatares in Networked Virtual Environments*. John Wiley & Son, LTD. New York, 1999.
- CARD, S.K., Mackinlay, J.D., Shneiderman, B. (1999) *Readings in information visualization: using vision to think*. San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers. 686p.
- CARD, S. K., Rao, R. (1995). *Exploring Large Tables with the Table Lens*. In CHI'95 Video Program. ACM
- CARR, D. Wiss, U., Jonsson, H. *Evaluating 3-Dimensional Information Visualization Designs*, Department of Computer Science and Electrical Engineering, Lulea University, 1998 (<http://www.sm.luth.se/~hj/art-iv98.shtml>).
- CHEN, Chomei. *Information Visualization and Virtual Environments*, Springer, 1999.

- CHURCHILL, E. F., Snowdon, D. N., Munro, A. J. *Collaborative Virtual Environments: Digital Places and Spaces for Interaction*. Springer. 2001.
- CHERNOFF, H. *The use of faces to represent points in k-dimensional space*. Journal of the American Statistical Association, 68(342):361-368, 1973.
- CLEVELAND, W., McGill R. "*Graphical Perception: Theory, experimentation and application to the development of graphical methods*" in Journal American Statistician Association, 79, 387: 531-554, Sept. 1984.
- DIEHL, Stephan. *Distributed Virtual Worlds: Foundations and Implementation Techniques Using VRML, Java and Corba*. Springer. 2001.
- FREITAS, C. M. D. S., Cava, R. A. *Visualizing Hierarchies using a Modified Focus+Context Technique*. In: IEEE Information Visualization 2001. Late Break Hot Topics Proceedings (Contribution accepted as interactive poster).
- FURUHATA, R., Fujishiro, I., Ichikawa, Y., Takeshima, Y. *A Taxonomy of Visualization Techniques Using the Data State Reference Model*, IEEE Symposium on Information Visualization 2000 (INFOVIS'00), Salt Lake City, Utah, USA. IEEE Computer Society, online publication: <http://computer.org/proceedings/infovis/0804/0804toc.htm>, pag. 69-76, October 2000
- GERSHON, N. Eick, S.G., *Visualizing Internet Resources*, in Proc. Info. Vis. Symp. 95, eds., IEEE CS Press, Los Alamitos, Calif., 1995, pp. 122-128.
- HAM, F. V.; Wijk, J. J. V. *Beamtrees: Compact Visualization of Large Hierarchies*. IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis'02) p.93 –102.
- HEIJMANS, Jan. *An Introduction to Distributed Visualization*. <http://cg.its.tudelft.nl/~jan/Paper/paper.html>, Delft University of Technology Faculty of Information Technology and Systems. February, 2002.

- HERMAN, Ivan, Melançon, Guy, Marshall, M. Scott. *Graph Visualization and Navigation in Information Visualization: A Survey*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 6, Nº. 1, January-March 2000.
- HORSTMANN, Cay S., Cornell, Gary. *Core Java 2 – Volume II – Recursos Avançados*, Makron Books, São Paulo, 2001.
- JOHNSON, A.; Roussos, M.; Leigh, J.; Vasilakis, C.; Barnes, C. *Learning and Building Together in an Immersive Virtual World*. Presence, USA, 8, 3, p. 247-263, June 1999.
- JOHNSON[a], Brian; Shneiderman, Ben. *Tree-Maps: A space-filling approach to the visualization of hierarchical information structures*. In: IEEE Visualization, San Diego. Proceedings. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1991. p.284-291.
- KIRNER, C. *Sistemas de Realidade Virtual*. Grupo de Pesquisa em Realidade Virtual. Departamento de Computação. Universidade Federal de São Carlos. Disponível: <http://www.dc.ufscar.br/~grv/tutrv.htm>. [janeiro 1998]
- KIRNER[a], C., Calonego Junior, N., Buk, Carolina V., Kirner, Tereza G., *Visualização de Dados em Ambientes com Realidade Aumentada*. Symposium on Virtual Reality, 45-48, 2004.
- KOBSA, Alfred. *An Empirical Comparison of Three Commercial Information Visualization Systems*. Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization 2001 (INFOVIS'01), p. 123.
- LAMPING, J. and Rao, R. *The hyperbolic browser: a focus + context technique for visualizing large hierarchies*, 33-55, (also [4], 382-408).
- LARMAN, Craig. *Utilizando UML e Padrões – Uma Introdução à análise e ao projeto orientado a objetos*. Editora Campus, 2000.
- MARCHESE, Francis T., Mercado, Jude, Pan, Yi. *Adapting Single-User Visualization Software for Collaborative Use*. Proceedings of the Seventh International Conference on Information Visualization (IV'03), July 16 - 18, 2003 London, England. p. 252.

- MARK Gloria, Keri Carpenter, Alfred Kobsa. *A Model of Synchronous Collaborative Information Visualization*. Proceedings of the Seventh International Conference on Information Visualization (IV'03), pp. 373, 2003.
- MEIGUINS, Bianchi S., Guedes, Luis A., Araújo, Marcos V., Garcia, Marcelo B., Souza, Rosevaldo D. *A Proposal for Collaborative Virtual Environments Architecture Using Internet Patterns*. Proceedings of IASTED International Conference on Software Engineering (SE 2004). Innsbruck, Austria. 2004.
- MEIGUINS[a], B. S.; Meiguins, B. S. ; Oliveira, L. A. H. G.; Garcia, M. B.; Sousa, M. P. A. Uma ferramenta multiusuário e colaborativo para o auxílio ao ensino de circuitos elétricos. In anais do 5o Simpósio de Realidade Virtual da SBC. Págs. 126-138. Fortaleza – CE. 2002.
- MUNZNER, T. *Drawing Large Graphs with H3Viewer and Site Manager*. In: Internal Symposium On Graph Drawing, GD, 6., 1999, Montreal, Canada. Graph Drawing: proceedings. Berlin: Springer-Verlag, 1998. p. 384-393. (Lecture Notes in Computer Science, v. 1547). Disponível em: <<http://graphics.stanford.edu/papers/h3draw/gd98.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2002.
- PANAS, T., Lowe W., Abmann. U. *Towards the united recovery architecture for reverse engineering*. In Int. Conf. on Software Engineering Research and Practice, Las Vegas, June 2003.
- PIMENTEL, K.; Teixeira, K. *Vitual Reality: throught the new looking glass*. McGraw-Hill, Inc. 1995.
- PINHO, Márcio Serolli, *Realidade Virtual na Educação*, Instituto de Informática/Centro de Informática na Educação – PUCRS, SBIE de 1996 em Belo Horizonte.
- PINHO[a], M. S. Uma Introdução à Realidade Virtual. Grupo de Pesquisa em Realidade Virtual. Instituto de Informática PUCRS 1998. Disponível: <http://www.inf.pucrs.br/~grv/tutrv.htm>. [janeiro 1998]

- RAYMOND, J. *Collaborative Virtual Learning Environments*. BSc. Computing (Hons.)
 Module CP3090 Manchester Metropolitan University.
[http://www.doc.mmu.ac.uk/RESEARCH/virtual-museum/Kahun/senet/ray/Project.html](http://www.doc.mmu.ac.uk/RESEARCH/virtual-museum/Kahun/senet/ray/Project.html#Chap12)
 #Chap12. 1999.
- RAPOSO, Alberto B. *A Component-based infrastructure for the coordination of collaborative activities in virtual environments*. In: Proceedings of the 4o SBC Symposium on Virtual Reality, Florianópolis, 2001, p. 127-138.
- ROBERTSON, G. *Information Visualization using 3D Interactive Animation*.
 Communications of the ACM, New York, v.36, n. 4, Apr. 1993.
- RODELLO, I. A. et al. *Análise dos Principais Fatores para o Desenvolvimento de Sistemas Distribuídos de Realidade Virtual*. Proceedings of the 4o SBC Symposium on Virtual Reality (2001), Florianópolis-SC, 314-325.
- ROEHL, B.; et al. *Late Night VRML 2.0 with Java*. ZD Press. Emeryville, California. 1997.
- SHNEIDERMAN, B., *Dynamic Queries For Visual Information Seeking*, IEEE Software 11, 6 (1994), 70-77.
- SHNEIDERMAN, B. *The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualizations*. Proceedings of IEEE Symposium on Visual Languages, Boulder, CO, September 3-6, 1996. pp. 336-343.
- SHNEIDERMAN, B. and Wattenberg, M. (2001). *Ordered Treemap Layouts*. In Proc. IEEE InfoVis 2001, pages 73–78, San Diego, California (2001). IEEE Computer Society.
<http://www.computer.org/proceedings/infovis/1342/13420073abs.htm>.
- Wijk, Jarke J. V.; WETERING, Huub V. *Cushion Treemaps: Visualization of Hierarchical Information*. In: Ieee Symposium On Information Visualization, 1999, San Francisco, California. Proceedings. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1999. p.73-78.
- SINGHAL, S. Zyda, M. *Network Virtual Environment – Design and Implementation*. Addison Wesley. 1999.

SPENCE, Robert. *Information Visualization*. Addison-Wesley. 2001.

STASKO b, J.; ZHANG, E. *Focus+Context Display and Navigation Techniques for Enhancing Radial, Space-Filling Hierarchy Visualizations*. In: IEEE Symposium On Information Visualization, 2000, San Francisco, California. Proceedings... Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2000. p.57-65 <http://www.cc.gatech.edu/gvu/ii/sunburst/>.