

BRUNO NAVILLI ZENI
HUGO WESLEY KUDO
JAIRO YUKIO KURODA

REALIDADE VIRTUAL E PROCESSOS DE MANUFATURA
PRODUÇÃO, BENEFICIAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE BANANA

Monografia apresentada ao curso de
Ciência da Computação, mantido pela
Fundação de "Ensino Eurípides Soares da
Rocha", Mantenedora do Centro
Universitário Eurípides de Marília -
UNIVEM, para obtenção do Título de
Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador:
Prof. Ildeberto de Genova Bugatti

MARÍLIA
2006

ZENI, Bruno Navilli; KUDO, Hugo Wesley; KURODA, Jairo Yukio.
**Realidade Virtual e Processos de Manufatura. Produção,
Beneficiamento e Distribuição de Banana** / Bruno Navilli e Zeni, Hugo
Wesley e Kudo, Jairo Yukio e Kuroda; orientador: Ildeberto de Genova
Bugatti. Marília, SP: [s.n.], 2006.
137 f.

Revisão Bibliográfica do Trabalho de Conclusão de Curso
(Bacharel em Ciência da Computação) - Centro Universitário Eurípides
de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha.

1.Realidade Virtual 2.Processos de Manufatura 3.Manufatura
Assistida por Computador

CDD: 006

BRUNO NAVILLI ZENI

HUGO WESLEY KUDO

JAIRO YUKIO KURODA

REALIDADE VIRTUAL E PROCESSOS DE MANUFATURA
PRODUÇÃO, BENEFICIAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE BANANA

Banca examinadora da dissertação apresentada a graduação da UNIVEM, F.E.E.S.R., para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação. Área de Concentração: Realidade Virtual.

Resultado: _____

ORIENTADOR: Prof. Ildeberto de Genova Bugatti

1º EXAMINADOR: André Luiz Satoshi Kawamoto

2º EXAMINADOR: Ana Paula Piovesan Melchiori Peruzza

Marília, 13 de dezembro de 2006.

AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais Julio Kudo e Tizuco Tokumo Kudo, João Kuroda e Yoko Fujinaga Kuroda, Suely Navilli Zeni e Jose Getulio M. Zeni, irmãos Érico Gustavo Kudo, Neusa Harumi Kuroda e Sônia Kuroda, Juliana Zeni, namorada Fernanda Garcia Prado e os demais familiares que nos momentos mais difíceis sempre estiveram ao nosso lado nos apoiando e nos mostrando qual o melhor caminho a seguir.

Aos professores André Luiz Satoshi Kawamoto, Ana Paula Piovesan Melchiori Peruzza, Edmundo Sérgio Spoto (Dino), Elton Aquinori Yokomizo e Luiz Fernandes Galante que foram mais que professores, foram amigos com quem interagimos durante quatro anos e com os quais participamos de lutas que nos trouxeram cada vez mais experiência e amadurecimento e, sem dúvida, professores no sentido profundo da palavra.

Ao nosso orientador, Prof. Ildeberto de Genova Bugatti, por compartilhar conosco a festa, sendo um interlocutor disposto a oferecer estímulos e, principalmente, a percorrer novos caminhos, ouvir com interesse e ânimo todas as questões, dúvidas e problemas que surgiam durante o processo de reflexão.

Aos amigos Anderson Honorato, Rafael Takashi, Heitor Pirollo, Tadeu Friol, Daniel Monteiro, Fernando Mito, Thalita Martins, Rita Lacava, Marco Piotto, Rodrigo Zapaterra, Thiago Fortunato, Danilo Quinquinato, Bárbara Monteiro e Pedro Henrique Bugatti pessoas que representaram, para nós, a união nos momentos mais importantes ao longo desse curso.

ZENI, Bruno Navilli; KUDO, Hugo Wesley; KURODA, Jairo Yukio. **Realidade Virtual e Processos de Manufatura. Produção, Beneficiamento e Distribuição de Banana.** 2006. 137 f. Revisão Bibliográfica do Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação) - Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília, 2006.

RESUMO

A tecnologia de Realidade Virtual juntamente com CAM foi empregada para o auxílio a processos de manufatura envolvidos na produção, beneficiamento e distribuição de banana de uma empresa sediada na região de Marília. O sistema abrange todas as etapas inerentes ao estudo de caso em questão gerando um mundo virtual que permite a forte integração entre os processos administrativos e de controle de uma empresa que atua na área. O sistema contribui para melhorar o controle e acompanhamento dos processos visando à obtenção de qualidade, agilidade e uma relação de baixo custo benefício adequado às características de mercado. O sistema contém uma interface gráfica amigável, permitindo a navegação e a visualização de dados integrados a um banco de dados.

Palavras Chave: Realidade Virtual, Processos de Manufatura, CAM-Manufatura Assistida por Computador.

ZENI, Bruno Navilli; KUDO, Hugo Wesley; KURODA, Jairo Yukio. **Realidade Virtual e Processos de Manufatura. Produção, Beneficiamento e Distribuição de banana.** 2006. 137f. Revisão Bibliográfica do Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília, 2006.

ABSTRACT

To consider support systems the Processes of Manufacture using of integrated form Realidade Virtual (RV) and Computer Aided Manufacturing-CAM. To generate an aid system the manufacture processes applying the concepts and studied methodologies and/or proposals to generate a involved system of i assist the manufacture in the production, improvement and distribution of banana of a company headquartered in the region of Tupã. The system will go to enclose all the inherent stages to the study of case in question being generated a virtual world that will allow the strong integration between the administrative proceedings and of control of a company who acts in the area. The system will go to contribute to improve the control and accompaniment of the processes aiming at to the attainment of quality, agility and a relation adequate cost benefit to the market characteristics. The system will contain friendly a graphical interface, will allow to the navigation and the visualization of data integrated to a data base.

Keywords: Virtual Reality, Manufacturing Process, CAM-Computer Aided Manufacturing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1: Foto promocional de um protótipo do Sensorama [Pimentel, 1995].	18
Figura 1.2: Piloto usando capacete do projeto “Super Cockpit” de Tom Furness [Pimentel, 1995].	19
Figura 1.3: Visão do usuário do “Super Cockpit” [Pimentel, 1995].	20
Figura 1.4: Tele-Colaboração [Diório,2005].	22
Figura 1.5: Tele-Presença[Diório,2005].	23
Figura 1.6: Visualização Científica [Diório,2005].	24
Figura 1.7: RV de Simulação[Diório, 2005].	25
Figura 1.8: RV de Projeção [WORLDSCENERIES, 2005].	26
Figura 1.9: Realidade Aumentada [Diório,2005].	27
Figura 1.10: Display Visualmente Acoplado [Diório,2005].	28
Figura 1.11: RV de Mesa [Diório,2005].	29
Figura 1.12: CAVE e seus respectivos projetores [Diório, 2005].	30
Figura 1.13: Dispositivo Háptico [Diório,2005].	31
Figura 1.14: Implementação de Som 3D [Diório,2005].	32
Figura 2.1: Peça de Usina (CAM) [Ibrahim, 1991].	37
Figura 2.2: Exemplo de Partição.	42
Figura 2.3: Relações das Tabelas feito na ferramenta ErWin.	46
Figura 2.4: Exemplo de um grafo Java 3D.	55
Figura 3.1: Entrada, Processamento e Saída de Dados.	57
Figura 3.2: Foto ilustrando um cacho de banana Nanicão com sua respectiva modelagem.	58
Figura 3.3: Foto ilustrando uma penca de banana Nanica com sua respectiva modelagem.	59
Figura 3.4: Figura ilustrando uma caixa com banana Prata e sua respectiva modelagem.	59
Figura 3.5: Penca de banana Terra [Cati, 2002].	60
Figura 3.6: Foto ilustrando uma penca de banana Maçã com sua respectiva modelagem [Cati, 2002].	60
Figura 3.7: Cacho de banana Ouro [Cati, 2002].	61
Figura 3.8: Cacho de Banana-Figo ou Banana-Marmelo [Cati, 2002].	61
Figura 3.9: Características dos cultivares de bananas [Cati, 2002].	62
Figura 3.10: Diagrama de fluxo do beneficiamento de banana.	63
Figura 3.11: Espaçamento do cultivar de banana nanicão.	65
Figura 3.12: Tipos de muda a partir do rizoma brotado [Cati, 2002].	66
Figura 3.13: Bananal limpo através da roçada mecânica.	67
Figura 3.14: Esquema de como deve ser feito o desbaste [Cati, 2002].	68
Figura 3.15: Pseudocaule cortado, após a colheita [Cati, 2002].	69
Figura 3.16: Bananal após a retirada das folhas secas.	69
Figura 3.17: Modelagem da quebra da ráquis masculina junto ao botão floral.	70
Figura 3.18: Cachos de banana ensacados com sacos plásticos.	71
Figura 3.19: Fertilizante distribuído em “frente” ao broto novo [Embrapa, 2003].	72
Figura 3.20: Sistema de irrigação por gotejamento.	73
Figura 3.21: Microaspersão em bananal (esquerda), detalhe de um microaspersor (direita) [Embrapa, 2003].	74
Figura 3.22: Foto de uma câmara de maturação (esquerda), foto da modelagem da mesma.	75
Figura 3.23: Coloração das fitas indicam a “idade” do cacho.	76
Figura 3.24: Termômetro usado para medir a temperatura no interior da câmara de climatização com sua respectiva modelação [Embrapa, 2003].	77

Figura 3.25: Foto do painel de controle da câmara (esquerda). Modelagem do painel: A) Interruptor que liga os ventiladores; B) Interruptor que liga as luzes; C) Controlador de temperatura; D) Caixa de controle de energia; e E) Caixa de energia.	78
Figura 4.1: Mundo Virtual – Bananal com Câmara de Maturação	80
Figura 4.2: Pé de Banana.....	80
Figura 4.3: Nó Inline.....	81
Figura 4.4: Nó Anchor	81
Figura 4.5: Visão superior da Câmara de Maturação.	81
Figura 4.6: Visão do interior da Câmara de Maturação.....	82
Figura 4.7: Caixote de banana.	82
Figura 4.8: Relação entre as Tabelas do Sistema	83
Figura 4.9: Comunicação do Sistema Administrativo com o Banco de Dados.	85
Figura 4.10: Tela Inicial do Sistema.....	85
Figura 4.11: Tela de Cadastro de Associação.	85
Figura 4.12: Tela de Relatórios de Associações.....	86
Figura 4.13: Tela do Mundo Virtual.....	87
Figura 4.14: Fluxo da Integração do Mundo Virtual com Banco de Dados	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANSI - American National Standards Institute (Instituto Nacional Americano de Padronização)

AV – Ambiente Virtual

CAM – Computer Aided Manufacturing

CAVE - Cave Automatic Virtual Environment (Caverna Digital)

DDL - Data Definition Language (Linguagem de Definição de Dados)

GDB – The GNU Debugger (Debugger do GNU)

GNU - GNU is Not Unix (GNU não é Unix).

HMD – Head-Mounted-Display

HTML - Hypertext Markup Language (Linguagem de Formatação de Hipertexto)

LCD - liquid crystal display (Monitor de cristal líquido)

NASA - National Aeronautics and Space Administration (Agência Aero-Espacial Americana)

PC - Personal Computer (Computador pessoal)

RV – Realidade Virtual

SO - Sistema Operacional

SQL - Structured Query Language (Linguagem de Consulta Estruturada)

URL - Universal Resource Locator (Localizador Universal de Recursos)

VCASS - Visually Coupled Airborne Systems Simulator

VIVED (Virtual Visual Environment Display)

VRML - Virtual Reality Modelating Language (Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual)

CAPP - Planejamento de Processos Auxiliado por Computador;

CAP - Produção Auxiliada por Computador;

CAT - Teste Auxiliado por Computador;

CAQ - Qualidade Auxiliada por Computador.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
1. REALIDADE VIRTUAL E ASSOCIAÇÃO	14
1.1 Conceitos de Realidade Virtual	15
1.2 Histórico e definições do termo Realidade Virtual	17
1.3 Tipos de Sistemas de RV	21
• Tele-colaboração	21
• Tele-presença.....	22
• Visualização Científica.....	23
• RV de Simulação	24
• RV de Projeção ou Realidade Artificial	25
• RV Aumentada ou Realçada.....	26
• Dispositivos Visuais.....	27
• Displays Visualmente Acoplados	28
• RV de Mesa	29
• Caverna Digital	29
• Monitores e sistemas de projeção	30
• Dispositivos Hápticos	31
• Dispositivos Auditivos	31
1.4 Requisitos necessários para um sistema de RV.....	32
2. METODOLOGIA	34
2.1 O Sistema CAM.....	35
2.2 Ambientes Virtuais Colaborativos	38
2.3 Simulação	39
2.4 Técnicas para criação de imersão em um Mundo Virtual.....	39
2.5 Técnicas de Modelagem	40
2.6 Técnicas de Partição.....	41
2.7 Ferramentas Utilizadas Na Geração do Mundo Virtual Proposto.....	43
2.7.1 Bloco de Notas	44
2.7.2 Cosmos Worlds 2.0.....	44
2.7.3 Cortona.....	45
2.8 Ferramentas utilizadas para a criação do sistema administrativo.....	45
2.8.1 Firebird.....	47
2.8.2 IBExpert	49
2.8.3 Erwin	50
2.8.4 Java.....	51
2.8.5 Java 3D	52
3. ESTUDO DE CASO.....	57
3.1 Descrição do Estudo de Caso - Sistema de Produção, Beneficiamento e Distribuição de Banana	57
3.2 Descrição dos tipos de Bananas	58
3.3 Etapas e Processo do Beneficiamento de banana e Diagrama Detalhado do ciclo de banana	62
3.3.1 Primeira Etapa – Preparação Do Solo.....	64
3.3.2 Segunda Etapa – Plantio	64

3.3.3 Terceira Etapa – Cuidados do Dia-A-Dia	67
3.3.4 Quarta Etapa – Doenças E Pragas.....	74
3.3.5 Quinta Etapa – Colheita.....	75
3.3.6 Sexta Etapa – Maturação De banana	77
4 FASE DE ANÁLISE (PROJETO)	79
4.1 Geração do Mundo Virtual.....	79
4.2 Sistema Administrativo, Mundo Virtual desenvolvido pelo Java 3D e Integração do Mundo Virtual com Banco de Dados	83
4.2.1 ERwin	83
4.2.2 Banco de Dados Firebird	84
4.2.3 IBExpert	84
4.2.4 Delphi 7.....	84
4.2.5 Mundo Virtual Java 3D.....	86
4.3 Integração do Mundo Virtual Java 3D com Banco de Dados.....	87
CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS.....	90
GLOSSÁRIO	93
ANEXOS	97

INTRODUÇÃO

O estudo de caso escolhido foi “Realidade Virtual e Processos de Manufatura Produção, Beneficiamento e Distribuição de Banana”.

A apresentação dos procedimentos adotados para a construção de um Sistema de Produção, Beneficiamento e Distribuição de Banana se dá pela importância que esta cultura tem no Brasil e em nossa região. A banana é uma das frutas de maior consumo “in-natura” a nível mundial e o Brasil é o terceiro maior produtor, contudo, dada à distribuição em propriedades de diversos tamanhos distribuídos em todo o país, os agentes de sua cadeia produtiva são muito carentes de informação.

A região de Marília, além de apresentar as mesmas características de consumo “in-natura” de banana também a utiliza em sua diversificada indústria alimentícia, enfatizando a indústria de doces e biscoitos.

Outro fator relevante relaciona-se ao envolvimento e motivação da equipe envolvida no projeto. Um dos alunos envolvidos no projeto, possui conhecimento sobre todos os processos, desde a produção de mudas, desenvolvimento de pomares através do plantio adequado de mudas, produção e distribuição de banana. Participa efetivamente uma associação que engloba vários produtores de banana da cidade de Tupã – SP. Essa associação presta serviços e orienta todo o ciclo de produção, beneficiamento e distribuição de banana produzida pelos seus associados.

A Associação de Bananicultores de Tupã, nos disponibilizou todas as informações necessárias para a geração de uma ferramenta com as características do projeto, características essas de produção, beneficiamento e distribuição dos frutos, e também com a provável

utilização do sistema gerencial administrativo que foi proposto e implementado por nós, venha a ser validado e utilizado na Associação de Bananicultores de Tupã.

O objetivo do projeto é a integração das tecnologias de Realidade Virtual com Manufatura Auxiliada por Computador, gerando assim ferramentas de baixo custo para auxiliar nos processos de manufatura. Sendo essa ferramenta de baixo custo, viabiliza a utilização dela por pequenas e médias empresas, que estão no mercado de bananicultura.

O desenvolvimento do projeto descrito nessa monografia está organizado da seguinte forma: no capítulo 1 será sobre realidade virtual e associação, este capítulo falará sobre um breve histórico de realidade virtual e descreverá a associação estudada. No capítulo 2 será sobre a metodologia utilizada no projeto. O capítulo 3 será sobre o estudo de caso escolhido, que é a produção, beneficiamento e distribuição de banana. No capítulo 4 será sobre projeto, descrição de como foi feita a ligação do banco de dados com o mundo virtual, e como foi construído esse mundo. Após os capítulos virão as considerações e finais do projeto.

1. REALIDADE VIRTUAL E ASSOCIAÇÃO

Para a criação do mundo virtual utilizamos a linguagem VRML e as ferramentas Cosmo Player e Bloco de Notas, para a visualização dos mesmos utilizam-se o Cortona, um *plugin* de visualização de mundos virtuais. Neste mundo modelamos os objetos que julgamos de maior importância para o funcionamento da associação.

As organizações associativas constroem-se sobre uma base comum de interesses de um grupo, de uma categoria, apoiando-se no princípio de que as pessoas podem e devem se ajudar mutuamente para resolver seus problemas. Não existe número mínimo legal de associados e o número máximo é ilimitado.

Nesse sentido, o associativismo tem o poder de transformar a sociedade, permitindo a conquista de direitos sociais, culturais e econômicos, tornando-a mais igualitária e competitiva, mas para que essa ação se realize, comportamento e atitude relacionados com a cooperação e a participação devem ser adotados [Yokomizo, 2006].

A associação que estamos estudando é uma associação de trabalhadores, descrita com mais detalhes no anexo 01.

A Associação está localizada no Estado de São Paulo, na região da Alta Paulista, na cidade de Tupã, onde foi fundada pelos próprios bananicultores e também com a ajuda da prefeitura de Tupã.

O principal objetivo da Associação é prestar serviços de assessoria nos processos de produção, beneficiamento e distribuição de banana além de serviços administrativos a produtores de banana da região. A associação não possui fins lucrativos.

Aqui estão os dados cadastrais da Associação de Bananicultores de Tupã:

Número de Inscrição: 07.113.746/0001-50

Data da Abertura: 17/11/2004

Nome Empresarial: Associação dos Bananicultores de Tupã

Nome Fantasia: Associação dos Bananicultores de Tupã

Código e Descrição da Atividade Econômica Principal: 91.99-5-00 – Outras atividades associativas, não especificadas anteriormente.

Código e Descrição da Natureza Jurídica: 399-9 - Outras Formas de Associação

Tipo de Associação: Associação de Trabalho

Logradouro: Mercado Municipal de Tupã

Cep: 17.601-120

Bairro: Centro

Município: Tupã – SP

Situação Cadastral: Ativa

Número de Associados: 10 Associados

Obs.: Aprovado pela Instrução Normativa RFB nº568, de 8 de Setembro de 2005.

1.1 Conceitos de Realidade Virtual

Diane Ackerman afirma em seu livro *A Natural History of the Senses*, que 70% dos receptores do sentido humano encontram-se nos olhos, tornando-os os grandes “monopolistas dos sentidos”. A maioria das informações recebidas pelo ser humano tem a forma de imagens visuais que são interpretadas por uma máquina extremamente eficiente, o cérebro. Os

computadores digitais, por sua vez, interpretam informações fornecidas por algum dispositivo de entrada de dados, como um teclado, por exemplo. Atualmente, a RV permite que computadores e mente humana atuem de forma cada vez mais integrada [Machado, 1995].

O termo Realidade Virtual é creditado a Jaron Lanier, fundador da VPL Research Inc., que o cunhou, no início dos anos 80, para diferenciar as simulações tradicionais feitas por computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado [Araújo, 1996]. Espaço cibernético (*cyberspace*) foi o termo utilizado para designar uma representação gráfica de dados abstraídos dos bancos de dados de todos os computadores do sistema humano. Foi descrito por W. Gibson que uma rede de computadores universal contendo todo tipo de informações, na qual seria possível “entrar” e explorar os dados de forma multisensorial, e onde pessoas com implantes em seus corpos podiam transmitir informações diretamente para o computador. Na verdade, o Espaço Cibernético é um espaço imaginário, uma simulação 4D do espaço-tempo controlada pela interface de RV [Adams, 1994].

O termo RV é bastante abrangente. Assim, acadêmicos, engenheiros de *software* e pesquisadores tendem a defini-lo com base em suas próprias experiências, gerando diversas definições na literatura. Pode-se dizer, de maneira simplificada que, RV é a forma mais avançada de interface do usuário com o computador até agora disponível [Hancock, 1995].

Outra definição é o uso de computadores e interfaces com o usuário para criar o efeito de mundos tridimensionais que incluem objetos interativos com uma forte sensação de presença tridimensional. Além disso, a RV engloba um conjunto de técnicas e ferramentas gráficas 3D que permite aos usuários interagir com um ambiente gerado por computador, em tempo real, com uma pequena ou nenhuma consciência de que está usando uma interface usuário-computador [Leston, 1996].

- A RV é, freqüentemente, confundida com animação, CAD (*Computer Aided Design*) ou multimídia [Leston, 1996].

Além disso, RV pressupõe *rendering* (processo de transformação dos modelos em imagens) em tempo real, isto é, as imagens são atualizadas assim que a cena sofre qualquer tipo de modificação, e inclui uma descrição funcional dos objetos, estendendo a descrição puramente geométrica e topológica do CAD [Machado, 1995].

Os desenvolvimentos de um sistema de RV requerem estudos e recursos ligados à percepção sensorial, *hardware*, *software*, interface com o usuário, fatores humanos e aplicações [Bishop, 1992]. É necessário, também, algum domínio sobre dispositivos não convencionais de Entrada/Saída, computadores de alto desempenho, sistemas paralelos e distribuídos, modelagem geométrica tridimensional, simulação em tempo real, navegação, detecção de colisão, avaliação, impacto social e projeto de interfaces [Kirner, 1996].

1.2 Histórico e definições do termo Realidade Virtual

A RV começou na indústria de simulação, com os simuladores de vôo que a força aérea dos Estados Unidos passou a construir logo após a Segunda Guerra Mundial [Jacobson, 1994]. A indústria de entretenimento também teve um papel importante, ao construir um simulador chamado Sensorama (Figura 1.1). O Sensorama era uma espécie de cabine que combinava filmes 3D, som estéreo, vibrações mecânicas, aromas, e ar movimentado por ventiladores; tudo isso para proporcionar ao espectador uma viagem multisensorial. Patenteado em 1962 por Morton Heilig, o equipamento já utilizava um dispositivo para visão estereoscópica [Pimentel, 1995].



Figura 1.1: Foto promocional de um protótipo do Sensorama [Pimentel, 1995].

Os primeiros trabalhos científicos na área surgiram em 1958, quando a Philco desenvolveu um par de câmeras remotas e o protótipo de um capacete com monitores que permitiam ao usuário um sentimento de presença quando dentro de um ambiente [Comeau, 1961]. Posteriormente, esse equipamento passou a se chamar *head-mounted display*, ou simplesmente HMD [Ellis, 1994].

Alguns anos depois, por volta de 1965, Ivan Sutherland, conhecido como o precursor da RV [Hand, 1994], apresentou à comunidade científica a idéia de desenhar objetos diretamente na tela do computador por meio de uma caneta ótica, marcando o início da Computação Gráfica. Sutherland tornou-se o precursor da atual indústria de CAD e desenvolveu o primeiro vídeo-capacete totalmente funcional para gráficos de computador no projeto “The Ultimate Display”. Esse vídeo-capacete permitia ao usuário observar, movimentando a cabeça, os diferentes lados de um cubo representado em uma estrutura fio-de-aramé flutuando no espaço [Fisher, 1990; Machover, 1994].

Na mesma época em que Sutherland criava seu vídeo-capacete na Universidade de Utah, Myron Krueger experimentava combinar computadores e sistemas de vídeo, criando Realidade Artificial na Universidade de Wisconsin [Pimentel, 1995]. Em 1975, Krueger criou o VIDEOPLACE, no qual uma câmera de vídeo capturava a imagem dos participantes e projetava-a em uma grande tela. Os participantes podiam interagir uns com os outros e com objetos projetados nessa tela, sendo que seus movimentos eram constantemente capturados e processados. Essa técnica tornou-se conhecida como Realidade Virtual de Projeção [Jacobson, 1994].

Em 1982, Thomas Furness demonstrava para a Força Aérea Americana o VCASS (*Visually Coupled Airborne Systems Simulator*), conhecido como “Super Cockpit”. Trata-se de um simulador que usava computadores e vídeos capacetes interligados para representar o espaço 3D da cabine de um avião (Figuras 1.2 e 1.3). Os vídeos capacetes compunham os componentes de áudio e vídeo. Assim, os pilotos podiam aprender a voar e lutar em trajetórias com 6 graus de liberdade sem decolar verdadeiramente. O VCASS possuía alta qualidade de resolução nas imagens e era bastante rápido na atualização de imagens complexas. No entanto, o custo representava um problema: milhões de dólares eram necessários apenas para o capacete [Pimentel, 1995].

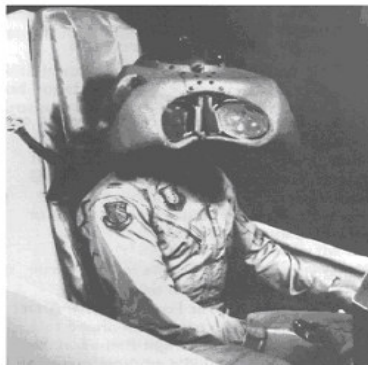


Figura 1.2: Piloto usando capacete do projeto “Super Cockpit” de Tom Furness [Pimentel, 1995].

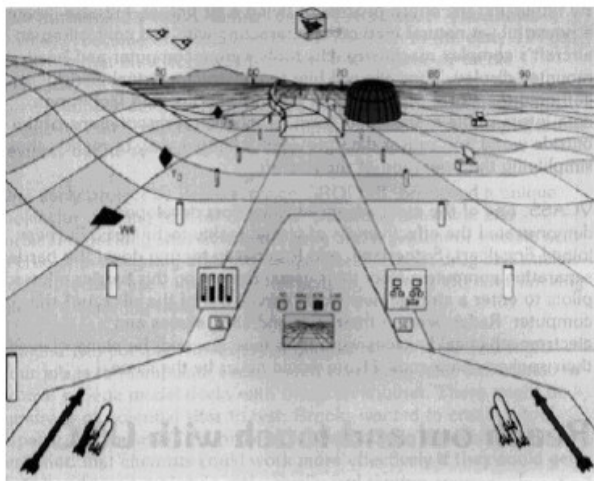


Figura 1.3: Visão do usuário do “Super Cockpit” [Pimentel, 1995].

Com a nova tecnologia de visores de cristal líquido (LCD), Michael McGreevy começou a trabalhar no projeto VIVED (*Virtual Visual Environment Display*) em 1984 na NASA, no qual seriam geradas imagens estereoscópicas. A resolução das imagens era limitada em comparação ao VCASS, mas o custo era bastante atrativo [Rheingold, 1991]. Os componentes de áudio e vídeo foram montadas sobre uma máscara de mergulho utilizando dois visores de cristal líquido com pequenos auto-falantes acoplados. Scott Fisher juntou-se a esse projeto em 1985, com o objetivo de incluir nele luvas de dados, reconhecimento de voz, síntese de som 3D, além de dispositivos de *feedback* tátil propiciando manipulação de objetos no mundo virtual com a utilização de sensores de tato, força (pressão), peso, temperatura entre outros [Machado, 1995].

Em 1985, Thomas Zimmerman e Jaron Lanier fundam a VPL Research, tendo como primeiro produto uma luva de dados, chamada *DataGlove*, desenvolvida por Zimmerman e capaz de captar a movimentação e inclinação dos dedos da mão. No mesmo ano uma dessas luvas foi comprada para o projeto VIVED [Machado, 1995].

No final de 1986 a equipe da NASA já possuía um ambiente virtual que permitia aos usuários ordenar comandos pela voz, escutar fala sintetizada e som 3D, e manipular objetos virtuais diretamente por meio do movimento das mãos. O mais importante é que esse trabalho permitiu verificar a possibilidade de comercialização de um conjunto de novas tecnologias, tornando mais acessível o preço de aquisição e desenvolvimento. A conscientização de que os empreendimentos da NASA poderiam gerar equipamentos comercializáveis deu início a inúmeros programas de pesquisa em RV no mundo inteiro. Desde firmas de *software* até grandes corporações de informática começaram a desenvolver e a vender produtos e serviços voltados para RV. Em 1989 a *AutoDesk* apresentou o primeiro sistema de RV para computadores pessoais (PC) [Jacobson, 1994].

1.3 Tipos de Sistemas de RV

Devido às características inerentes à tecnologia de RV, foi propiciado o desenvolvimento de usos de sistemas de RV nas mais diversas áreas.

A seguir, apresenta-se uma lista de alguns tipos de sistemas de RV. Dentre eles destacam-se tele-colaboração, tele-presença, visualização científica, visualização de dados 3D, RV de Simulação, RV de projeção, Realidade Aumentada ou Realçada (*Augmented Reality*), Displays Visualmente Acoplados (*Visually Coupled Display*) e RV de Mesa, CAVE, entre outros [Diório,2005].

- **Tele-colaboração**

Neste sistema, o ambiente virtual é compartilhado e usuários remotos o utilizam para realizar uma tarefa em comum. Os sistemas de tele-colaboração permitem aos usuários a manipulação de objetos, podendo ter o sentimento de peso, por meio de dispositivos de *feedback* de força. As entidades contidas no mundo virtual vão desde um produto sendo manufaturado até mesmo um corpo humano.

A Figura 1.4 mostra alunos de diferentes locais assistindo aula em conjunto com outros em uma sala de aula virtual [Diório,2005].

Figura 1.4: Tele-Colaboração [Diório,2005].

- **Tele-presença**

O sistema de tele-presença pode ser chamado também de tele-existência, e imita através de robôs os movimentos humanos e suas capacidades para solução de problemas. No sistema de tele-presença o operador humano está fisicamente separado do robô (Figura 1.5) [Diório,2005].



Figura 1.5: Tele-Presença[Diório,2005].

As ações do operador são executadas pelo robô em seu ambiente remoto e, ao mesmo tempo, é fornecido ao operador humano um *feedback* sensorial fazendo com que as características do ambiente virtual sejam sentidas, como se o operador estivesse no ambiente remoto, ao mesmo tempo é emitido um *feedback* sensorial ao operador humano, que se sente realmente como se estivesse realmente presente em um ambiente remoto [Araújo, 1996].

Com o uso de câmeras de vídeo e microfones remotos o usuário é envolvido profundamente no mundo virtual. Existe um vasto campo de pesquisa na utilização de tele-presença na área médica, onde se utilizam também câmeras de vídeo e cabos de fibra óptica em intervenções cirúrgicas para se visualizar os corpos de pacientes. Através deste sistema, os médicos podem literalmente “entrar” no paciente, indo direto ao local de interesse e / ou vistoriar a operação realizada por outros médicos [Araújo, 1996].

- **Visualização Científica**

A visualização científica (Figura 1.6) propicia a visualização de dados representações visuais 3D. Grande quantidade de dados pode ser mapeada em aplicações 3D. Os dados podem ser observados e manipulados por vários ângulos e posições. A aplicação deste sistema

é encontrada, por exemplo, em sistemas de gerenciamento de redes de telecomunicações, controle de tráfego aéreo, ferroviário, metroviário e de controle trânsito urbano. Como a visualização científica envolve um enorme volume de dados e visualização tridimensional, este tipo de RV pode ser denominado também de visualização de informação, ou visualização de dados 3D [Diório, 2005].



Figura 1.6: Visualização Científica [Diório,2005].

- **RV de Simulação**

Caracterizando-se por ser o tipo mais antigo, a RV de Simulação (Figura 7) começou com simuladores de vôo desenvolvidos pelos militares americanos após a Segunda Guerra Mundial. Basicamente, a função deste sistema é imitar o interior de um ambiente, avião, carro, entre outros, colocando o usuário dentro de uma cabine de controles. As cabines são compostas de vídeo e monitores que apresentam para o usuário o mundo virtual que reage de acordo com as ações fornecidas [Jacobson, 1994].



Figura 1.7: RV de Simulação[Diório, 2005].

Este tipo de sistema basicamente imita o interior de um avião, um carro, colocando o usuário dentro de uma cabine com controles. Dentro da cabine, existem telas de vídeo e monitores que apresentam um mundo virtual que reage aos comandos do usuário. Em alguns sistemas as cabines são montadas sobre plataformas moveis e os controles possuem feedback tátil e auditivo. As imagens geradas dentro da cabine são processadas de forma bastante rápida por não serem do tipo imagens estéreo. Em alguns sistemas, a cabine de controle pode ser instalada em cima de uma plataforma móvel promovendo assim um maior grau de realismo. A utilização de Visão e Audição Estereográficas, também denominadas 3D, permitem maior realismo e maior sensação de imersão [Jacobson, 1994].

- **RV de Projeção ou Realidade Artificial**

Neste tipo de RV, o usuário não entra no mundo virtual, ou seja, ele não necessita manipular nem vestir dispositivo para a realização da entrada de dados. As imagens da RV de projeção são capturadas e projetadas em uma tela onde será representado o ambiente virtual (Figura 1.8) [Jacobson, 1994].



Figura 1.8: RV de Projeção [WORLDSCENERIES, 2005].

- **RV Aumentada ou Realçada**

A Realidade Virtual aumentada (RA) é uma área que apresenta crescimento de pesquisas em realidade virtual vislumbrando novas aplicações, tais como mundos virtuais na área médica. O ambiente do mundo em torno de nós fornece uma grande quantidade de informações que dificultam a visualização apurada em um computador. Isto é evidenciado pelos mundos usados em muitos ambientes virtuais. Ou estes mundos são muito simplistas como os ambientes criados para entretenimento e jogos ou o sistema pode criar um ambiente mais realístico tendo um custo muito alto. Um sistema de realidade aumentada gera uma vista composta para o usuário. É uma combinação da cena real vista pelo usuário e de uma cena virtual gerada pelo computador que aumenta a cena com informação adicional (Figura 1.9). Em todas as aplicações, a realidade aumentada apresentou ao usuário um realce de desempenho dessa pessoa em percepção do mundo. O objetivo final é criar um sistema tal que o usuário note pouca ou, em futuro próximo, nenhuma diferença entre o mundo real e o aumento virtual dele. O usuário deve sentir que está observando uma única cena real [Diório, 2005].



Figura 1.9: Realidade Aumentada [Diório,2005].

As forças armadas têm usado realidade aumentada nas cabines dos pilotos na qual a informação atual é visualizada no pára-brisa da cabine ou na viseira de seu capacete do vôo como mostra a figura. Ao olhar o horizonte, por exemplo, o soldado equipado pode ver um helicóptero decolar acima da linha da árvore. Este helicóptero podia ser simulado por um outro participante. No mundo real, a exposição da cena real do campo de batalha podia ser aumentada com informação da anotação ou destaque para enfatizar unidades inimigas escondidas [Albuquerque, 1999].

- **Dispositivos Visuais**

Os fatores que influenciam a percepção do nível de imersão de um sistema de RV são os dispositivos visuais e a qualidade das imagens geradas. Existem dois tipos de sistemas visuais em RV, monoscópicos ou estereoscópicos. No primeiro tipo, uma única imagem é “renderizada” e exibida para os dois olhos do usuário. No segundo, cada olho visualiza uma imagem ligeiramente diferente da outra, que são “renderizadas” separadamente.

O número de quadros por segundo é um fator importante para o resultado visual (velocidade da simulação). Na RV os quadros são projetados cerca de 15 a 22 quadros por segundo, enquanto no cinema o número de quadros aumenta para 24 e para televisão por volta de 24 quadros por segundo [Diório,2005].

Os vídeo-capacetes (HMDs) e *head-coupled-displays* compõem a primeira classes de dispositivos visuais. Os *head-coupled-displays* utilizam braços mecânicos que ficam posicionados diante do usuário. A segunda classe é composta pelos sistemas de projeção e monitores de computadores. A diferença é que a primeira classe de dispositivos possui sensores que detectam os movimentos do usuário e na segunda, este recurso não existe, dependendo assim de comandos fornecidos pelo usuário por outro dispositivo de entrada (mouse, teclado, entre outros) [Diório, 2005].

- **Displays Visualmente Acoplados**

São sistemas nas quais as imagens são exibidas diretamente ao usuário, que está olhando em um dispositivo que deve acompanhar os movimentos de sua cabeça (Figura 1.10). Esse dispositivo geralmente permite imagens e sons em estéreo, além de conter sensores especiais que detectam a movimentação da cabeça do usuário e usam essa informação para realimentação da imagem exibida [Diório, 2005].



Figura 1.10: Display Visualmente Acoplado [Diório,2005].

- **RV de Mesa**

A RV de Mesa utiliza grandes monitores (Figura 1.11) ou algum tipo de sistema de projeção ao invés de projetar o mundo virtual através capacetes colocados na cabeça dos usuários. Com a utilização de óculos 3D, os usuários deste sistema podem visualizar imagens 3D [Diório, 2005].



Figura 1.11: RV de Mesa [Diório,2005].

- **Caverna Digital**

Uma CAVE é um recurso da RV imersiva projetada para a exploração e a interação com ambientes espacialmente acoplados. A CAVE é composta de imagens projetadas em uma sala, utilizando o teto, paredes e o chão (Figura 1.12). São utilizados cinco projetores que ficam do lado de fora da CAVE, e o usuário participa do ambiente utilizando óculos para a visualização de imagens estereoscópicas. A participação do ambiente pode ser de mais de uma pessoa juntamente com objetos físicos inseridos dentro da CAVE.



Figura 1.12: CAVE e seus respectivos projetores [Diório, 2005].

Esta tecnologia se aplica em vários campos como na Engenharia, Medicina, entre outros. O Brasil se beneficia com este recurso nas áreas da aeronáutica, automobilística e petrolífera [Diório, 2005].

- **Monitores e sistemas de projeção**

Neste tipo de sistema, para se ter controle sobre o mundo virtual, o usuário precisa estar olhando para o monitor ou tela e utilizar algum dispositivo de entrada. Contudo, isto não significa que as imagens não possam ser vistas em estéreo. Uma sensação tridimensional de profundidade é obtida das projeções de telas de duas visões distintas de um objeto separado por um pequeno ângulo, baseado na observação do objeto com o olho esquerdo apenas e com o olho direito apenas. Para tal visualização, são utilizados óculos que filtram as duplas de imagens geradas pelo computador. Uma outra técnica utiliza filtros coloridos, em que as imagens de cada olho são exibidas em cores complementares, como vermelho e azul (ou vermelho e verde). As imagens são observadas com óculos que tem a mesma correspondência de cores (filtros), permitindo cada olho ver a sua respectiva imagem. A desvantagem desta técnica é o cansaço que esses óculos causam, depois de algum tempo de utilização. A vantagem é a permissão de várias pessoas participarem da experiência de RV e o custo ser bem inferior ao de um HMD [Vince, 1995].

- **Dispositivos Hápticos**

Os dispositivos hápticos (sentido de toque) permitem que o usuário interaja com o ambiente recebendo um *feedback* de força, estimulando as sensações de tato, tensão muscular, temperatura, pressão e peso (Figura 1.13). Tal efeito é conseguido aplicando-se uma força oposta ao usuário. Para se desenvolver um sistema como este, é necessária uma grande interação eletromecânica com o corpo humano, utilizando potentes sistemas de computadores e dispositivos de entrada e saída. Estes recursos são úteis em simulações em que não existe informação visual e uma forma de se programar seria a construção de um exoesqueleto que se encaixaria no corpo humano [Diório, 2005].



Figura 1.13: Dispositivo Háptico [Diório,2005].

- **Dispositivos Auditivos**

Os ouvidos humanos conseguem captar ondas sonoras de todas as direções. O som uma vez no ouvido percorre os canais auditivos e chega até o cérebro que tem a responsabilidade de interpretar o som, definindo assim o local de onde o som está sendo emitido. Em RV o som é artificialmente duplicado, fazendo com que o cérebro localize a fonte sonora em tempo real (Figura 1.14) [Diório, 2005].

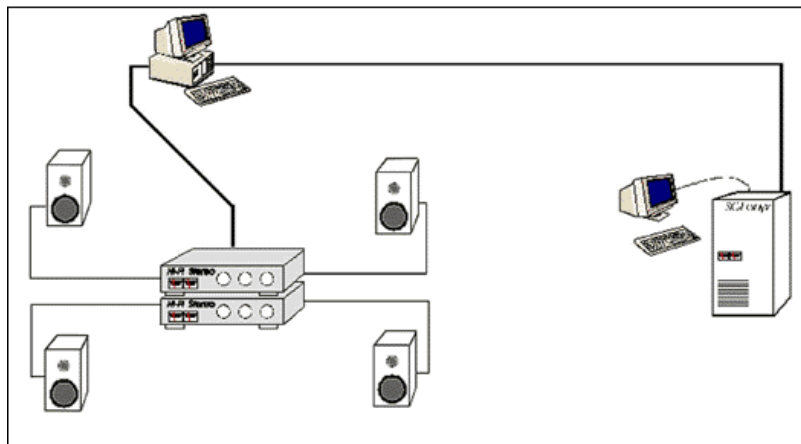


Figura 1.14: Implementação de Som 3D [Diório,2005].

Este efeito é dado por placas juntamente com as ferramentas para construção de mundos virtuais. No exemplo acima (Figura 1.14), ao se estabelecer à comunicação, a aplicação de síntese de Som 3D, envia um pacote contendo a identificação dos objetos que possuem informação sonora. Durante a sessão de simulação, o simulador envia a informação referente a cada um destes objetos, em cada ciclo de geração de imagem [Diório, 2005].

1.4 Requisitos necessários para um sistema de RV

Algumas características listadas abaixo devem estar presentes, para que um sistema seja considerado de RV. A necessidade de todas elas não é obrigatória, mas a ausência de algumas pode comprometer a classificação de um sistema de RV [Diório, 2005].

- Interface de alta qualidade: Sua necessidade é devida a interface ser de mais alto nível entre ser humano e a máquina, pois é através dela que se tem a interação entre ambos e a simulação do mundo real.

- **Imersão:** Em um sistema de RV, é necessário que o usuário sinta – se dentro do mundo virtual, seja com o seu corpo físico ou uma representação qualquer (avatar, vídeo, simulação de cabine, entre outros).
- **Uso da Intuição/Envolvimento:** O sistema deve explorar a intuição do usuário “envolvido” pelo ambiente e, assim, proporcionar novas formas de interação. Um exemplo é de um projetista ter mais liberdade para implementar um sistema de simulação de um carro, na qual existem, volante, pedais e marchas, pois está já sabe que o usuário já tem habilidade de dirigir um carro. Ao contrário de outra implementação que utilize apenas um *joystick*, na qual o usuário terá que se adaptar para conseguir dirigir o carro.
- **Analogia / Ampliação do Mundo Real:** A criação do envolvimento e a utilização da intuição fazem com que o sistema de RV atue como uma transferência do mundo real, capturando assim, tudo de proveitoso que pode vir do fato de o usuário já ter uma “noção” do que deve fazer e como fazer, mas acrescentando aspectos que não existem no mundo real [Diório, 2005].

2. METODOLOGIA

Propor sistemas de apoio a Processos de Manufatura utilizando de forma integrada Realidade Virtual (RV) e Manufatura Auxiliada por Computador (*Computer Aided Manufacturin – CAM*). Gerar um sistema de auxílio a processos de manufatura de baixo custo integrando o mundo virtual com o banco de dados, aplicando os conceitos e metodologias estudadas e/ou propostas para gerar um sistema de auxilio a manufatura envolvidos na produção, beneficiamento e distribuição de banana de uma empresa sediada na região de Marília.

Para obter o objetivo geral, serão estudadas e desenvolvidas técnicas que permitam a criação de mundos virtuais que possam ser processados em equipamentos de pequeno porte, tais como, PCs comerciais. Para tanto serão estudadas técnicas de modelagem, particionamento, visualização e navegação que possibilitem a geração de mundos virtuais com alto grau de realismo. Gerando ferramentas e sistema de baixo custo, torna essa tecnologia, de realidade virtual e processos de manufatura, viável para que pequenas e medias empresas possam utilizá-la.

Foi feito o levantamento bibliográfico, levantamento de estudo de caso, que escolhemos a produção, beneficiamento e distribuição de banana, foi feito também o levantamento de requisitos, informações essas cedidas pela Associação de Bananicultores de Tupã, ferramentas de modelagem, visualização e simulação em ambientes virtuais, foi implementado um sistemas integrado de realidade virtual no auxilio a processos de manufatura. A depuração e validação do sistema implementado foram feitas com dados abstratos. Com todos os dados recolhidos foi elaborada a monografia.

2.1 O Sistema CAM

A manufatura auxiliada por computador determina o comportamento das máquinas, instruindo-as quanto ao modo de funcionamento. A aplicação da tecnologia CAM é cada vez maior e proporciona, entre outras vantagens, melhorias na qualidade do produto, diminuição de variabilidade e de desperdício de material. O CAM desenvolve as atividades de planejamento de processos e operação, além da geração, transmissão e controle da execução de programas de comando numérico aplicados a: máquinas-ferramenta, robôs, sistema de manipulação de material, inspeção e teste. O sistema CAM, por definição, engloba uma série de atividades, de certas formas independentes, que possuem suas próprias tecnologias associadas, tais como:

1. CAPP - Planejamento de Processos Auxiliado por Computador;
2. CAP - Produção Auxiliada por Computador;
3. CAT - Teste Auxiliado por Computador;
4. CAQ - Qualidade Auxiliada por Computador.

Estas ferramentas suportam e controlam o fluxo de informações no sistema de manufatura (ex: redes de computadores, sistemas gerenciadores de banco de dados, entre outras). O fluxo de informações do sistema de manufatura deve ser, de alguma forma modelado, visando à utilização em ambientes computacionais. Uma opção seria através de sistemas de banco de dados como elemento de ligação entre as ferramentas, sendo neste modelo, representadas todas as informações necessárias durante o ciclo de vida do produto. Existem diversas propostas de modelos, devido à variedade de atividades diferentes, desenvolvidas num sistema de manufatura [Ibrahim, 1991].

CAM é definido como uso do computador no planejamento, gerenciamento e controle da manufatura [Ibrahim, 1991].

Para o planejamento, gerenciamento da manufatura o computador é usado “off-line” fornecendo informações para o gerenciamento e planejamento efetivo das atividades de produção. Entre as principais tarefas realizadas pelo CAM nessa área temos:

- Estimativa do custo total (material e produção) de um novo produto a ser fabricado;
- Planejamento do processo, ou seja, planejamento da seqüência de operações e as máquinas que deverão ser utilizadas para a fabricação do produto e seus componentes;
- No caso de processos que envolvam usinagem, o CAM calcula os parâmetros ótimos de usinagem como rotação da ferramenta ou da castanha de um torno, velocidade de um avanço da ferramenta, número de passes, etc. Os cálculos são baseados em dados obtidos na fábrica ou em laboratório e essencialmente relacionam a vida da ferramenta com as condições de usinagem. Além disso, o CAM é capaz de simular a usinagem da peça na tela do computador;
- Gerar um programa para ser fornecido ao computador da máquina ferramenta de comando numérico que usinará a peça;
- Estudo de tempos de produção envolvidos na fabricação da peça.

Dentre as tarefas citadas, a simulação de usinagem, é sem dúvida, a mais complexa computacionalmente. A idéia é que, possuindo o modelo CAD da peça a ser usinada o sistema CAM irá calcular não somente os parâmetros ótimos de usinagem da peça, mas também especificar a trajetória da ferramenta durante a usinagem, verificando colisões da ferramenta com partes da máquina, entre outras funções. [Ibrahim, 1991].

Após ser definida a usinagem da peça, o sistema CAM deve poder simular essa usinagem, mostrar o acabamento final da peça e gerar um programa a ser fornecido para a máquina ou ferramenta que fabricará a peça. Para isso, o sistema CAM deve possuir e manipular um banco de dados com informações sobre comandos de programação de vários tipos diferentes de máquinas e ferramentas. O modelo da peça pode ser importado de um CAD ou no caso de uma peça simples, pode ser construída no CAD simplificado do próprio software CAM. O CAM não permite apenas simular operações de usinagem, mas também operações de corte a laser, corte a jato de água, corte a plasma, eletroerosão a fio, entre muitas outras. [Ibrahim, 1991].

Com relação às tarefas de controle da produção, o CAM se destina a controlar o processo, a qualidade, o chão de fábrica e monitorar os processos, além de gerar relatórios sobre a situação na produção para a gerencia.

Assim, CAM representa um conjunto de ferramentas da engenharia moderna que permitem reduzir o custo e tempo para desenvolvimento e fabricação de um produto. [Ibrahim, 1991].

Na figura 2.1 algumas das peças da usinagem:

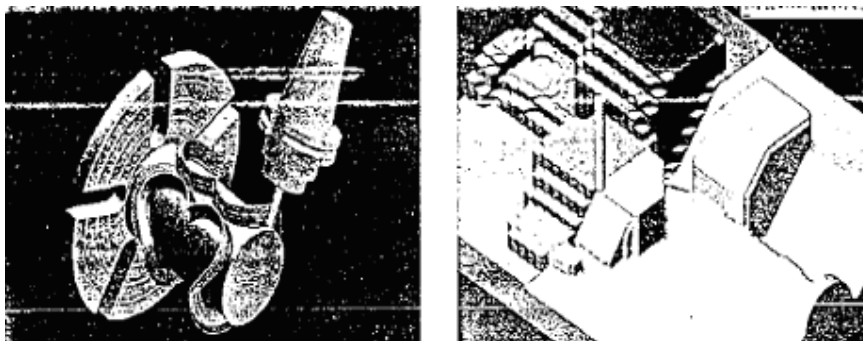


Figura 2.1: Peça de Usina (CAM) [Ibrahim, 1991].

2.2 Ambientes Virtuais Colaborativos

A Realidade Virtual não está associada com um ambiente conhecido como Ambiente Virtual (AV). Sistemas de ambiente virtual diferem dos sistemas de computadores centralizados desenvolvidos no qual o tempo real de interação é facilitado dentro de muitas características, tais como: aquela em que o espaço percebido é tridimensional, sendo melhor que o bidimensional, a interface homem-máquina é multimodal e o operador é imerso no ambiente gerado pelo computador [Benford, 1997].

Uma definição mais comum usada para AV é uma imagem virtual interativa mostrada ressaltada por um processamento especial e por modalidades de *displays* não visuais, tal como um auditório, para dar a sensação que os usuários estão imersos em um espaço sintético. O termo imersão refere-se ao fato de que o usuário se sente imerso no ambiente virtual [Benford, 1997].

O termo Ambiente Virtual Colaborativo (AVC) estende a definição de Manufatura Virtual para incluir e enfatizar o uso das redes de comunicação globais para fontes de componentes virtuais. As companhias que utilizam AVC podem reduzir o tempo de lançamento de um produto, cortar custos de prototipação e pré-produção, aumentar a cadeia e até assegurar o teste de qualidade. Os protótipos virtuais podem ser virtualmente reunidos, testados e inspecionados como parte dos planos de produção e procedimentos de treinamento. Isto serve para análise de mercado, treino de vendedores e negociação com clientes, transmitidos instantaneamente do *site* via *link* de comunicação. A utilização do *feedback* permite agilizar as modificações e/ou reciclagens necessárias, tornando o sistema mais eficiente e otimizado [Benford, 1997].

2.3 Simulação

A simulação de um AV acontece através da imersão em imagens de computador acoplados em uma interface acústica, dispositivos de domínio independente de interação e dispositivos de domínio específicos tais como a direção e freios de um veículo ou instrumentos de uma aeronave. A imersão fornece o sentimento de profundidade em que é essencial para o efeito tridimensional [Diório, 2005].

2.4 Técnicas para criação de imersão em um Mundo Virtual

Um dos objetivos do trabalho é propor sistemas de RV de baixo custo, através do desenvolvimento de técnicas de modelagem, simulação e visualização que propiciam sensação de realismo e imersão em equipamentos com capacidade limitada de processamento e encontrada em PC's comerciais [Diório, 2005].

As técnicas devem propiciar a generalização do uso de RV na implementação de sistemas de RV imersivos e não imersivos. Além disso, as técnicas propostas serão testadas no estudo de caso proposto e podem ser potencialmente aplicáveis na construção de sistemas de RV para a construção de sistemas de RV para ambientes fabris [Diório, 2005].

2.5 Técnicas de Modelagem

Em geral, a modelagem de ambientes virtuais é realizada objeto a objeto. A composição dos diversos objetos gera o mundo virtual desejado. A modelagem de cada objeto deve ser realizada de acordo com os seguintes parâmetros: nível de detalhes e distância de visualização. Nos dois casos, a quantidade de polígonos utilizados influencia tanto no número de pontos gerados quanto na dimensão do arquivo necessário para representar o objeto modelado [Diório, 2005].

A distância afeta a sensação de visualização realista de um objeto. A proximidade do objeto exige um nível de detalhe maior, requerendo um modelo do objeto com um número maior de polígonos para representá-lo com precisão. Para longas distâncias, é possível manter o grau de realismo sem a necessidade de uma modelagem detalhada. Dessa maneira necessita-se gerar dois ou mais modelos do mesmo objeto permitindo a manutenção de seu realismo para as diversas distâncias de visualização. Além disso, essa técnica também viabiliza a visualização global do mundo virtual mantendo o grau de realismo do conjunto. [Diório, 2005]

Para a modelagem de objetos em PCs, deve-se utilizar menos polígonos possíveis, mantendo, entretanto, o realismo desejado. Para modelar uma árvore, por exemplo, podem-se utilizar diversos níveis de detalhes. Um modelo que represente a árvore com todos os detalhes de seus troncos, galhos e folhas necessita de um número de polígonos proibitivo para PCs. Entretanto, com um número pequeno de polígonos, em geral, obtém-se um baixo grau de realismo [Diório, 2005].

2.6 Técnicas de Partição

O mundo virtual pode ser modelado com diferentes níveis de detalhes, que influenciam na dimensão dos arquivos que representam esse mundo. A navegação em um mundo virtual deve conter características de sensação de seqüência e naturalidade de visualização dos objetos contidos. Essa naturalidade de navegação está diretamente relacionada com a capacidade de processamento e armazenamento do equipamento utilizado. Assim, quando a dimensão dos arquivos do mundo modelado excede tanto a capacidade de armazenamento quanto a velocidade de processamento, são utilizadas técnicas para particionar o mundo virtual, para a obtenção de sensação de visualização e naturalidade adequada às características do mundo virtual [Bugatti,2004].

Existe um comprometimento entre as características do equipamento e a necessidade de número de partições do mundo virtual, para a obtenção de efeitos de visualização e realismo. Um equipamento com maior capacidade de processamento pode necessitar um menor número de partições. Conseqüentemente, uma capacidade limitada de processamento pode acarretar um maior número de partições [Bugatti,2004].

A partição do mundo virtual deve ser implementada através da utilização de técnicas que possibilitam mesmo com o mundo particionado, a manutenção da sensação de navegação natural entre as diversas partições. Nessas técnicas, três parâmetros possuem maior relevância, os níveis de detalhes dos objetos observados, o grau de liberdade de navegação e as características peculiares ao mundo modelado [Bugatti,2004].

Suponha um mundo virtual dividido em 9 partições, como mostrado na Figura 18. Um “avatar” posicionado na partição P5, com liberdade total de navegação, pode caminhar

para qualquer uma das demais partições. Esse grau de liberdade requer processamento de alto desempenho [Bugatti,2004].

Considerando um “avatar”, posicionado na partição P5, capaz de movimentar-se nas direções esquerda, direita, acima e abaixo, pode caminhar apenas para as partições adjacentes (P2,P6,P8 e P4). Já, um “avatar”, com trajetórias pré-definidas, pode caminhar para uma única partição. Esses dois últimos casos diminuem a necessidade de processamento de alto desempenho, sendo mais apropriados para PCs (Figura 2.2) [Bugatti,2004].

P1	P2	P3
P4	P5	P6
P7	P8	P9

Figura 2.2: Exemplo de Partição.

O mundo virtual a ser criado será particionado de acordo com as características intrínsecas aos processos contidos no estudo de caso e às restrições de um ambiente de PC com o objetivo de programar um mundo virtual contendo sensação de seqüência e naturalidade de visualização dos objetos contidos [Raposo, 2004].

O mundo virtual a ser gerado deverá apresentar níveis de detalhes importantes para mostrar, com realismo desejado, todos os processos envolvidos. Pode ser impossível visualizar, em uma única partição, o mundo virtual nos equipamentos disponíveis no projeto. Para minimizar o número de partições, serão adotados os seguintes critérios: definição de trajetórias pré-determinadas, com baixo grau de liberdade de navegação, e geração de poucas partições com prováveis sub-partições. Essas seis partições serão definidas, considerando características inerentes ao ambiente fabril e as dimensões atribuídas a cada uma delas. As

sub-partições poderão mostrar maiores níveis de detalhamento, tanto de ambientes internos quanto dos equipamentos utilizados no ambiente de produção [Raposo, 2004] .

Para a migração entre partições poderão ser anexados ao mundo gerado, ambientes resumidos, (ante-salas, rampas) e introdução de sonorização, que devem propiciar a sensação de naturalidade de navegação e o tempo de processamento, necessário para o carregamento da próxima partição definida na trajetória [Raposo, 2004].

A navegação pelas partições do mundo virtual deverá ser realizada com pouco grau de liberdade para o usuário. Utilizando essa técnica evita-se o tratamento de colisão e otimizaremos a migração entre as partições [Raposo, 2004] .

O funcionamento de alguns equipamentos contidos no processo deverão ser simulados e processados em tempo real, durante a visualização e navegação através do mundo [Raposo, 2004].

2.7 Ferramentas Utilizadas Na Geração do Mundo Virtual Proposto

A modelagem dos objetos foi feita a partir da linguagem VRML (Virtual Reality Modelating Language), ou Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual, pois ela permite descrever, através de elementos geométricos, ambientes computacionais (mundos, worlds) pelo qual o usuário pode navegar e com cujas componentes o visitante pode interagir.

A linguagem trabalha com geometria 3D e suporta transformações (rotação, translação e escala), texturas, luz e sombreamento.

Para navegar em mundos virtuais criados com a linguagem você precisará usar browsers (programa de computador que interpreta arquivos e apresenta o seu conteúdo ao

usuário) que suportem VRML. Existem muitos browsers disponíveis que suportam diretamente a linguagem. Outros browsers que não suportam necessitam de software adicional (*plug-in*). Nós utilizamos o Cortona da Parallel Graphics.

As ferramentas utilizadas na criação do Mundo Virtual foram o Bloco de Notas e Cosmo Worlds 2.0 que serão descritas com mais detalhes logo abaixo.

2.7.1 Bloco de Notas

Editor de texto utilizado para digitar os códigos em VRML criando-se assim o Mundo Virtual. Com ele você tem acesso a todas as características de VRML e um controle detalhado do Mundo Virtual, porém é mais difícil construir formas complexas em 3D e requer um alto grau de conhecimento da sintaxe VRML. Os arquivos devem ser salvos com a extensão wrl.

2.7.2 Cosmos Worlds 2.0

- O CosmoWorlds 2.0 é a melhor e mais completa ferramenta para criação e edição de VRML 2.0 existente para a plataforma Windows [Sys Computing Inc, 2006]. Ele possui uma fácil interface para se desenhar formas complexas e não exige alto grau de conhecimento de sintaxe VRML.

2.7.3 Cortona

Programa para visualizar mundos em VRML e que instala-se como Plug-in, compatível com os navegadores mais habituais.

Na pagina da Parallel Graphics (empresa que desenvolve o Cortona) pode-se descarregar e instalar gratuitamente o software. Também encontram-se interessantes mostras de funcionamento dos mundos VRML, que pode servir como uma idéia da potência da linguagem de modelador de mundos virtuais [Alvarez, 2006] .

2.8 Ferramentas utilizadas para a criação do sistema administrativo

Foi utilizado o Banco de Dados Firebird, para a criação e manipulação dos dados utilizamos a ferramenta IBExpert e para fazer as relações entre as tabelas foi utilizado a ferramenta ERWin. Estas ferramentas estão descritas com mais detalhe logo abaixo.

O banco de dados é composto por 10 tabelas, onde cada tabela possui campos de variados tipos como Decimal, Strings, Date onde o principal objetivo das tabelas é armazenar dados como, por exemplo, dados cadastrais de associados, clientes fornecedores, dados da venda e também sendo utilizados para consultas e geração de relatórios.

Descrição das tabelas do banco de dados.

- ASSOCIAÇÃO
- ASSOCIADO
- CLIENTE

- COMPRA
- FORNECEDOR
- ITEM COMPRA
- ITEM VENDA
- PRODUTO
- VENDA

As relações entre as tabelas foram criadas com a ferramenta Erwin onde mostra a figura 2.6. Em anexo temos também os comandos SQL que foram utilizados para criarmos as tabelas de nosso banco.

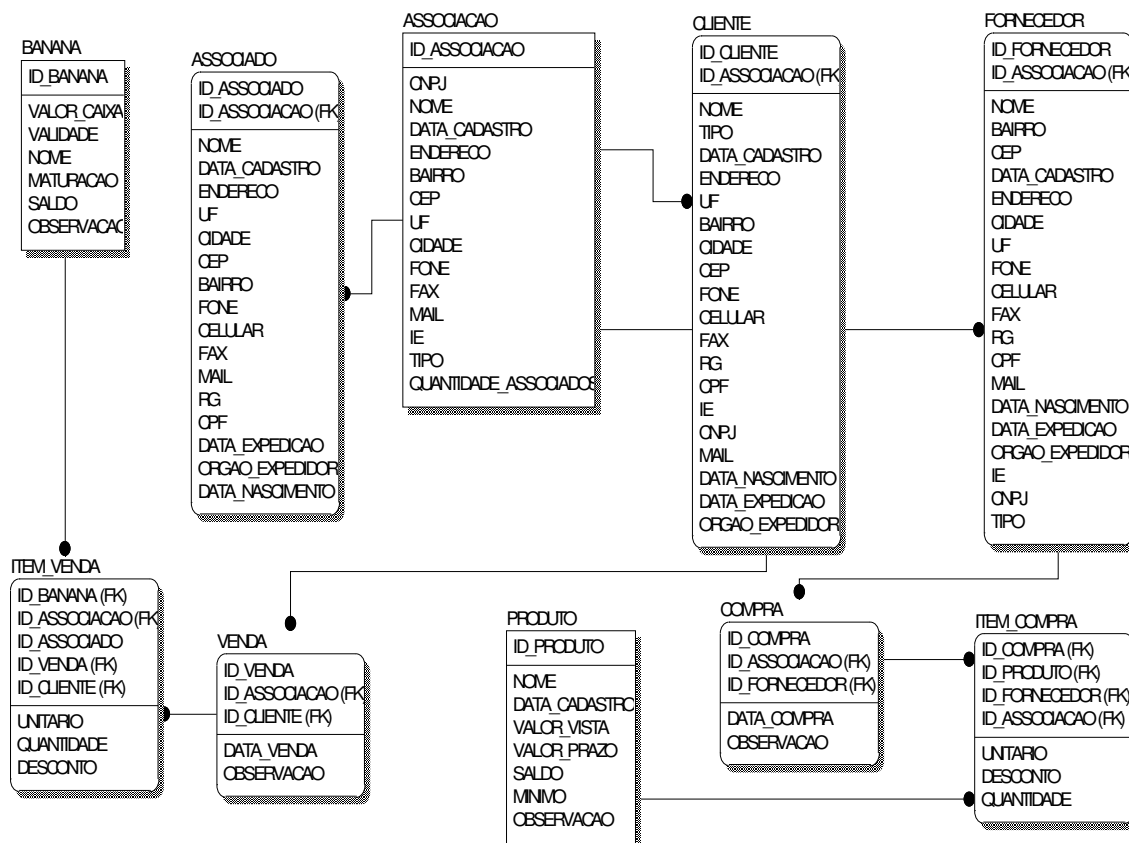


Figura 2.3: Relações das Tabelas feito na ferramenta ErWin.

2.8.1 Firebird

O Firebird é um SGDB Cliente/Servidor relacional compatível com SQL-ANSI-92 desenvolvido a partir do Código do Interbase 6 para ser independente de plataformas e de sistemas operacionais.

Uma de suas vantagens é a dispensa do uso de Administradores de Banco de Dados (DBA). De fácil utilização, basta instalar o software, sem a interferência freqüente de profissionais na manutenção do banco, além disso, dispensa o uso de super-servidores, utilizando, em situações normais, pouco espaço em disco e memória.

Seu desenvolvimento iniciou em meados de 1985 por uma equipe de engenheiros da DEC (Digital Equipment Corporation). Tendo como nome inicial de Groton, o produto sofreu varias alterações até, finalmente em 1986 receber o nome de Interbase® iniciando na versão 2.0 e hoje estando na versão 7. Desenvolvido por um grupo independente de programadores voluntários, o código fonte do Firebird é baseado no InterBase(tm) 6.0, disponibilizado pela Borland sob a licença IPL (“InterBase Public License v.1.0”) em 25 de Julho de 2000. O código da versão atual do FB foi submetido a uma extensa limpeza, eliminação de "bugs", passando por várias versões “betas”, durante os anos que passaram entre a disponibilidade do código fonte e o lançamento desta versão. O publico alvo do Firebird são pequenas, médias e grandes empresas que procuram um banco de dados confiável, pratico e grátis [Cardoso, 2006].

O Firebird possui seu código fonte disponibilizado, suporta protocolos de rede como TCP/IP para todas as plataformas, NetBEUI, IPX/SPX, tem compatibilidade com ANSI SQL-92. Facilidade para quem está migrando de outros bancos para o Firebird, pois o ANSI SQL é

o padrão internacional utilizado pela grande maioria de sistemas de bases de dados [Cardoso, 2006].

Stored Procedures são procedimentos armazenados no banco que executam várias tarefas como: reduzir o tráfego de rede, criar um conjunto comum de regras de negócio no banco de dados que se aplicará a toda aplicação cliente, fornecer rotinas comuns que estarão disponíveis para todas as aplicações cliente reduzindo assim o tempo de desenvolvimento e manutenção e aumentar o desempenho das aplicações [Cardoso, 2006].

Triggers são bem parecidos com Stored Procedures, exceto que triggers são executados automaticamente quando uma alteração ocorre a tabela na qual ele está conectado [Cardoso, 2006].

Acesso simultâneo a múltiplos bancos de dados onde uma ou mais aplicações podem acessar vários bancos de dados ao mesmo tempo. O Firebird trabalha em vários sistemas operacionais [Cardoso, 2006].

O FireBird tem suporte a múltiplos arquivos. Você pode dividir seu GDB em vários arquivos, no caso de arquivos muito grandes que não são suportados pelo S.O. O limite de tamanho do GDB é o limite do tamanho de um arquivo no Sistema Operacional [Cardoso, 2006].

O Firebird usa Dialeto 3, suporta a maioria dos tipos de Dados do SQL. Os tipos de dados disponíveis são BLOB, CHAR(n), VARCHAR(n), DATE, TIME, TIMESTAMP, DECIMAL, NUMERIC, SMALLINT, INTEGER, FLOAT, DOUBLE PRECISION [Cardoso, 2006].

O Firebird possui várias ferramentas de manutenção de bancos de dados: IBConsole(Interbase), IBAcces, Quick Desk, IBExpert entre outros [Cardoso, 2006].

2.8.2 IBExpert

Uma das principais ferramentas disponíveis para administração, através de interfaces gráficas, do InterBase e do Firebird é a ferramenta CASE[2] desenvolvida pela empresa HK Software chamada IBExpert [Bertol, 2006] .

O IBExpert possui uma versão *free*, com algumas limitações, e uma versão *shareware* completa que podem ser encontradas para download na página www.ibexpert.com, o ainda, na área de downloads do site da “FireBase”. O IBExpert oferece muitos recursos, os mais importantes estão relacionados a seguir:

Suporte aos bancos de dados InterBase e FireBird;

- Criação e registro de banco de dados InterBase e Firebird;
- Criação de tabelas, chaves e índices;
- Modelagem de dados (Database Designer);
- Editores para todos os objetos do banco de dados Construtor visual de consultas; SQL (Visual Query Builder);
- Depurador para triggers e stored procedures;
- Documentação do banco de dados em formato HTML [Bertol, 2006].

O IBExpert permite a criação de tabelas sem a necessidade da utilização de comandos DDL. Todos os atributos de uma tabela, tais como: campos, chave primária (*primary key*), chave estrangeira (*foreign key*), índices, *triggers*, etc., podem ser criados e alterados visualmente-o IBExpert gera automaticamente o script [Bertol, 2006].

O IBExpert permite também depurar *triggers* e *stored procedures*, de maneira bastante semelhante ao processo feito no Delphi. Por exemplo, podem-se definir pontos de interrupção (*breakpoints*) e visualizar os valores de parâmetros e variáveis (*watches*) [Bertol, 2006].

2.8.3 Erwin

O modelador de dados AllFusion ERwin Data Modeler é uma ferramenta de projeto de base de dados, que ajuda os usuários a projetar, gerar e manter aplicações de base de dados de alta qualidade, com alto desempenho [Associate, 2006].

O AllFusion ERwin Data Modeler permite ao usuário visualizar a estrutura correta, os elementos-chave e o projeto otimizado de sua base de dados - a partir de um modelo lógico de exigências de informação, e das regras da empresa que definam a base de dados - para um modelo físico otimizado para as características específicas da base de dados alvo [Associate, 2006].

O AllFusion ERwin Data Modeler gera automaticamente tabelas e milhares de linhas de procedimento armazenado e código de circuito de disparo, para as bases de dados de vanguarda [Associate, 2006].

A sua tecnologia completar-comparar possibilita o desenvolvimento interativo, de tal forma que os modelos estão sempre sincronizados com a base de dados do usuário. [21]

Pela sua integração com o que existe de mais avançado em meios físicos de desenvolvimento, o AllFusion ERwin Data Modeler também agiliza a criação de aplicações centradas em dados [Associate, 2006].

Sistemas Operacionais: Windows 98, 2000, XP, ME ou NT 4 [Associate, 2006].

2.8.4 Java

Em 1991, um grupo chefiado por James Gosling e Patrick Naughton, da Sun Microsystems, desenvolveu uma linguagem chamada “Green”, para ser utilizada em dispositivos de consumidor como receptores inteligentes para televisão. A linguagem foi projetada para ser simples e neutra em relação à arquitetura, de modo que pudesse ser executada em uma variedade de hardwares. Nunca foi encontrado um cliente para esta tecnologia [Horstmann, 2004].

James conta que em 1994, a equipe havia percebido que “poderíamos ter escrito um navegador legal. Era um dos poucos aspectos no mainstream, cliente/servidor que precisava de algumas coisas esquisitas que fazíamos: uma arquitetura neutra, em tempo real, confiável e segura”. O navegador HotJava foi apresentado na feira da Sim em 1995, possuindo uma única propriedade onde se podia fazer o download e executar programas chamados applets ou miniaplicativos [Horstmann, 2004].

Java cresceu a uma velocidade vertiginosa. Vários programadores migraram para Java porque é mais simples que a linguagem C++. Java possui uma rica biblioteca, podendo escrever programas portáteis sem se preocupar com o Sistema Operacional sendo uma

linguagem multiplataforma. Ela é Também uma linguagem Orientada a Objetos, Segura e Simples [Horstmann, 2004].

No início os programadores estavam otimistas criando o lema “escreva uma vez, execute em qualquer lugar!”, mas ele se transformou em “escreva uma vez, depure em todos os lugares” para os primeiros usuários de Java [Horstmann, 2004].

A partir desse momento Java percorreu um longo caminho, a linguagem e a biblioteca Java 2 lançada em 1998 trouxeram um nível maior de estabilidade. Uma “microedição” e uma “edição comercial” fizeram com que os programadores se sentissem em casa quanto à variação de hardware, desde os menores dispositivos embarcados até os maiores servidores da Internet [Horstmann, 2004].

Como Java foi projetada para a Internet, ela possui vários atributos que o torna adequado para iniciantes: segurança e portabilidade. Outro benefício é a portabilidade. O mesmo programa em Java será executado, sem qualquer alteração em qualquer Sistema Operacional [Horstmann, 2004].

Atualmente Java está estabelecida como uma das linguagens mais importantes para a programação geral e para o ensino da programação [Horstmann, 2004].

2.8.5 Java 3D

O Java 3D é uma API (Application Programming Interface) que proporciona o desenvolvimento de ambientes virtuais tridimensionais através da linguagem Java. Além de possuir os mesmos conceitos da linguagem Java, como o de ser multiplataforma, o Java 3D funciona como uma camada em alto nível que pode dispensar o programador de preocupações

com otimização e rendering, essenciais no desenvolvimento de aplicações gráficas. Fornece funções para a criação do imaginário, visualizações, animações e gráficos 3D interativos – objetos geométricos 3D. Para criar e manipular estes objetos, os programadores trabalham apenas com construtores de alto nível, pois os detalhes para gerar as imagens são processados automaticamente. Os objetos 3D, juntamente com as luzes, som e outros elementos, estão num universo virtual. Este universo é composto por um ou mais *scene graph*, que consistem na organização dos objetos em uma estrutura do tipo árvore. O universo virtual é o espaço conceptual no qual os objetos “existem” e um universo virtual pode conter múltiplos mundos virtuais. Recomenda-se que cada *scene graph* possua um único objeto VirtualUniverse. Este objeto define um universo e possui pelo menos um objeto Locale, que é responsável pela especificação do ponto de referência no universo virtual e serve como raiz dos sub-grafos de um *scene graph* [Gomes, 2006;Oliveira, 2006;Santos, 2006].

Scene graph

Um *scene graph* é criado a partir de instâncias de uma classe que definem geometria, som, luz, localização, orientação e aparência de objetos visuais e áudio. Uma definição comum de grafo é uma estrutura de dados composta por nodos e arcos, sendo que o nodo é um dado e o arco a relação entre os diferentes elementos. Os nodos num *scene graph* são instâncias das classes Java 3D, em que os arcos representam dois tipos de relações: referência, que simplesmente associa um objeto com o *scene graph*; e herança (pai-filho), onde um nodo do tipo grupo pode ter um ou mais filhos, mas apenas um pai, e um nodo do tipo folha não pode ter filhos. Num *scene graph*, os nodos do tipo grupo são identificados por círculos, e do tipo folha por triângulos, os objetos são organizados em uma estrutura de árvore num *scene*

graph e tem a forma de retângulos. Assim, um nodo é considerado raiz, e os demais são acessíveis seguindo os arcos a partir da raiz [Gomes, 2006;Oliveira, 2006;Santos, 2006].

Os *scene graphs* são desenhados usando símbolos gráficos standards, como mostra a figura 2.7. Nela, existem dois sub-grafos cujas raízes são objetos do tipo grupo (BranchGroup). O objetivo destes objetos é agrupar nodos relacionados através de alguma associação comum ou através de um conjunto de características. Existem duas categorias diferentes de sub-grafos que geralmente são incluídos num *scene graph*. A primeira, representada pela sub-árvore da esquerda na Figura 56, descreve o conteúdo do universo virtual (content branch graphs ou sub-grafo de conteúdo), tais como geometrias, aparências, comportamentos, localizações, sons e luzes. A segunda, representada pela sub árvore da direita na figura 2.7, especifica os parâmetros de controle da visualização da cena (view branch graphs ou sub-grafo de visualização). O nodo TransformGroup é usado para especificar a posição (relativa a Locale), orientação e escala dos objetos geométricos no universo virtual. Os nodos folha no exemplo da figura 2.7 são Behavior, Shape3D e ViewPlatform. O objeto do tipo Behavior contém o código Java necessário para manipular a matriz de transformação associada com a geometria do objeto. O Shape3D refere-se a dois objetos: Geometria, que fornece a forma geométrica do objeto, e Aparência, que descreve a aparência da geometria, isto é, a sua cor, textura, características de reflexão, entre outras. Finalmente, a ViewPlatform define a visão final do utilizador dentro do universo [Gomes, 2006;Oliveira, 2006;Santos, 2006].

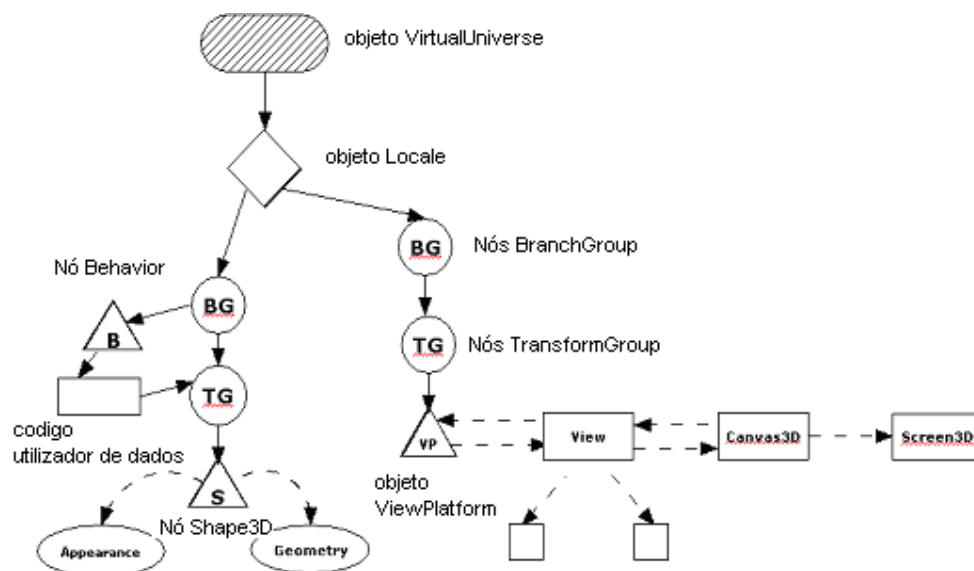


Figura 2.4: Exemplo de um grafo Java 3D.

Após o desenho estar completo, este é uma especificação para o programa. Após o programa estar completo, o mesmo *scene graph* é uma apresentação concisa do programa (assumindo que a especificação é seguida) [Gomes, 2006; Oliveira, 2006; Santos, 2006].

A API Java 3D fornece um grande número de classes para especificação, posicionamento e visualização de objetos gráficos. Nesta secção são apresentadas algumas classes fundamentais para o desenvolvimento de programas gráficos [Gomes, 2006; Oliveira, 2006; Santos, 2006].

Uma das classes mais importantes é a *SimpleUniverse*, pois é responsável pela configuração de um ambiente mínimo para executar um programa Java 3D, fornecendo as funcionalidades necessárias para a maioria das aplicações. Quando uma instância de *SimpleUniverse* é criada, automaticamente são criados todos os objetos necessários para o sub-grafo de visualização, tais como *Locale*, *ViewingPlatform* e *Viewer* [Gomes, 2006; Oliveira, 2006; Santos, 2006].

```
private SimpleUniverse u;

    u = new
SimpleUniverse(c);
```

A classe `BranchGroup` serve como apontador para a raiz de um sub-grafo de cena, as instâncias desta classe são os únicos objetos que podem ser inseridos em `Locale`. Um sub-grafo de cena que tem um `BranchGroup` como raiz pode ser considerado como uma *compile unit*, podendo ser compilado, inserido em um universo virtual (associando-o com `Locale`) e desassociado deste universo em tempo de execução [Gomes, 2006; Oliveira, 2006; Santos, 2006].

```
BranchGroup scene = createSceneGraph();
```

As transformações geométricas de escala, rotação e translação, são especificadas através de uma instância de `Transform3D`, que representa uma matriz 4x4 de números reais (float). Os objetos da classe `TransformGroup`, por sua vez, especificam uma transformação, através de um objeto `Transform3D`, que será aplicada a todos os seus filhos. Ao serem aplicadas as transformações, deve-se considerar que os efeitos num *scene graph* são cumulativos [Gomes, 2006; Oliveira, 2006; Santos, 2006].

```
TransformGroup objScale = new TransformGroup();

Transform3D t3d = new Transform3D();

t3d.setScale(0.01); // estabelece a escala de 0.01 à instancia de t3d

objScale.setTransform(t3d); //aplica a transformação de mudança de
escala ao objScale
```


3. ESTUDO DE CASO

Para aplicarmos os conceitos de Realidade Virtual em ambientes de manufatura foi escolhido, como estudo de caso, um Sistema de Produção, Beneficiamento e Distribuição de Banana. O levantamento de todas as informações sobre o estudo de casos, foi de grande importância para a implementação de um sistema administrativo eficiente. Vejamos agora toda a descrição do estudo de caso escolhido.

3.1 Descrição do Estudo de Caso - Sistema de Produção, Beneficiamento e Distribuição de Banana

Todo sistema envolve entradas e saídas que geram a comunicação do sistema com o mundo exterior. No processo de manufatura escolhido como estudo de caso, a produção e comercialização de bananas, as entradas do sistema são formadas por: produtores de banana (produtores rurais), fornecedores de Insumos, fornecedores de Venenos e fornecedores de Gás Etileno e a saída do sistema é formada exclusivamente por clientes (indústria alimentícia, comércio) conforme a figura 3.1.

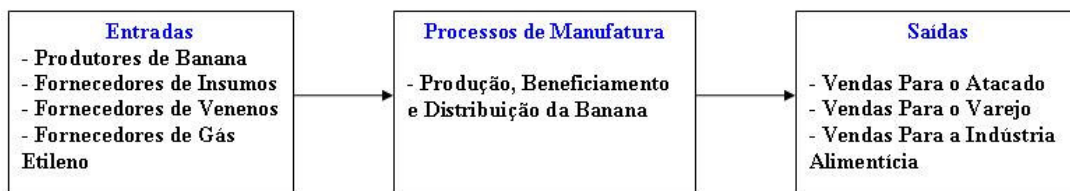


Figura 3.1: Entrada, Processamento e Saída de Dados.

3.2 Descrição dos tipos de Bananas

A Banana é o fruto da bananeira (gênero *Musa*). Existem bananas de diversas cores, ainda que a variedade mais conhecida e comercializada seja amarela quando está madura. Têm uma forma curva e, ela é um fruto partenocárpico, pois, pode formar-se sem fecundação prévia. É por isso que não possui sementes [Cati, 2002].

Existem cerca de cem tipos de bananas produzidas no mundo, porém ditaremos apenas as mais cultivadas no país [Cati, 2002].

- A banana Nanicão apresenta boa conformação de cachos e substitui em muitos casos as bananas Nánicas, sendo hoje o mais plantado no estado de São Paulo, dominando os mercados internos e de exportação. O bom clone do cultivar Nanicão deve ter altura máxima de 3 metros, cachos com 11 a 13 pencas e polpa ligeiramente amarelo-dourada, de melhor paladar e aroma. A Figura 3.2 mostra um cacho de banana Nanicão [Cati, 2002].



Figura 3.2: Foto ilustrando um cacho de banana Nanicão com sua respectiva modelagem.

- Banana Nanica (conhecida também como banana-d'água, banana-da-china, banana-anã ou banana-chorona): Cultivo semelhante ao Nanicão, porém de porte mais baixo, frutos menores e mais curvos. A banana nanica tem casca fina com cor amarelo, apresentando polpa doce, macia e com aroma agradável. Cada cacho tem por volta de duzentas bananas. A figura 3.3 de uma penca de banana Nanica [Cati, 2002].

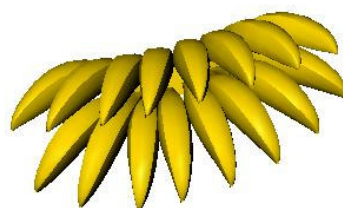
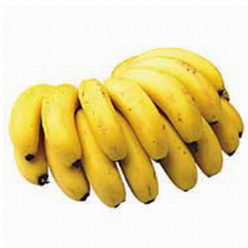


Figura 3.3: Foto ilustrando uma penca de banana Nanica com sua respectiva modelagem.

- A banana Prata ou banana-anã-grandeé a preferida por boa parte dos brasileiros, tem o fruto reto de até 15 cm de comprimento, de casca bem amarela com pequenas manchas marrons, com cinco facetas, polpa menos doce que a da nanica e mais consistente, figura 3.4 [Cati, 2002].

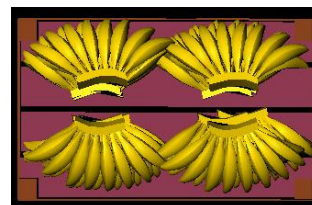


Figura 3.4: Figura ilustrando uma caixa com banana Prata e sua respectiva modelagem [Cati, 2002].

- A banana Terra (banana-chifre-de-boi, banana-comprida ou pacovan) - são as maiores bananas conhecidas, chegando a pesar 500g cada fruta e a ter comprimento de 30cm (Figura 3.5). É achatada num dos lados, tem casca

amarelo-escuro, com grandes manchas pretas quando maduras, e polpa bem consistente, de cor rosada e textura macia e compacta, sendo mais rica em amido do que açúcar, o que a torna ideal para cozinhar, assar ou fritar [Cati, 2002].



Figura 15: Penca de banana Terra [Cati, 2002].

- A banana Maçã ou banana-branca tem tamanho variado, pode atingir, no máximo, 15cm e pesar 160g (Figura 3.6). É ligeiramente curva, tem casca fina amarelo-clara, polpa branca, bem aromática e sabor muito apreciado [Cati, 2002].



Figura 16: Foto ilustrando uma penca de banana Maçã com sua respectiva modelagem [Cati, 2002].

- A banana-ouro (inajá, banana-dedo-de-moça, banana-mosquito ou banana-imperador): é a menor de todas as bananas, medindo no máximo 10cm (Figura 3.7). Tem forma cilíndrica, casca fina de cor amarelo-ouro, polpa doce, de sabor e cheiro agradáveis [Cati, 2002].



Figura 17: Cacho de banana Ouro [Cati, 2002].

- A banana-Figo ou Banana-Marmelo possui pseudocaule verde-claro, frutos grossos, curtos, pedúnculos curtos e fortes, casca grossa (Figura 3.8). A fruta apresenta polpa doce, macia, de cor creme-pálida, ou rósea [Cati, 2002].

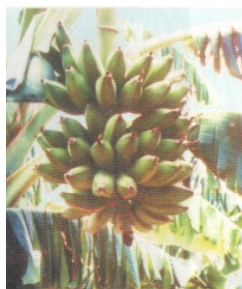


Figura 18: Cacho de Banana-Figo ou Banana-Marmelo [Cati, 2002].

A figura 3.9 mostra algumas características dos cultivares de bananas, tais como: altura da planta; tolerância à seca; dimensões de cacho; peso de cachos e produtividade.

Cultivar	Altura (metros)	Tolerância à seca	Tamanho e peso do cacho	Produtividade ha/ano
Nanicão	Médio(2,2 à 3,2)	Média tolerância	Médio/Grande 15 à 45kg	30 à 60
Nanica	Baixo(2)	Média tolerância	Médio/Grande 15 à 30kg	30 à 40
Prata	Alto(4 à 7)	Tolerância	Pequeno 6 à 15kg	15 à 30
Terra	Alto(3 à 5)	Tolerância	Médio/Grande 20 à 30kg	20 à 30
Maçã	Médio(2,5 à 3,5)	Tolerância	Pequeno 6 à 15kg	15 à 20
Ouro	Médio(2,5)	Baixa Tolerância	Pequeno 8 à 10kg	10 à 15

Figura 19: Características dos cultivares de bananas [Cati, 2002].

3.3 Etapas e Processo do Beneficiamento de banana e Diagrama Detalhado do ciclo de banana

Nesse item estão descritas as etapas contidas no processo de beneficiamento de banana. Essa descrição contém todas as atividades necessárias ao beneficiamento e está subdividido em sete etapas distintas que englobam todo o processo. São elas descritas na seguinte ordem: etapa 1 será a preparação do solo para o plantio, etapa 2 será o plantio, etapa 3 será os cuidados do dia-a-dia, etapa 4 será as doenças e pragas, etapa 5 será a colheita, etapa 6 será a maturação de banana e etapa 7 será a comercialização.

O diagrama de fluxo da figura 3.10 mostra todas as atividades realizadas no processo de beneficiamento de banana.

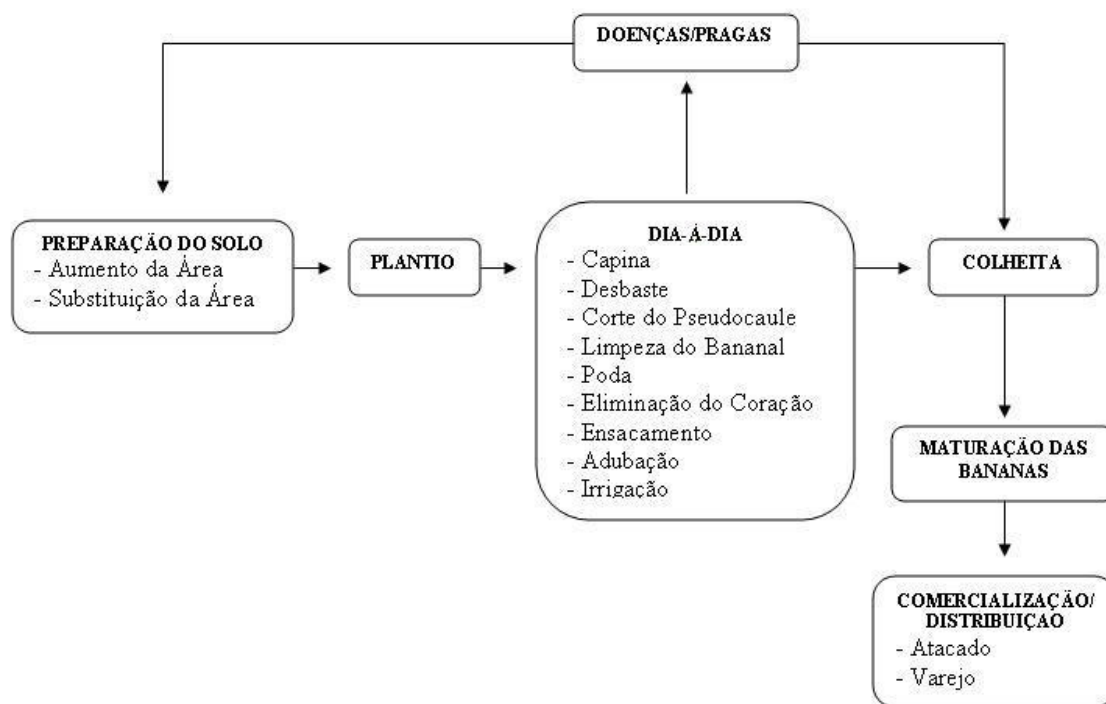


Figura 20: Diagrama de fluxo do beneficiamento de banana.

Em todas as atividades realizadas no processo de beneficiamento de banana há custos gerados pela mão de obra empregada, outros custos serão descritos conforme as atividades forem sendo citadas.

No nosso estudo de caso, o cultivar descrito será o Nanicão, por ele ser o que melhor se adapta ao clima de nossa região e por isso ser o utilizado pelos produtores de banana de Tupã.

3.3.1 Primeira Etapa – Preparação Do Solo

O preparo do terreno segue o procedimento normal adotado para outras culturas, ou seja, limpeza do solo, aração, subsolagem e abertura de sulcos ou de covas para o plantio [Cati, 2002].

Previamente deve-se realizar a análise do solo e, se houver necessidade, fazer a calagem (aplicação de cal para a correção de acidez do solo) com antecedência, com uma gradagem para a incorporação do corretivo [Embrapa, 2003].

Nessa etapa há um gasto com a contratação de um agrônomo para se fazer a análise do solo, gasto com a correção do solo com cal (caso seja necessário) e gasto com a gradagem do solo com o auxílio de tratores.

Caso haja o surgimento de uma praga ou doença que não pode ser controlada, o bananal é totalmente dizimado, resultando em uma nova área de plantio.

Uma nova área de plantio também se torna necessária se a procura por produtos for maior que a oferta.

3.3.2 Segunda Etapa – Plantio

A banana, originária de clima tropical úmido, exige temperaturas que não estejam abaixo de 10°C e que não se elevem acima de 40°C. Os melhores índices térmicos para o bom desenvolvimento dessa cultura estão entre 20 e 24°C [Cati, 2002].

O espaçamento é de fundamental importância para o bom desenvolvimento do bananal. Um bananal cujo, o espaçamento foi mal planejado, estará sujeito à formação de frutos menores e alongamento do ciclo de produção em alguns meses. Se, as regras de espaçamento forem cumpridas, poderá haver uma melhor execução dos tratos culturais, controle de doenças e escoamento de produção.

No caso estudado, o bananal foi espaçado conforme a figura 28, onde 2metros seria a distância de um pé ao outro, e 2,5 metros o lugar reservado para o escoamento da produção, exemplificado na Figura 3.11.

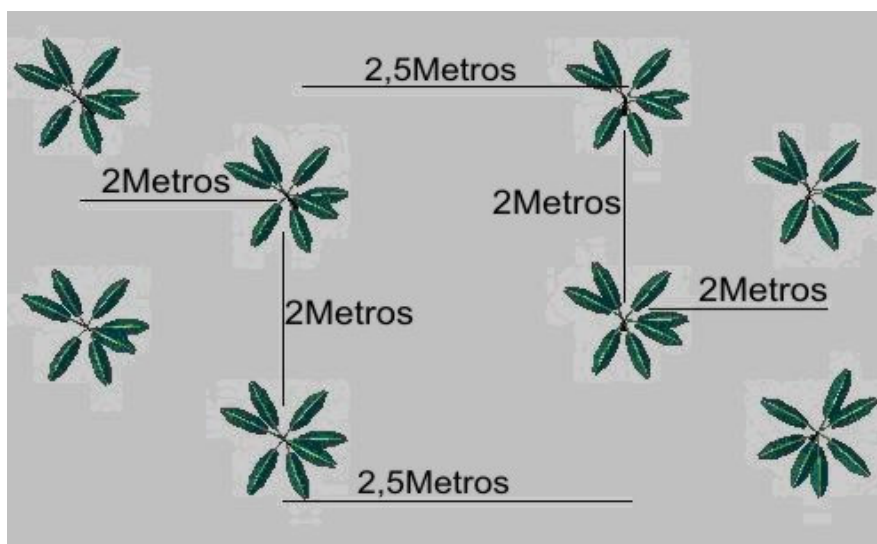


Figura 21: Espaçamento do cultivar de banana nanicão.

A bananeira é propagada vegetativamente a partir de seu rizoma, brotado ou não-brotado. Logo abaixo há uma pequena descrição desses dois tipos de muda [Cati, 2002].

A muda de rizoma brotado (Figura 3.12) possui várias denominações que são feitas conforme o seu desenvolvimento:

- Chifrinho (A) – é um broto recente com aproximadamente 20cm de altura, de 2 a 3 meses de idade e peso aproximadamente de 1 quilograma;

- Chifre (B) – broto no estágio médio de desenvolvimento, medindo aproximadamente 50cm a 60cm de altura, pesando na faixa de 1 a 2 quilogramas;
- Chifrão (C) – é o broto mais desenvolvido, com a primeira folha normal, pesando em média de 2 a 3 quilogramas;
- Muda alta ou muda de replante (D) – é um broto bem desenvolvido, com mais de 1 metro de altura e peso entre 3 a 5 quilogramas. Ele é usado apenas para replantar falha nos bananais [Cati,2002].

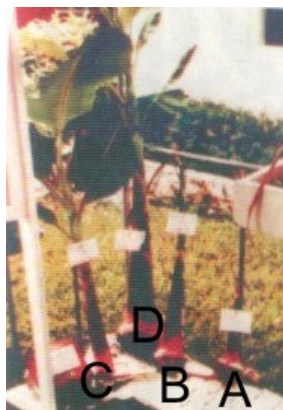


Figura 22: Tipos de muda a partir do rizoma brotado [Cati, 2002].

As mudas de rizoma não-brotado apresentam desenvolvimento mais lento e conseqüentemente o primeiro ciclo de produção é mais longo. Observa-se ainda, na prática, que o desenvolvimento das mudas do mesmo tipo é tão mais rápido quanto maior for o seu peso [Cati, 2002].

Há ainda uma outra forma de adquirirem-se mudas. Trata-se da micro-propagação, ou propagações *in vitro*, consistem no cultivo sob condições assépticas e controladas em laboratório, de segmentos muito pequenos de plantas, os explantes. Por meio dessa técnica obtém-se grande número de mudas em curto período de tempo. As mudas multiplicadas em

laboratório produzem 30% a mais do que as convencionais em razão de sua origem melhor (plantas selecionadas) e de sua sanidade (são isentas de doenças sistêmicas) [Embrapa, 2003].

No plantio, há um gasto a mais que é a aquisição de mudas. Devem-se escolher mudas de boa procedência a fim de se prevenir contra doenças.

3.3.3 Terceira Etapa – Cuidados do Dia-A-Dia

Nos cuidados do dia-a-dia iremos falar um pouco sobre o que acontece no bananal depois do plantio até a colheita.

- Capina: O bananal deve ser mantido no limpo através de roçadas mecânicas ou capina manual superficial, visto que a concorrência com o mato resulta em atraso no desenvolvimento, diminuição no vigor e queda na produção, não se devendo gradear ou passar rotativa, dada a superficialidade das raízes (Figura 3.13) [Cati, 2002].



Figura 23: Bananal limpo através da roçada mecânica

Aqui há um gasto com o uso de tratores para a roçada mecânica ou o gasto com a utilização de mão de obra para a capina manual.

- Desbaste: O desbaste é uma das operações mais importantes no manejo do bananal, e consiste em favorecer o maior e mais rápido desenvolvimento do único rebento, deixado junto a planta mãe, e que será responsável pela próxima safra. Esse desbaste pode ser feito com cortes dos rebentos. O primeiro desbaste, que irá eleger a planta mãe, deve ser realizado quando os brotos atinjam 60cm. O desbaste deverá ser realizado periodicamente, visando manter mãe e filho, até o lançamento da inflorescência pela planta-mãe, nesta fase escolhe-se um novo broto junto ao filho que passará a ser o "neto" (Figura 3.14). O número de desbastes varia de 3 a 5 vezes/ano [Cati,2002].



Figura 24: Esquema de como deve ser feito o desbaste [Cati, 2002].

- Corte do Pseudocaule: O Corte de Pseudocaule é feita após a colheita. Após o corte do cacho por ocasião da colheita, permanece o pseudocaule que deverá ser cortado o mais alto possível (Figura 3.15), permitindo a translocação dos seus nutrientes e hormônios para o rizoma, o pseudocaule pode ser eliminado totalmente 40-60 dias após a colheita [Cati, 2002].

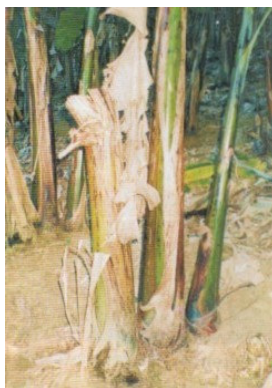


Figura 25: Pseudocaulé cortado, após a colheita [Cati, 2002].

- Limpeza do Bananal (retirada de folhas secas): é feito periodicamente, aconselha-se a retirada das folhas secas (Figura 3.16), já sem função na planta, cortando-as junto ao pecíolo, de baixo para cima e enfileiradas nas entrelinhas do bananal [Cati, 2002]. Com a realização desse procedimento visa-se a incorporação de matéria orgânica ao solo, maior arejamento do interior do bananal e retenção de água no solo.



Figura 26: Bananal após a retirada das folhas secas.

- Poda: A Poda pode ser realizada com o objetivo de deslocar a produção, concentrando-a numa época de preços mais favoráveis, o que ocorre normalmente no final do ano. Também pode ser utilizado para recuperar lavouras atingidas por geadas, inundações, chuva de granizo, vendaval, que

tenha comprometido as plantas mais velhas e a produção pendente [Cati, 2002].

- **Eliminação do Coração:** Na eliminação do coração (botão floral), quebra-se a ráquis masculina ("rabo-do-cacho" ou simplesmente coração) conforme figura 3.17, junto ao botão floral, quando houver entre ele e a última penca, cerca de 10-12cm. Este procedimento visa acelerar o desenvolvimento ("engordamento") das bananas, aumentando o comprimento dos últimos frutos, o peso do cacho e provocar a diminuição de pragas e doenças [Cati,2002].



Figura 27: Modelagem da quebra da ráquis masculina junto ao botão floral.

- **Ensacamento:** O ensacamento é feito após a eliminação do coração, os cachos poderão ser ensacados com sacos plásticos de polietileno de coloração azul (Figura 3.18), para a melhoria da qualidade do produto, diminuição do ataque de pragas e dos efeitos abrasivos de ventos, defensivos e do frio, e também o aumento do comprimento e do diâmetro da fruta. As primeiras pencas da parte

superior dos cachos deverão ser protegidas com folhas de jornal, para evitar “queimaduras” pela incidência direta de raios solares [Cati, 2002].



Figura 28: Cachos de banana ensacados com sacos plásticos.

Aqui há um gasto adicional com a aquisição dos sacos de polietileno.

- Adubação: É necessária a adubação, porque o cultivo de banana demanda grandes quantidades de nutrientes para manter um bom desenvolvimento e obtenção de altos rendimentos, pois produz bastante massa vegetativa e absorve e exporta elevada quantidade de nutrientes. O potássio (K) e o nitrogênio (N) são os nutrientes mais absorvidos e necessários para o crescimento e produção da bananeira [Embrapa, 2003]. As adubações via solo, em cobertura, devem ser feitas em círculo, numa faixa de 10 a 20cm de largura e 20 a 40cm distante da muda, aumentando-se a distância com a idade da planta. No bananal adulto os adubos devem ser distribuídos em meia-lua, em frente às plantas filha e neta (Figura 3.19). Em plantios irrigados os fertilizantes devem ser aplicados, preferencialmente, via água de irrigação [Embrapa, 2003].

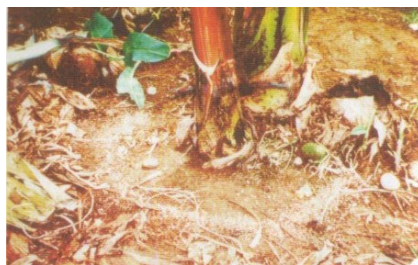


Figura 29: Fertilizante distribuído em “frente” ao broto novo [Embrapa, 2003].

Os gastos com a adubação são a aquisições dos insumos e a aplicação dos mesmos.

- A Irrigação é necessária quando as precipitações pluviométricas forem abaixo da media. As precipitações pluviométricas devem estar acima de 1200mm/ano e bem distribuídas (100mm a 180mm/mês) para evitar períodos de déficit hídrico, principalmente no período da formação da inflorescência ou no início da frutificação, fases em que a bananeira precisa de bastante água [Cati,2002]. Nos períodos em que a chuva é mais escassa, devem ser utilizados sistemas de irrigação pressurizados. Podemos citar três sistemas de irrigação: gotejamento sub-superficial, gotejamento superficial e microaspersão. A alternativa de utilização do sistema de gotejamento sub-superficial (enterrado) oferece certas vantagens em relação ao superficial, por evitar danos mecânicos durante as operações agrícolas e por distribuir a água aplicada na zona de maior concentração das raízes. Some-se a isso a grande probabilidade de aplicar água diretamente nos horizontes coesos, reduzindo a expressão física do seu adensamento. Essa peculiaridade proporcionará melhores condições para a redistribuição da água no perfil do solo e para o aprofundamento do sistema radicular das plantas [Embrapa, 2003]. Para gotejamento, deve-se usar uma linha de gotejadores (Figura 3.20) para cada

fileira de planta, espaçados de 0,60 m em solos de textura média e fina, e duas linhas de gotejadores por fileira em solos arenosos, formando, preferencialmente, uma faixa contínua de distribuição de água. Em ambos os casos, têm-se como meta evitar déficit hídrico espacial na zona padrão de exploração das raízes. Quando se utiliza a configuração em fileiras duplas, recomenda-se a instalação de uma linha de gotejadores para cada fileira de plantas [Embrapa, 2003].



Figura 30: Sistema de irrigação por gotejamento.

No caso da microaspersão (Figura 3.21), devem-se utilizar emissores com vazão superior a 45 L/h (45 litros por hectare), disposto para quatro plantas, preferencialmente em plantio configurado em fileiras duplas. Esse esquema apresenta uma série de vantagens, entre as quais: economia de emissores por área irrigada; melhor arranjo espacial das plantas na área, facilitando maior aeração e penetração de luz solar na faixa das entrelinhas, induzindo a emissão dos cachos na direção das mesmas; e facilidade para os tratamentos culturais, mesmo durante os eventos de irrigação. As vantagens dessa configuração também são válidas para os demais sistemas de irrigação [Embrapa, 2003].



Figura 31: Microaspersão em bananal (esquerda), detalhe de um microaspersor (direita) [Embrapa, 2003]

A irrigação localizada por gotejamento e microaspersão deve ser feita em intervalos máximos de três dias para regiões úmidas e cujos solos apresentem teores de argila acima de 30%. Em solos arenosos, com baixa capacidade de retenção de água, a frequência de irrigação deve ser de, pelo menos, uma vez ao dia. Os gastos encontrados nesta etapa são a manutenção dos microaspersores e canos, gastos com energia e água [Embrapa, 2003].

3.3.4 Quarta Etapa – Doenças E Pragas

Como toda planta, a bananeira encontra-se sujeita aos efeitos negativos provocados pela incidência de agentes causadores de doenças e pragas (Anexo 02). Muitas dessas doenças e pragas podem ser controladas, mas há casos em que há a necessidade do plantio de um novo bananal.

Nesta etapa há um grande gasto com a aquisição de venenos para efetuar o controle de doenças e pragas.

3.3.5 Quinta Etapa – Colheita

Considera-se que a banana está apta para a comercialização quando os frutos se encontram fisiologicamente desenvolvidos, ou seja, que atingiram o estágio de desenvolvimento característico da variedade [Cati, 2002].

No entanto, esta não pode ser colhida madura, pois como fruta muito sensível ao transporte e por não se conservar por muito tempo, seu amadurecimento pós-colheita deve se processar em câmaras de maturação (Figura 3.22), onde são submetidas à maturação sobre controle de temperatura, umidade e ventilação, conseguindo-se um produto final de melhor qualidade, uniformemente amadurecido e maior valor comercial [Cati, 2002].



Figura 32: Foto de uma câmara de maturação (esquerda), foto da modelagem da mesma.

Um critério usado para o corte do cacho é a idade a partir da emissão do coração. Nesta ocasião marca-se a planta com fita plástica ou linha, usando-se diferentes cores para as várias datas de emissão (Figura 3.23). Quando da colheita, a qual pode variar de 100 a 160 dias após a emissão do coração, um gerente de campo de posse de planilha de controle orienta os operários para a colheita do cacho das plantas marcadas com uma determinada cor da fita [Embrapa, 2003].



Figura 33: Coloração das fitas indicam a “idade” do cacho.

Após o corte do cacho ocorre o despencamento (corte das pencas do cacho) do mesmo. Recomenda-se a prévia lavagem das pencas com solução de detergente doméstico a 1% (1 litro para 100 litros de água). Esta prática remove o látex (“leite” que escorre após a remoção das pencas), o qual causa lesões na casca que se manifestam na forma de manchas escuras no fruto maduro. A lavagem com detergente também reduz a ocorrência de doenças [Cati, 2002].

Nesta etapa há um gasto com linhas, planilhas, detergente, água e gasto com o transporte da banana até a câmara de maturação.

3.3.6 Sexta Etapa – Maturação De banana

As condições para maturação controlada de bananas são selecionadas visando aperfeiçoar o desenvolvimento da cor amarela da casca e uniformizar a maturação. A faixa ótima de temperatura do ar para a climatização é de 13,9 a 23,9°C, na qual não ocorrem alterações na qualidade dos frutos. O aumento da temperatura reduz o tempo para atingir-se um determinado estágio de cor da casca. Um termômetro (Figura 3.24) é usado para mostrar a temperatura dentro das câmaras [Embrapa, 2003].



Figura 34: Termômetro usado para medir a temperatura no interior da câmara de climatização com sua respectiva modelação [Embrapa, 2003].

A manutenção da umidade relativa entre 85 e 95% (rega-se o piso com água duas vezes por dia) durante a maturação é vital para a obtenção de frutos de boa qualidade de cor e sabor. Alta umidade relativa com adequada temperatura contribui grandemente para melhorara aparência, a palatabilidade e aumentar o período de comercialização.

Aproximadamente 12 horas antes de aplicar-se o etileno (produto que induz a maturação) a temperatura da câmara deve ser ajustada para 15,5°C a 16,7°C (Figura 3.25). A dosagem recomendada para climatização com etileno é 0,1% ou 28 L para cada 28 m³ da câmara. Durante as primeiras 24 horas após aplicação do gás, a câmara deve ser mantida hermeticamente fechada. Após este tempo procede-se a ventilação por 15 a 20 minutos, para

suprir a câmara com o oxigênio essencial para a respiração normal das bananas [Embrapa, 2003].

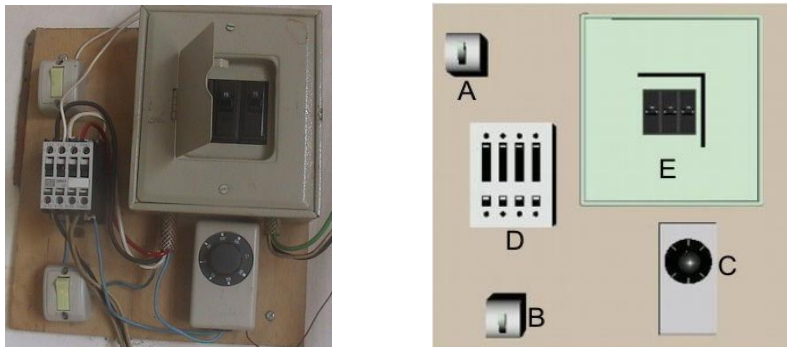


Figura 35: Foto do painel de controle da câmara (esquerda). Modelagem do painel: A) Interruptor que liga os ventiladores; B) Interruptor que liga as luzes; C) Controlador de temperatura; D) Caixa de controle de energia; e E) Caixa de energia.

Nas condições descritas acima uma caixa de banana fica em média uma semana dentro da câmara de maturação. Esse é o tempo necessário para o seu amadurecimento. Caso a temperatura da câmara aumente o tempo de maturação pode diminuir (mínimo de 5 dias), caso a temperatura diminua a banana pode permanecer por mais de 10 dias na câmara.

Nesta fase há um grande gasto com energia para a climatização da câmara, gasto com o gás etileno e gasto com água.

4 FASE DE ANÁLISE (PROJETO)

O projeto visa a criação de um sistema de gerenciamento administrativo que faz a integração de um mundo virtual com o banco de dados. Através dessa ligação é possível visualizar o interior da câmara de maturação. Essa visualização faz com que um funcionário da associação, que não tem nenhuma instrução de como empilhar os caixotes dentro da câmara e de que tipo de bananas está estocado, possa trabalhar com o mínimo de instrução.

Outro fator importante é que essa visualização faz com que a câmara de maturação seja aberta menos vezes, economizando assim em gás etileno, que é usado para maturação homogênea dos frutos, energia elétrica e também evita que o funcionário responsável pela câmara fique com problemas de saúde.

4.1 Geração do Mundo Virtual

Antes de se dar início a modelagem dos objetos, foram realizados estudos para saber quais objetos realmente teriam maior importância em serem modelados. Alguns objetos e etapas do processo de beneficiamento da banana foram omitidos para dar maior importância na etapa onde ocorre a ligação entre o Mundo Virtual e o Banco de dados.

A modelagem dos objetos utilizou as formas primitivas que a linguagem VRML oferece. Dentre elas destacam-se esfera, cilindro, cone e o cubo.

O mundo virtual gerado está presente em alguns arquivos, que pelo uso do comando *Inline* e *Anchor* conseguem chamar todos os outros objetos modelados à cena (mundo).

Dentro do ambiente modelado com nome de “Bananal” Figura 4.1 é possível ver uma plantação de bananas e a câmara de maturação.

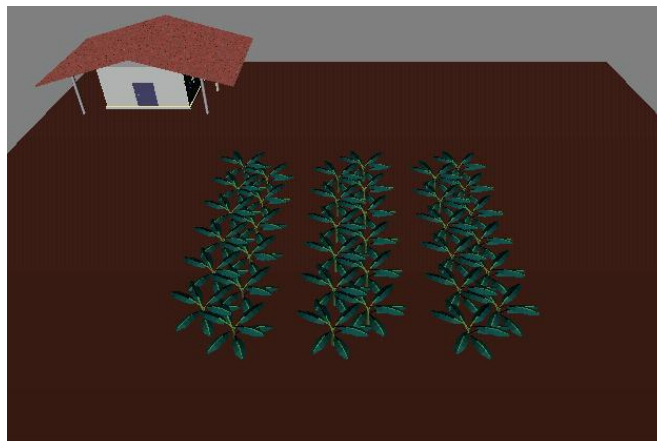


Figura 36: Mundo Virtual – Bananal com Câmara de Maturação

Clicando-se em uma das fileiras é possível a visualização detalhada de um único pé de banana, Figura 4.2.



Figura 37: Pé de Banana.

As fileiras são construídas com a linha de comando *Inline*, o arquivo das bananeiras ,já modelados, é chamado um a um dentro do arquivo chamado fileirabananal.wrl , Figura 4.3.


```

Transform {
  translation 0 0.03 3
  children [
    Inline {url "PedeBanana.wrl"}
  ]
}

```

Figura 4.3: Nó Inline.

Para que possa ser possível a visualização da bananeira com mais detalhes usamos o nó Anchor para chamar um outro arquivo, no caso a bananeira em detalhes, Figura 4.4.

```

Transform {
  translation 0 0.03 9
  children [
    Anchor {
      url "PedeBananaVerde.wrl"
      children [
        Inline {url "PedeBanana.wrl"}
      ]
    }
  ]
}

```

Figura 38: Nó Anchor

A câmara de maturação foi criada com o mesmo processo. Foi modelado as partes principais da câmara de maturação separados, um a um. Em um arquivo separado, foi usando novamente o nó *Inline*, descrito anteriormente e criou-se a câmara de maturação Figura 4.5.



Figura 39: Visão superior da Câmara de Maturação.

Dentro do mundo virtual descrito acima, assim como existe um nó *Anchor* implementado nas fileiras do bananal, para que as bananeiras possam ser vistas com mais detalhes, com a câmara de maturação não é diferente. Dentro do mundo virtual, chamado de

bananal, existe um nó *Anchor* em frente a câmara de maturação, ele transparente, que quando clicado posiciona a visão do expectador, em frente da câmara de maturação mostrado anteriormente na Figura 4.5. Abrindo a porta da câmara, é possível visualizar o conteúdo. Um nó *Anchor*, leva a visão do expectador dentro da câmara de maturação Figura 4.7.

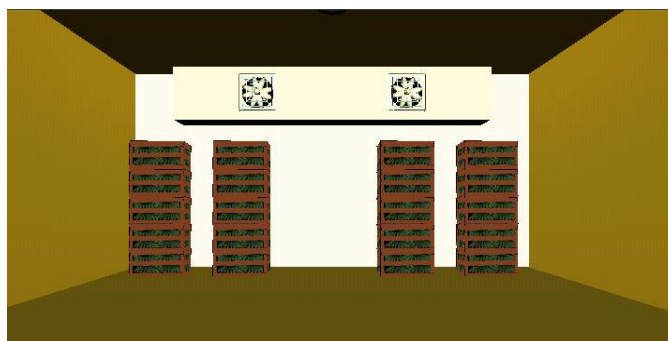


Figura 40: Visão do interior da Câmara de Maturação.

Ao fundo alguns dos caixotes empilhados com bananas. Cada caixote possui um *link* que leva o observador, quando clicado, às descrições das bananas estocadas. Os caixotes foram criados com a ferramenta bloco de notas, da mesma maneira que foi criado a câmara de maturação, criando os objetos necessários para modelagem do caixote separadamente e utilizando o nó *Inline* para posicionar e juntar as peças criadas, gerando assim o objeto caixote Figura 4.8.

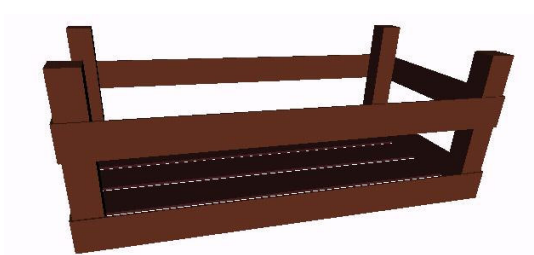


Figura 41: Caixote de banana.

4.2 Sistema Administrativo, Mundo Virtual desenvolvido pelo Java 3D e Integração do Mundo Virtual com Banco de Dados

As ferramentas utilizadas para a criação do Sistema Administrativo desenvolvido foram:

4.2.1 ERwin

Utilizada para a criação da Modelagem de Dados Relacional entre as tabelas do Banco de Dados. Apresentamos na figura abaixo as Tabelas do Banco de Dados juntamente com suas relações:

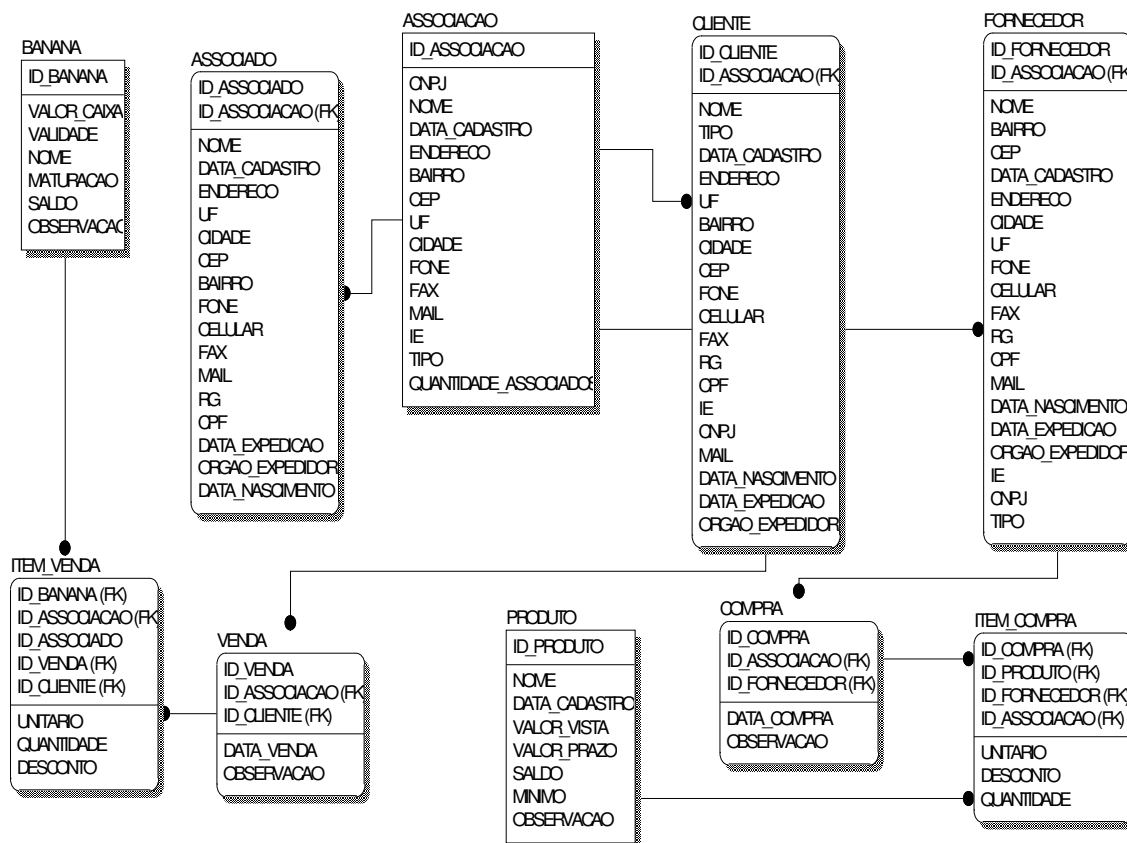


Figura 42.8: Relação entre as Tabelas do Sistema

4.2.2 Banco de Dados Firebird

Utilizado para armazenar as informações referentes aos fornecedores, associação, produtores, clientes, produtos e dados referentes à venda desses produtos.

4.2.3 IBExpert

Ferramenta gráfica utilizada para a criação e manipulação do Banco de Dados.

O IBExpert suporta os Bancos Interbase e Firebird.

Foi criada pela empresa HK Software possuindo duas versões uma gratuita e a outra versão mais completa paga. Podemos encontrar esta poderosa ferramenta no site www.ibexpert.com.

Com esta ferramenta criamos nosso banco de dados, criamos as tabelas, e inserimos dados para testes.

4.2.4 Delphi 7

Utilizada para o desenvolvimento de nosso sistema, onde é disponibilizado cadastros,relatórios e Venda de produtos.

O Sistema Administrativo possui uma interface amigável facilitando ao usuário a sua utilização.

Logo abaixo apresentamos algumas interfaces do Sistema Administrativo e a Comunicação do Sistema com o Banco de Dados.

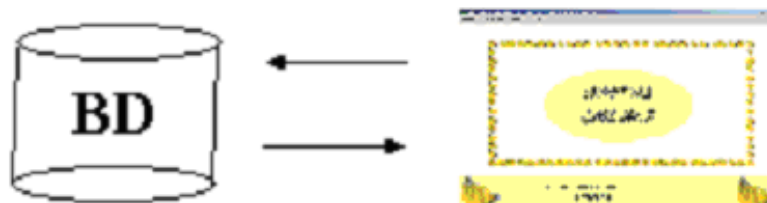


Figura 43: Comunicação do Sistema Administrativo com o Banco de Dados.

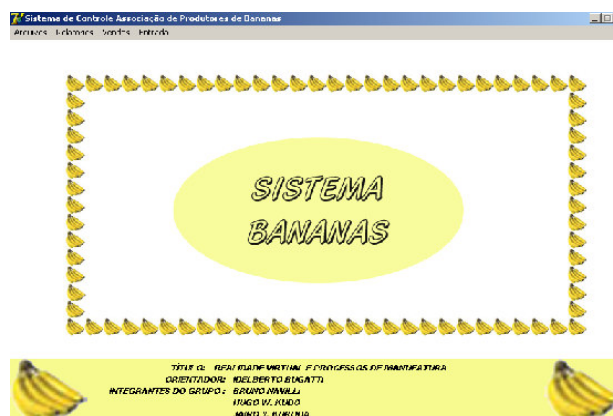


Figura 44: Tela Inicial do Sistema

Figura 45: Tela de Cadastro de Associação.



RELATÓRIO GERAL DE ASSOCIAÇÃO

Código	Razão Social	CNPJ	Inscrição Estadual	Telefone
1	Associação de Tupa	12345678900000	123456789401515	14345215544

Figura 46: Tela de Relatórios de Associações.

Todas as ferramentas citadas na criação do Sistema Administrativo estão descritas com mais detalhes no capítulo X.

4.2.5 Mundo Virtual Java 3D

Foi criado um Mundo Virtual no qual ele representa como seria a disposição dos caixotes no interior da Câmara de Maturação, afim de otimizar o espaço e facilitar a locomoção do responsável dentro dela.

Devido a possibilidade de visualização do seu interior, evitamos que o responsável pela Câmara de Maturação fique abrindo ela constantemente diminuindo assim o gasto com energia e também do gás etileno.

O empilhamento dos caixotes no interior da Câmara de Maturação seria feita da seguinte maneira:

- 4 filas
- 12 colunas por fila
- 5 caixotes empilhados por coluna
- Quantidade total de caixotes sendo de 240.

Temos logo abaixo a figura 4.XX representando o Mundo Virtual.

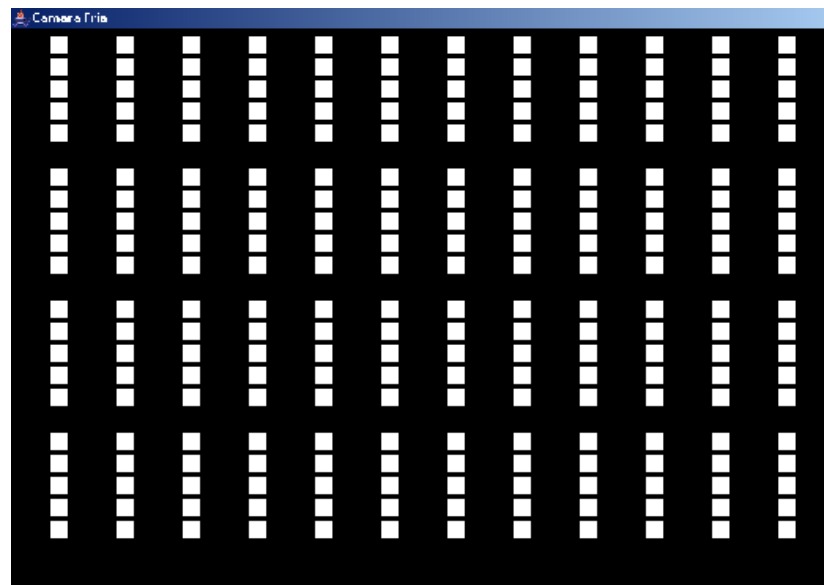


Figura 47: Tela do Mundo Virtual.

4.3 Integração do Mundo Virtual Java 3D com Banco de Dados

Foram criadas duas classes em Java com os respectivos nomes Conexão e Pilha.

A função da classe conexão é conectar com o banco buscando o valor total de caixotes cadastrado no estoque e retornar este valor para poder ser utilizada na classe Pilha. A função da classe é desenhar a quantidade de caixote de acordo com o valor retornado pela classe Conexão empilhando elas usando a técnica de Pilha.



Figura 48: Fluxo da Integração do Mundo Virtual com Banco de Dados

CONCLUSÃO

O projeto em tela propôs a utilização integrada de Realidade Virtual e Manufatura Auxiliada por Computador para gerar sistemas de apoio a processos de manufatura e gerar um sistema integrando tecnologia e processos de geração de mundos virtuais integrado a processos e metodologias de auxílio a processos de manufatura incluindo visualização de dados com características de baixo custo para propiciar o acesso de micro e pequenas empresas a essas tecnologias.

Foram estudados conceitos e metodologias das áreas envolvidas e proposto um sistema de auxílio ao processo de produção, beneficiamento e distribuição de bananas da região de Tupã.

Durante o desenvolvimento do trabalho, foram estudadas técnicas de geração e navegação em mundos virtuais complexos que podem ser processados por equipamentos com capacidade de processamento limitada encontrada em PCs comerciais.

As etapas realizadas com sucesso em nosso projeto foram o Mundo Virtual construído utilizando a VRML, um segundo Mundo Virtual feito em Java 3D, o Sistema Administrativo feito em Delphi 7 e a integração do segundo Mundo Virtual com o Banco de Dados referente ao Sistema Administrativo.

As etapas não concluídas foram a integração do Mundo Virtual desenvolvido em VRML com o Banco de Dados devido a grande dificuldade de comunicarmos variáveis inteiras no Script Vrml com o Script Java.

A integração de RV juntamente com processo CAM e a utilização de banco de dados, incluindo a visualização do processo de armazenamento contribuiu para aumentar a eficiência de todos os processos envolvidos no estudo de caso.

Concluimos que a proposta inicial gerenciando processos de manufatura integrando RV com sistemas CAD/CAM é uma alternativa promissora para a área em questão.

A seguir, trabalhos futuros da implementação do sistema:

- Modelagem de todos os equipamentos envolvidos no processo;
- Melhorar as interfaces do projeto a fim de facilitar o seu uso;
- Aplicação e utilização do sistema gerado nas empresas estudadas para convalidar o trabalho;
- Pesquisar, propor e implementar ferramentas que viabilizem e permitam a integração entre modeladores e geradores de mundos virtuais e sistemas de banco de dados para propiciar a visualização de dados de forma interativa e também em tempo real.

REFERÊNCIAS

- [Adams, 1994] Adams, L. *Visualização e realidade virtual*, Ed. Makron Books, pp. 255-259, São Paulo, 1994.
- [Albuquerque, 1999] Albuquerque, A. L. P. *Cenários virtuais com um estudo de sincronismo de câmera*, abril, 95 Pp., Dissertação (Mestrado), Departamento de Informática, PUC- RIO, 1999.
- [Alvarez, 2006] Alvarez, Miguel Angel. Cortona, cliente VRML. Disponível em: <http://www.criarweb.com/artigos/191.php>. Acesso 18 Out. 2006.
- [Araujo, 1996] Araújo, R. B. *Especificação e análise de um sistema distribuído de realidade virtual*, São Paulo, Junho, 144 Pp., Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996.
- [Associate, 2006] Computer Associate. AllFusion ERwin Data Modeler. Disponível em: http://www.ni.com.br/produtos/p_erwin.html. Acesso em 15 Agosto 2006.
- [Bishop, 1992] Bishop, G. et al. Research directions in VR environments, *Computer Graphics - ACM*, 26(3):153-177, Aug, 1992.
- [Bugatti,2004] Bugatti, I., G. Congresso IADIS. 2004
- [Bertol, 2006] Bertol, Omero Francisco. Benatto, Luciana Piovezana. Usando o IBExpert, disponível em: <http://www.firebase.com.br/fb/artigo.php?id=1021>. Acesso em 23. Set. 2006.
- [Benford, 1997] Benford, S. & Greenhalgh, C. **Collaborative virtual environments**, tutorial 6. ECSCW'97, 5th ECSCW Conference, Lancaster, UK, 7 September, 1997.
- [Cati,2002] Cati. *Cultura de Banana*. 2. ed. Campinas, 2002
- [Cardoso, 2006] Cardoso, Rodrigo Aparecido. Conhecendo o Firebird, disponível em: <http://www.firebase.com.br/fb/artigo.php?id=781> . Acesso em 23. Set. 2006.
- [Diório,2005] Diório, A. M. *Realidade Virtual e Processos de Manufatura*, Monografia,UNIVEM, Centro Universitário Eurípides de Marília - Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha. Marília, 2005.
- [Embrapa, 2003] Embrapa. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistema de Produção**, 4.ISSN 1678-8796 Versão eletrônica. Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaTabCosteiros/index.htm>. Acesso em 24 de Maio 2006.

[Embrapa, 2003] Embrapa. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistema de Produção**, 1.ISSN 1678-8796 Versão eletrônica. Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaRondonia/adubacao.htm>. Acesso em 10 de Maio 2006.

[Embrapa, 2003] Embrapa. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistema de Produção**, 10.ISSN 1678-8796 Versão eletrônica. Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaJuazeiro/index.htm>. Acesso em 24 de Maio 2006.

[Embrapa, 2003] Embrapa. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistema de Produção**, 5.ISSN 1678-8796 Versão eletrônica. Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaCeara/index.htm>. Acesso em 24 de Maio 2006.

[Embrapa, 2003] Embrapa. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistema de Produção**, 6.ISSN 1678-8796 Versão eletrônica. Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaAmazonas/index.htm>. Acesso em 24 de Maio 2006.

[Ellis , 1994] Ellis, S. R. What are virtual environments?, *IEEE Computer Graphics and Application*, pp. 17-22, January, 1994.

[Fisher, 1990] Fisher, S. S. & Tazelaar, J. M. Living in a virtual world, *Byte*, pp. 215-221, July, 1990.

[Gomes, 2006;Oliveira, 2006;Santos, 2006] Gomes ,Patrícia Andreia Martins Tavares da Rocha. Visita Virtual ao Castelo de Guimarães.Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

Oliveira, Sara Daniela Castro. Visita Virtual ao Castelo de Guimarães.Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

Santos, Teresa Maria da Costa Silva. Visita Virtual ao Castelo de Guimarães.Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

[Horstmann,2004] Horstmann Cay. Big Java. Editora Bookman, 2004.

[Hancock, 1995] Hancock, D. Viewpoint: virtual reality in search of middle ground, *IEEE Spectrum*, 32(1):68, January, 1995.

[Ibrahim,1991] Ibrahim Zeid, CAD\CAM Theory and Practice. New York, McGraw-Hill, 1991.

[Jacobson, 1994] Jacobson, L. *Realidade virtual em casa*. Rio de Janeiro, Berkeley, 1994.

[Kirner, 1996] Kirner, C. *Apostila do ciclo de palestras de realidade virtual*, Atividade do Projeto AVVIC- CNPq (Protem - CC - fase III) - DC/UFSCar, São Carlos, pp. 1-10, Out., 1996.

[Leston, 1996] Leston, J. Virtual reality: the it perspective, *Computer Bulletin*, pp. 12-13, June, 1996.

[Machado, 1995] Machado, L. S. Conceitos básicos da realidade virtual, Monografia, INPE-5975-PUD/025, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos/SP, novembro. Disponível on-line em: <http://www.lsi.usp.br/~liliane/conceitosrv.html>, 1995.

[Pimentel, 1995] Pimentel, K. & Teixeira, K. *Virtual reality - through the new looking glass*. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1995.

[Raposo, 2004] Raposo, A. B., SZENBERG, F., GATTASS, M., CELES, W. Visão Estereoscópica, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Colaboração. In: A. M. S. Andrade, A. T. Martins, R. J. A. Macêdo (eds.), *Anais do XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, Vol. 2, XXIII JAI - Livro Texto, Cap. 7, p.289 - 331. SBC, Brazil, 2004

[Rheingold, 1991] Rheingold, H. *Virtual reality*. New York, Touchstone, 1991.

[Sys Computing Inc, 2006] SYS Computing Inc. **CosmoWorlds 2.0**. Disponível em: <http://www.geocities.com/MotorCity/4630/criar/cosmoworlds.html>. Acesso 15 Set. 2006

[Vince, 1995] Vince, J. *Virtual Reality Systems*, Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1995.

[Worldsceneries, 2005] Worldsceneries, Disponível em: <<http://www.worldsceneries.com/.../imagem/projecao.jpg>> Acesso em: 13 jun. 2005.

[Yokomizo, 2006] Yokomizo, Elton Aquinori. SEBRAE - Definições de Associação.

GLOSSÁRIO

Aeração: 1 Ato de arejar; arejamento, ventilação. 2 Bot Troca de gases entre os tecidos interiores e a atmosfera. 3 Situação de aerado.

Adensamento: 1 Ato ou efeito de adensar. 2 Constr Ação de socar o concreto com hastes de ferro, para que se encha toda a fôrma, sem deixar lacunas.

Asséptico: 1 Pertencente ou relativo à assepsia: Tratamento asséptico. 2 Isento de todo germe séptico; preservado de microrganismos: Curativo asséptico.

Bainhas: Parte da folha que envolve o caule.

Brácteas: 1 Bot Cada uma das folhas que cobrem a flor antes de se abrir. 2 Zool Medusa modificada dos sifonóforos, que tem função protetora. 3 Zool Parte achatada foliforme dos apêndices de certos crustáceos, especificamente o eixo distal da pata de um filópode.

Coesos: 1 Firmemente unido ou ligado. 2 Associado. 3 Harmônico.

Clone: Conjunto da progênie, produzida assexualmente, de um indivíduo, quer naturalmente (como os produtos de fissão repetida de um protozoário), quer vegetativamente (como na propagação de determinada planta por gemação ou mudas através de muitas gerações).

Cultivar: Forma cultivada de alguma espécie, correspondente a mutação ou recombinação ou a determinada linhagem com características próprias de produção, de resistência a pragas e moléstias ou com flores de coloração diversa etc.

Descorticamento: Ação de descortiçar. Extrair a cortiça, descascar.

Elíptico: 1 Relativo ou pertencente a uma elipse. 2 Que tem a forma de uma elipse. 3 Gram Que é da natureza da elipse. 4 Gram Qualificativo do termo oculto por elipse, ou de proposição em que há termo elíptico.

Erva Daninha: Uma planta é considerada erva daninha quando ocorre em local e momento indesejado, interferindo negativamente na agricultura. Em geral, é também conceituada como sinônimo de planta daninha, planta invasora e planta espontânea, entretanto, essa conceituação pode diferir conforme a ideologia (agricultura convencional e agricultura agroecológica) dos profissionais em ciências agrárias.

Estioladas: Enfraquecer o desenvolvimento natural de uma planta verde, tornando-a descorada por insuficiência de luz solar: O sombreamento excessivo estiola as plantas.

Exsudatos: Produto soroso resultante de processo inflamatório.

Facetas: Cada uma das pequenas faces regulares de uma pedra preciosa lapidada. 2 Pequena face. 3 Cada um dos aspectos particulares de uma pessoa ou coisa. 4 Anat Pequena porção circunscrita da superfície de um osso. 5 Biol V omatídio.

Fotossíntese: 1 Quím e Fisiol Síntese de um composto por meio da luz. 2 Bot Formação de carboidratos, a partir de bióxido de carbono e água, nas células clorofiladas de plantas verdes, sob a influência da luz, com desprendimento fotoquímico de oxigênio.

Gema apical: folhas novas que brotam no ápice do caule.

Gradear: 1 Fechar ou vedar com grades. 2 Prover de grades. 3 Ornar de grades. 4 V gradar1. 5 Vet Cauterizar com grade

Halo: 1 Círculo ou arco luminoso, branco ou prismaticamente colorido, ao redor ou diante de um corpo luminoso. 2 Círculo ou anéis luminosos em torno do Sol ou da Lua, causados por névoas de cristais de gelo na atmosfera. 3 Med Círculo rosado ao redor do mamilo. 4 V auréola. 5 Glória, prestígio. 6 Anat Dedo grande do pé, hálux. 7 Zool Dedo primeiro ou pré-axial dos membros posteriores. H. vago, Med: deslocamento do dedo grande do pé por sobre os outros dedos.

Hermeticamente: 1 Encimado por um hermes ou cabeça de homem. 2 Fechado completamente, de modo que não deixe penetrar ou escapar o ar (vasos, painéis etc.); estanque. 3 Alquímic. 4 De compreensão muito difícil.

Inflorescência: 1 Modo de desenvolvimento e arranjo das flores sobre a haste. 2 Haste floral com seus acessórios. 3 Agrupamento dos órgãos reprodutivos de um líquen, comumente subtendido por uma bráctea.

Inóculo: A substância empregada na inoculação

Instar: Fase do crescimento da larva ou da ninfa dos insetos, limitada por duas ecdises.

Limbo: 1 Fímbria, zona. 2 Rebordo exterior. 3 Astr Rebordo exterior do disco de um astro. 4 Bot Expansão membranosa que, a partir do pecíolo, constitui a folha. 5 Bot A parte livre e expandida das sépalas e das pétalas. 6 Círculo de bordo graduado. 7 Arco de transferidor, onde são marcados os graus para medida dos ângulos. 8 Teol catól Lugar intermediário entre o céu e o inferno onde, sem a felicidade celeste, nem as penas infernais, se encontram as almas das crianças que morreram sem batismo e onde permaneceram as almas dos justos, antes da ascensão de Jesus Cristo. 9 Lugar para onde se deita coisa a que não se liga apreço; cadoz.

Manufatura: 1 Trabalho executado a mão. 2 Obra feita a mão. 3 Processo ou trabalho de fazer artigos ou quaisquer produtos a mão ou com maquinaria; especialmente quando prosseguido sistematicamente e com divisão do trabalho; fabricação. 4 Estabelecimento industrial que fabrica seus produtos em grande quantidade. 5 Produto desse estabelecimento.

Maturação: Na linguagem corrente, é comum falar-se da maturação das frutas no sentido de se encontrarem em condições de serem consumidas na alimentação dos seres humanos.

Nematicida: produto químico utilizado para acabar com os nematóides.

Nematóides: 1 Alongado e fino como um fio. 2 Relativo ou pertencente aos Nematóides. sm Espécime da classe dos Nematóides.e nematódeo (Alongado e fino como um fio. 2 Relativo ou pertencente aos Nematóides. sm Espécime da classe dos Nematóides.e nematódeo)

Nervura: 1 Bot Cada uma das fibras ou veios salientes, na superfície das folhas e das pétalas. 2 Entom Estrutura tubuliforme, de natureza córnea, que se estende pelas asas membranosas dos insetos, mantendo-as rígidas durante o voo. 3 Tip Saliência transversal das lombadas dos livros encadernados. 4 Arquit Linha ou moldura saliente, que separa os panos de uma abóbada. 5 Arquit Moldura redonda sobre o contorno das mísulas.

Orvalho: 1 Pequeninas gotas que, por condensação do vapor de água ambiente, se depositam à superfície dos objetos e da vegetação, geralmente à noite ou de madrugada. 2 Chuva miudinha.

Palatabilidade: Qualidade de palatável (1 Agradável ao paladar. 2 fig Aceitável, tolerável.)

Partenocárpico: refere-se ao crescimento e desenvolvimento de um embrião ou semente sem fertilização, isto é, por reprodução assexuada (ocorre quando se formam clones a partir de um ser vivo. Não é necessária a intervenção de gâmetas. Os novos seres podem nascer a partir de fragmentos do ser vivo.)

Patógeno: (derivado do Grego *pathos*, sofrimento, doença e *logia*, ciência, estudo) é o estudo das doenças, sob determinados aspectos.

Pecíolo: O “pé” de uma folha. Uma das partes que compõem a folha.

Peculiaridade: Qualidade de peculiar (: 1 Que diz respeito a pecúlio. 2 Especial, privativo, próprio de uma pessoa ou coisa); particularidade

Pedúnculo: 1 Bot Haste de sustentação da flor ou fruto; suporte de qualquer órgão vegetal. 2 Entom Ponte de união do abdome ao tórax dos artrópodes. 3 Med e Anat Nome de vários prolongamentos que existem no encéfalo. 4 Biol Faixa de fibras nervosas, a reunir partes diferentes do encéfalo. P. decorrente: V pecíolo decorrente.

Perfilhamento: Colocar as coisas em linha

Polietileno: 1 Quím Polímero de etileno. 2 Variedade de matéria plástica usada para isolar condutores de correntes elétricas de alta frequência e no fabrico de artefatos que costumam ficar expostos a temperaturas elevadas.

Pseudocaule: Espécie de caule constituído de bainhas foliares muito grandes e superpostas, como o caule da bananeira; pseudotronco.

Pupal: é câmara onde há o estágio intermediário entre a larva e o adulto, na metamorfose de certos insetos.

Rebento: ou broto - Uma nova planta produzida naturalmente por uma planta adulta, em geral na base desta, como acontece com os bolbos, bromeliáceas, cactos, bananeiras e outras suculentas. Os rebentos arrancam-se facilmente para propagação.

Rizoma: Em botânica, chama-se rizoma a um tipo de caule que algumas plantas verdes possuem, que cresce horizontalmente, muitas vezes subterrâneo, mas podendo também ter porções aéreas. O caule do lírio e da bananeira é totalmente subterrâneo, mas certos fetos desenvolvem rizomas parcialmente aéreos.

Rotativa: O mesmo que “roçadeira”, máquina usada para a roçada mecânica na agricultura.

Sistêmico: 1 Sistemático. 2 Que se refere ao enfoque lógico de um sistema.

Suscetível: 1 Que afeta ou presume suscetibilidade. 2 Que tem grande sensibilidade física. 3 Que envolve possibilidade de certa coisa ou de certa qualidade. 4 Que pode experimentar certas qualidades, impressões ou modificações. 5 Que se fere ou ofende com a menor coisa; extremamente melindroso. s m+f Pessoa melindrosa, que depressa e por motivo insignificante se agasta ou se ofende.

Suscetibilidade: 1 Qualidade de suscetível. 2 Exaltação da sensibilidade física e moral. 3 Disposição especial do organismo que o torna apto para acusar influências exercidas sobre ele ou para adquirir doenças. 4 Idiossincrasia. 5 Disposição para ressentir-se da coisa mais insignificante, para sentir em alto grau as menores injúrias; expressão de despeito ou de mágoa na pessoa que se julga ofendida pelo que outrem lhe diz; extrema delicadeza no sentir; melindre exagerado. 6 Filos Capacidade de receber as impressões que põem em exercício as ações orgânicas.

ANEXOS

- Anexo 1: Definição de Associação
- Anexo 2: Doenças e Pragas do Bananal
- Anexo 3: Frente da Câmara Fria
- Anexo 4: Fundo Câmara Fria
- Anexo 5: Lateral Câmara Fria
- Anexo 6: Teto Câmara Fria
- Anexo 7: Chão Câmara Fria
- Anexo 8: Pilar Telhado da Câmara Fria
- Anexo 9: Telhado Câmara Fria
- Anexo 10: Porta Câmara Fria
- Anexo 11: Maçaneta da Porta
- Anexo 12: Animação da Porta
- Anexo 13: Câmara Fria
- Anexo 14: Código Fonte do Mundo Virtual Java 3D

Anexos

Anexo 1: Definições de Associação

São os valores associativistas, abaixo relacionados, que norteiam essa prática:

- **Solidariedade:** é o forte sentimento de unidade de um grupo, com objetivos e interesses comuns;
- **Interdependência:** os resultados individuais somente serão alcançados se houver uma integração consciente. Quando dois ou mais indivíduos cooperam entre si em um mesmo campo de atividade, eles não competem entre si.
- **Confiança Mútua:** é a confiança recíproca que se estabelece pelo estreitamento das relações entre os participantes.
- **Reconhecimento das Lideranças:** aceitação plena pelo grupo das pessoas que ocupam o poder formal ou informal na estrutura da organização associativa.
- **Participação Direta:** participação efetiva de todos, vontade individual de fazer, criar e contribuir. Quanto maior a participação, mais democrática será a gestão e maior o comprometimento e responsabilidade do grupo com as ações.
- **Multiplicidade:** as pessoas e organizações, que trazem consigo diferentes habilidades, aptidões, interesses, experiências e conhecimentos, agregam valor ao grupo.
- **Sinergia:** é o efeito de amplificação da força, potencial e possibilidades do grupo, pela confrontação e complementação de informações, experiências, interesses, aptidões, inteligência, objetivos e valores individuais.

- **Visão Comum:** identidade de propósitos leva as pessoas a compartilhar de uma mesma direção nas suas condutas e ações.
- **Aprendizagem Coletiva:** a troca contínua de conhecimentos e experiências de aprendizagem de métodos, técnicas, processos, sistemas e comportamentos propiciam aos participantes melhores condições de competitividade frente às mudanças de mercado e a evolução dos padrões de exigência dos consumidores e fornecedores.
- **Informalidade:** trabalhar com prazer e alegria, participando da organização não só com o objetivo econômico, mas também pelo sentido de realização pessoal, profissional e social.
- **Fraternidade:** união e convivência fraterna e harmônica entre os participantes.

Isso posto, definimos: Associação é uma sociedade civil sem fins lucrativos, uma forma de organização permanente e democrática por meio da qual um grupo de pessoas ou de entidades busca realizar determinados interesses comuns, sejam eles econômicos, sociais, espirituais, filantrópicos, científicos, políticos, ideológicos ou culturais [Yokomizo, 2006].

Objetivos das Associações

Os objetivos das associações são: representar e defender os interesses dos associados, estimular a melhoria técnica, profissional e social dos associados, reunir esforços para reivindicar melhoria em suas atividade e comunidade, melhorar a qualidade de vida de seus associados, participar do desenvolvimento local e regional. Os associados são pessoas físicas ou jurídicas que se associam a uma associação.

Tipos de Associações

- **Associações Filantrópicas:** congregam voluntários que prestam assistência social a crianças, idosos e outras pessoas carentes.
- **Associação de Moradores:** moradores de bairros que se organizam para garantir acesso a serviços de saneamento, água encanada, eletricidade, telefonia, pavimentação de ruas, centros esportivos e de lazer, assistência médica e escolas.
- **Associação de Pais e Mestres:** organização de comunidade escolar, visando melhores condições de ensino, integração cultural e social entre pais, alunos, dirigentes, professores e trabalhadores das unidades de ensino.
- **Associações em defesa da Vida:** pessoas e entidades que se unem em torno de questões sociais, políticas, e culturais, próprias de grupos sociais, políticos, e de grupos sociais marginalizadas, como meninos de rua, prostitutas, homossexuais, aidéticos, diabéticos, etc.
- **Associações Culturais, Desportivas e Sociais:** são aquelas caracterizadas pela união de pessoas ligadas as atividades literárias, artísticas, desportivas. Atualmente, visando alertar e reeducar a sociedade sobre questões polêmicas, como racismo e outros preconceitos, também pode motivar formação dessas entidades.
- **Associações de Consumidores:** consumidores se unem para exigirem produtos de melhor qualidade e preços mais justos. O poder dessas associações que geralmente são lideradas por donas de casa, vem aumentando, face aos recentes avanços da legislação brasileira sobre os direitos dos consumidores.
- **Associações de Classe:** são aquelas de interesse de categorias empresariais (associações comerciais e industriais/associações de supermercados/associação de bancos/associação de empresas: têxtil, mecânica, eletro-eletrônico, etc.) e de trabalhadores(agrônomo/ veterinários/ economistas/ médicos/ bancários/

comerciais.etc.), federações e confederações dessa categoria, que reivindicam e representam diante do Estado o interesse de seus associados.

- **Associações de Trabalho:** são aquelas em que trabalhadores, proprietários e produtores rurais se organizam para a realização de atividades produtivas. A prestação de serviços, ou o trabalho de produção e comercialização de mercadorias de forma associativa é uma alternativa em expansão no mercado (costureiras, artesãos, taxistas, micro e pequenos empresários, comerciantes, produtores rurais, entre outros).
- **Associações Ambientais / Ecológicas:** caracterizam-se pela ação em defesa das questões ambientais, congregando grupos de ecologistas (associações de proteção da bacia do Rio Pardo / do mico leão dourado / da mata atlântica / etc.). Essas associações na maioria das vezes são denominadas ONG's – organizações não governamentais. Convém ressaltar que, atualmente, esse tipo de organização atinge a todo tipo de instituição, inclusive associação dos prefeitos municipais, vereadores, entidades bancárias / financeiras; empresas multinacionais, países (Mercosul, ALALCA, Mercado Comum Europeu, etc.).

É importante destacar que as associações independentes de seu tipo podem e devem oferecer outros serviços aos seus associados (convênios de saúde, farmácias, supermercados, seguros de bens patrimoniais, enfim, serviços e produtos que venham a propiciar melhores condições econômicas aos seus associados. Atrelados a esses serviços, a promoção e o desenvolvimento educativo, através de palestras, seminários, além de dias de campo. Enfim, todo o processo de divulgação das informações e tecnologias existentes é de incalculável valor aos associados, para o seu progresso econômico, social e cultural [Yokomizo, 2006].

Características das Associações

- Reúnem duas ou mais pessoas físicas e/ou jurídicas para a realização de objetivos comuns;
- Tem seu patrimônio constituído por taxas pagas pelos associados, doações, fundos, reservas e subvenções, etc.
- Não possui capital social;
- Tem seus estatutos alterados pelos associados, em assembléia geral (reforma dos estatutos sociais);
- Seus associados deliberam livremente em assembléia geral, tendo cada associado direito a um voto.
- As possíveis sobras das operações financeiras não são atividades entre os associados, sendo aplicados na própria associação.
- Tem personalidade jurídica de direito privado e não público.

Ações Associativistas

- Organização de centrais de compras e vendas
- Aquisição de equipamento com utilização comunitária
- Formulação de estratégias conjuntas de marketing
- Busca de treinamento coletivo
- Desenvolvimento de pesquisa tecnológica e mercadológica

Fatores de Sucesso

- Liderança
- Comprometimento

- Busca de Consenso
- Visão de Futuro
- Espírito Empreendedor

Fatores de Insucesso

- Individualismo
- Desconfiança
- Falta de Planejamento
- Falta de Comunicação
- Não Participação
- Falta de Vibração

Fatores para constituição de uma Associação

- Reunião do grupo de interessados
- Definição dos objetivos
- Escolha de uma comissão de constituição
- Realização de reuniões com os interessados
- Determinação de viabilidade econômica
- Elaboração de uma minuta de estatuto
- Realização da Assembléia Geral de Constituição
- Aprovação do Estatuto
- Eleição da Diretoria e Conselho Fiscal
- Encaminhamento de documentos para legalização

- Local: Cartório de Registro de Títulos e Documentos
- Obtenção de Inscrição na Receita Federal
 - Local: Unidade do Ministério da Fazenda
- Obtenção da Inscrição na Receita Estadual
(quando movimentar mercadorias)
 - Local: Posto Fiscal da Fazenda do Estado no município sede
- Obtenção de inscrição no INSS
 - Local: Delegacia Regional do Trabalho
- Registro na Prefeitura Municipal – ISS
 - Local: Prefeitura Municipal

A organização de associações requer a existência de uma série de circunstâncias provocativas tais como: abertura política para a organização da sociedade civil; conjunto de problemas de difícil solução quando tratados individualmente; formalização de grupos formais, a partir de uma política adotada pelos órgãos responsáveis por essa área, e outras mais [Yokomizo, 2006].

A nosso ver, a organização de associações pode seguir duas grandes linhas:

1. Uma mobilização do grupo, anteriormente à organização formal.

Nesse caso, o trabalho de conscientização e mobilização dos futuros associados será desenvolvido anteriormente a qualquer medida de formalização do movimento.

Tecnicamente, essa linha pode ser desenvolvida de várias maneiras, entre elas sugerimos a seguinte:

- a) reunião com o maior número de convidados, (possíveis associados) quando será feita uma palestra abrangente, sobre o tema: “Associação e Suas Finalidades”;
- b) dentre os interessados, formar grupos menores para discussão mais específica, sobre o tema tais como: grupo de estatuto, grupo de legalização, grupo de atividades específicas, etc. Nesses grupos serão levantados os problemas daquela comunidade; haverá uma ordenação dos mesmos, uma reflexão e seleção dos problemas prioritários. A própria idéia de uma associação deve ser avaliada, mais detalhadamente, com respeito às possibilidades de resoluções dos problemas levantados;
- c) reunião de todos os grupos para apresentação dos trabalhos desenvolvidos e ordenação dos problemas gerais prioritários. É a partir da conscientização dos problemas, pela maioria dos interessados, e de como a associação poderia resolvê-los ou minimizá-los, que serão dados os passos para a organização formal da associação.

2. A outra, seria a mobilização posterior à organização.

Como não existem exigências legais no tocante ao número de associados, a organização da associação pode ser feita de maneira rápida.

A técnica usada é a seguinte: após uma reunião inicial, partir para a elaboração e discussão do estatuto, após o que, se marcaria a assembléia de constituição, quando seria aprovado o estatuto e, posteriormente, o registro dos documentos nos órgãos competentes.

Nesse caso, o grupo deverá estar bem engajado num programa ou trabalho, posterior ao

registro da associação, de modo que as realizações das várias áreas de atuação propostas (tais como: compra ou vendas em grupo, assistência técnica, serviços de beneficiamento, mecanização, etc.) funcionem como argumentos, no sentido de mobilizar as pessoas que se mostraram indecisas no primeiro momento, fazendo com que elas se integrem no movimento [Yokomizo, 2006].

A seleção do caminho a ser tomado na organização das associações vai depender, essencialmente, das características do grupo de interessados. Uma associação cujos possíveis associados não se encontram com muita frequência, parece-nos mais recomendável a primeira opção, uma vez que ela possibilita um estreitamento das relações e contatos entre os futuros associados. No caso de uma associação de funcionários de uma empresa ou entidade cujos futuros associados possuem, obrigatoriamente, contato diário, a segunda opção parece-nos mais ágil.

Anexo 02: Doenças e Pragas do Bananal

Tipos de doenças

Aqui citaremos as doenças mais comuns que afetam os bananais de nosso país.

Sigatoka-amarela

Esta é uma das mais importantes doenças da bananeira, também conhecida como cercosporiose, mal-de-sigatoka ou simplesmente sigatoka-amarela sendo causada pelo fungo *Mycosphaerella musicola* (Leach). [Embrapa, 2003].

Os sintomas iniciais da doença aparecem como uma leve descoloração em forma de ponto entre as nervuras secundárias da segunda à quarta folha. Essa descoloração aumenta, formando uma estria de tonalidade amarela e, com o tempo, as pequenas estrias amarelas ficam com coloração marrom, evoluindo, posteriormente, para manchas pretas, circundadas por um halo amarelo, adquirindo a forma elíptica-alongada. Em estágios avançados da doença, e ocorrendo em alta frequência de lesões, dá-se o agrupamento das mesmas, com o comprometimento da área foliar (Figura 39) [Embrapa, 2003].



Figura 1: Folha de bananeira com ataque de sigatoka-amarela (esquerda), detalhe da folha (direita).

Os prejuízos causados são resultantes da morte precoce das folhas e do conseqüente enfraquecimento da planta, com reflexos imediatos na produção. Entre os distúrbios observados em plantações afetadas podem ser listados [Embrapa, 2003].

- a) diminuição do número de pencas por cacho;
- b) redução do tamanho dos frutos;
- c) maturação precoce dos frutos no campo;
- d) enfraquecimento do rizoma e, por conseqüência, perfilhamento lento.

Várias são as medidas que podem e devem ser tomadas no sentido de controlar a sigatoka-amarela, principalmente visando a redução do uso dos agrotóxicos:

- a) Uso de variedades resistentes - as variedades que apresentam resistência são: Caipira, Thap Maeo e Pacovan Ken. As cultivares Terra, Terrinha e D' Angola são resistentes à sigatoka-amarela, mas suscetíveis à negra.

b) Controle cultural - recomenda-se a utilização de práticas culturais que reduzam a formação de microclimas favoráveis ao desenvolvimento das sigatokas. Nesse caso, os principais aspectos a serem levados em conta são os seguintes:

- Drenagem - além de melhorar o crescimento geral das plantas, a drenagem rápida de qualquer excesso de água no solo reduz as possibilidades de formação de microclimas adequados ao desenvolvimento da doença.

- Combate às plantas daninhas - no bananal, a presença de altas populações de plantas daninhas não só incrementa a ação competitiva que estas exercem como também favorece a formação de microclimas adequado aos patógenos, devido ao aumento do nível de umidade no interior do bananal.

- Desfolha - a eliminação racional das folhas atacadas ou de parte dessas folhas reduz a fonte de inoculo no bananal. É preciso, entretanto, que tal eliminação seja feita com bastante critério, para não provocar danos maiores que os causados pela própria doença. Não há necessidade de retirar as folhas do bananal; todavia, é interessante juntá-las no centro das fileiras e pulverizar com solução de uréia para acelerar a decomposição.

- Nutrição - plantas adequadamente nutrida propiciam ritmo mais acelerado de emissão de folhas. Nesta situação, a emissão rápida compensará as perdas provocadas pela doença. Em plantas mal nutridas, o lançamento de folhas é lento e, conseqüentemente, as lesões serão visualizadas em folhas cada vez mais novas.

- Sombra - sabe-se que plantas mantidas sob condições sombreadas apresentam pouca ou nenhuma doença. As razões podem ser duas: redução ou não formação de orvalho e redução na incidência de luz. O cultivo de banana em consórcio com outras culturas que promovam sombreamento poderá ser uma boa opção de

controle da doença. Logicamente, plantas sob condições sombreadas sofrem alterações de ciclo, tornam-se mais estioladas e reduzem a produção [Embrapa, 2003].

Os fungicidas ainda são a principal arma para o controle da sigatoka, principalmente em se tratando de variedades suscetíveis [Embrapa, 2003].

Sigatoka-negra

A sigatoka-negra é a mais grave e temida doença da bananeira no Mundo, implicando em aumento significativo de perdas, que podem chegar a 100% da produção. Devido à sua agressividade, nas regiões onde esta doença é introduzida a sigatoka-amarela desaparece em cerca de três anos. Ela é causada pelo fungo conhecido como *Mycosphaerella fijiensis*, Morelet [Embrapa, 2003].

Os sintomas característicos da doença são: descoloração em forma de pontos ou estrias na cor café entre as nervuras secundárias da segunda à quarta folha, observada somente na face inferior da folha; estrias pretas, observadas somente na face superior da folha; lesões negras na face superior da folha, contrastando com as de cor marrom na face inferior, podendo avançar para todas as folhas da planta. [Cati, 2002] Veja a figura abaixo:

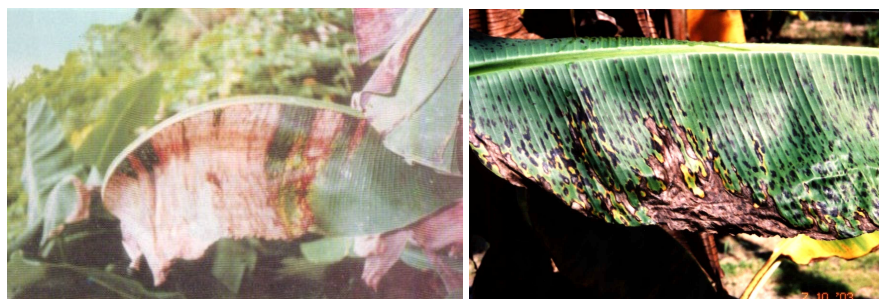


Figura 2: Bananal atacado pela sigatoka-negra (esquerda), destaque da doença numa folha (direita) [Cati, 2002].

Essa doença destrói as folhas da bananeira, impedindo a planta de respirar e elaborar fotossíntese para o seu sustento, levando-a à morte antes mesmo de o cacho de banana estar pronto para ser colhido [Cati, 2002].

O controle desta doença é feito da mesma maneira ao apresentado anteriormente para a doença sigatoka-amarela.

Mal-do-Panamá

O mal-do-Panamá é uma doença que ocorre em todas as regiões produtoras de banana do Mundo. É causado pelo fungo *Fusarium oxysporium cubense* [Embrapa, 2003].

As plantas infectadas exibem externamente um amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas, começando pelos bordos do limbo foliar e evoluindo no sentido da nervura principal. Posteriormente, as folhas murcham, secam e se quebram

junto ao pseudocaule, dando à planta a aparência de um guarda-chuva fechado (Figura 41). Muitas vezes, as folhas centrais permanecem eretas, mesmo após a morte das mais velhas [Embrapa, 2003].



Figura 3: Pé de banana com o formato de “guarda-chuva” provocado pela doença mal-do-panamá[Embrapa, 2003].

O melhor meio para o controle do mal-do-Panamá é a utilização de variedades resistentes. Como medidas preventivas, recomendam-se as seguintes práticas:

- 1) evitar as áreas com histórico de alta incidência do mal-do-Panamá;
- 2) utilizar mudas comprovadamente sadias e livres de nematóides;
- 3) corrigir o pH do solo, mantendo-o próximo à neutralidade e com níveis ótimos de cálcio e magnésio, que são condições menos favoráveis ao patógeno;
- 4) dar preferência a solos com teores mais elevados de matéria orgânica, o que aumenta a concorrência entre as espécies de microrganismos, dificultando a ação e a sobrevivência de *F. oxysporum cubense* (fungo causador da doença) no solo;

5) manter as populações de nematóides sob controle, pois eles podem ser responsáveis pela quebra da resistência ou por facilitar a penetração do patógeno, através dos ferimentos;

6) manter as plantas bem nutridas, guardando sempre uma boa relação entre potássio, cálcio e magnésio.

Nos bananais já estabelecidos, em que a doença começa a se manifestar, recomenda-se a erradicação das plantas doentes utilizando herbicida. Isto evita a propagação do inoculo na área de cultivo. Na área erradicada deve-se aplicar calcário ou cal hidratada [Embrapa, 2003].

Tipos de pragas

Aqui abordaremos somente alguns tipos de pragas que afetam os bananais do Brasil.

“Moleque” ou Broca-do-rizoma

“Moleque” ou Broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae)) é uma praga bastante disseminada que atinge praticamente todos os bananais. É um besouro preto (Figura 42), que mede cerca de 11mm de comprimento e 5mm de largura. Durante o dia, os adultos são encontrados em ambientes úmidos e sombreados, junto às

touceiras, entre as bainhas foliares e nos restos culturais. Os danos são causados pelas larvas (Figura 41), as quais constroem galerias no rizoma, debilitando as plantas e tornando-as mais sensíveis ao tombamento. Plantas infestadas normalmente apresentam desenvolvimento limitado, amarelecimento e posterior secamento das folhas, redução no peso do cacho e morte da gema apical [Embrapa, 2003].

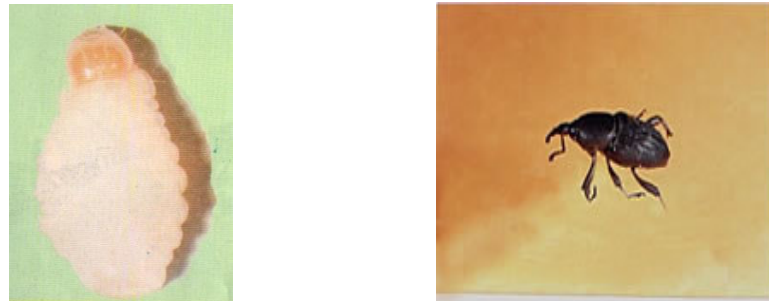


Figura 4: Larva e adulto do “Moleque”, respectivamente [Embrapa, 2003].

A utilização de mudas sadias (convencionais ou micropropagadas) é o primeiro cuidado a ser tomado para controle dessa praga. Para a desinfecção da muda convencional, do tipo rizoma inteiro, após o descorticamento os rizomas deverão ser banhados em solução contendo inseticida/nematicida. Um outro método adotado é o emprego de inseticidas, estes podem ser introduzidos em plantas desbastadas e colhidas por meio de orifícios efetuados pela "lurdinha" (ferramenta utilizada na realização do desbaste) [Embrapa, 2003].

Tripes da erupção dos frutos

Tripes (*Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Aelothripidae)) é causado por um inseto de tamanho pequeno (cerca de 1 mm de comprimento), são facilmente vistos por causa da coloração branca ou marrom-escura. Os adultos são encontrados geralmente em flores jovens abertas. Também podem ocorrer nas flores ainda protegidas pelas brácteas. Os danos provocados por esses tripes manifestam-se nos frutos em desenvolvimento, na forma de pontuações marrons e ásperas ao tato (Figura 43), que não interferem na qualidade da fruta, porém reduzem o seu valor comercial [Embrapa, 2003].



Figura 4: Cacho de banana com tripes.

A eliminação do coração reduz a população desses insetos. Recomenda-se a utilização de sacos impregnados com inseticida, no momento da emissão do cacho [Embrapa, 2003].

Broca-do-pseudocaulé

Os danos são provocados pelas lagartas, que se alimentam inicialmente dos tecidos das bainhas foliares [Embrapa, 2003].

A lagarta apresenta coloração branco-leitosa, cabeça marrom-avermelhada (Figura 44), mede em torno de 9 cm de comprimento no último ínstar e constrói a câmara pupal dentro do pseudocaule. Ao se alimentar, abre galerias no pseudocaule de onde saem exsudatos (Figura 44). O adulto é uma borboleta que possui hábitos diurnos e voa rapidamente nas horas mais quentes do dia. Alcança 10 cm de envergadura de asa (Figura 44) [Embrapa, 2003].



Figura 5: Lagarta da broca-do-pseudocaule (*Castria* sp). Danos causados pela broca-do-pseudocaule. Adulto da broca-do-pseudocaule, respectivamente [Embrapa, 2003].

Em decorrência dos danos causados pela lagarta, a planta torna-se enfraquecida, sujeita ao tombamento pela ação do vento [Embrapa, 2003].

Práticas culturais como desbaste, desfolha, destruição dos restos culturais infestados e limpeza da área são eficientes medidas para controle dessa praga [Embrapa, 2003].

Anexo 3: Frente da Câmara Fria

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Transform {  
  translation -2.5 0 0  
  children [  
    Shape {  
      appearance Appearance {  
        material Material {diffuseColor 0.9 0.9 0.9}  
      }  
      geometry Box {size 3 2.5 0.05}  
    }  
  ]  
}
```

```
Transform {  
  translation 2.5 0 0  
  children [  
    Shape {  
      appearance Appearance {  
        material Material {diffuseColor 0.9 0.9 0.9}  
      }  
      geometry Box {size 3 2.5 0.05}  
    }  
  ]  
}
```

```
Transform {  
  translation 0 2.0 0  
  children [  
    Shape {  
      appearance Appearance {  
        material Material {diffuseColor 0.9 0.9 0.9}  
      }  
      geometry Box {size 8 1.5 0.05}  
    }  
  ]  
}
```

Anexo 4: Fundo Câmara Fria

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Transform {  
    children [  
        Shape {  
            appearance Appearance {  
                material Material {diffuseColor 0.9 0.9 0.9}  
            }  
            geometry Box {size 8 4 0.05}  
        }  
    ]  
}
```

Anexo 5: Lateral Câmara Fria

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Transform {  
    children [  
        Shape {  
            appearance Appearance {  
                material Material {diffuseColor 1 1 1}  
            }  
            geometry Box {size 0.05 4 10}  
        }  
    ]  
}
```

Anexo 6: Teto Câmara Fria

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Transform {  
    children [  
        Shape {  
            appearance Appearance {  
                material Material {diffuseColor 0.9 0.9 0.9}  
            }  
            geometry Box {size 8 0.05 10}  
        }  
    ]  
}
```


Anexo 7: Chão Câmara Fria

#VRML V2.0 utf8

```
Transform {
  children [
    Shape {
      appearance Appearance {
        material Material {diffuseColor 0.9 0.9 0.9}
      }
      geometry Box {size 8.35 0.20 10.35}
    }
  ]
}
```

Anexo 8: Pilar Telhado da Câmara Fria

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Transform {  
  children [  
    Shape {  
      appearance Appearance {  
        material Material {}  
      }  
      geometry Cylinder {height 4.0  
        radius 0.15}  
    }  
  ]  
}
```

Anexo 9: Telhado Câmara Fria

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Transform {  
  rotation 0 0 1 -39  
  translation -4.572 0 0  
  children [  
    Shape {  
      appearance Appearance {  
        texture ImageTexture {url "telhas.jpeg"}  
      }  
      geometry Box {size 0.1 9.5 12.5}  
    }  
  ]  
}
```

```
Transform {  
  rotation 0 0 1 39  
  translation 4.572 0 0  
  children [  
    Shape {  
      appearance Appearance {  
        texture ImageTexture {url "telhas.jpeg"}  
      }  
      geometry Box {size 0.1 9.5 12.5}  
    }  
  ]  
}
```

Anexo 10: Porta Câmara Fria

#VRML V2.0 utf8

```
Transform {
    children [
        Shape {
            appearance Appearance {
                material Material {ambientIntensity 0.3
                diffuseColor 0.3 0.3 0.5
                #specularColor 0.7 0.7 0.8
                shininess 1.0
                }
            }
        geometry Box {size 2.0 2.5 0.05}
    ]
}

Transform {
    translation -0.70 0 0.05
    children [
        Inline {url "macaneta.wrl"}
    ]
}
```

Anexo 11: Maçaneta da Porta

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Transform {
  scale 7 7 7
  children [
    Transform {

      children [
        Shape {
          appearance Appearance {
            material Material {diffuseColor 0.7 0.7 0.7}
          }
          geometry Box {size 0.008 0.005 0.01}
        }
      ]
    }
  ]
}
```

```
Transform {
  translation 0.005 0 0.0035
  children [
    Shape {
      appearance Appearance {
        material Material {diffuseColor 0.7 0.7 0.7}
      }
      geometry Box {size 0.03 0.005 0.005}
    }
  ]
}
```

```
Transform {
  translation 0.02 0 0.0035
  children [
    Shape {
      appearance Appearance {
        material Material {diffuseColor 0.7 0.7 0.7}
      }
      geometry Cylinder {height 0.005
        radius 0.0025}
    }
  ]
}
```

```
Transform {
  translation -0.01 0 0.0035
  children [
    Shape {
      appearance Appearance {
```

```
material Material {diffuseColor 0.7 0.7 0.7}
    }
geometry Cylinder {height 0.005
    radius 0.0025}
    }
    ]
}
    ]
}
```

Anexo 12: Animação da Porta

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
DEF obj1 Transform {
  translation 1 0 0
  children [
    Transform{
      translation -1 0 0
      children[
        Inline {url "portaCF.wrl"}
      ] #fecha children inline
    }#fecha transform inline

    Shape{
      appearance Appearance{
        material Material{ambientIntensity 0.3
          diffuseColor 0.3 0.3 0.5
          shininess 1.0}

        }#fecha appearance

      geometry Box {size 0.01 2.5 0.05}

    }#fecha Shape principal
  ]#fecha children principal
}#fecha transform principal

DEF toque TouchSensor {}

DEF tempo TimeSensor {
  cycleInterval 2
  loop FALSE
  startTime 0
  stopTime 0
}

DEF inter OrientationInterpolator {
  key[0.0, 1.0]
  keyValue[0 0 0 0, 0 1 0 90]
}

ROUTE toque.touchTime TO tempo.startTime
ROUTE tempo.fraction_changed TO inter.set_fraction
ROUTE inter.value_changed TO obj1.set_rotation
```

Anexo 13: Câmara Fria

```
#VRML V2.0 utf8
```

```
Transform {  
    children [  
        Inline {url "frenteCF.wrl"}  
    ]  
}
```

```
Transform {  
    translation -4.025 0.75 -4.975  
    children [  
        Inline {url "lateralCF.wrl"}  
    ]  
}
```

```
Transform {  
    translation 4.025 0.75 -4.975  
    children [  
        Inline {url "lateralCF.wrl"}  
    ]  
}
```

```
Transform {  
    translation 0 0.75 -9.975  
    children [  
        Inline {url "fundoCF.wrl"}  
    ]  
}
```

```
Transform {  
    translation 0 2.725 -5  
    children [  
        Inline {url "tetoCF.wrl"}  
    ]  
}
```

```
Transform {  
    translation 0 -1.35 -5  
    children [  
        Inline {url "chaoCF.wrl"}  
    ]  
}
```

```
Transform {  
    children [  
        Inline {url "animeporta.wrl"}  
    ]  
}
```



```

    ]
  }
  Transform {
    translation 4.1 0.25 -1.25
    rotation 0 -1 0 4.81548
    children [
      Inline {url "relogioCF.wrl"}
    ]
  }

  Transform {
    translation 0 2.5 -5
    children [
      Inline {url "lampada.wrl"}
    ]
  }

  Transform {
    translation 4.07572 0.62117 -2.70611
    rotation 0 1 0 1.5727
    scale 1 1 1
    children [
      Inline {url "placaCaixa.wrl"}
    ]
  }

#####
Viewpoint {
  position 0 0 -0.2
  orientation 0 0 1 0
  fieldOfView 0.785
}
Anchor{
  url "camaraFriamaior.wrl"
  children [
    Inline {url "portaAnchor.wrl"}
  ]
}

```

Anexo 14: Código fonte do Mundo Virtual Java 3D

```

import javax.swing.*;
import java.awt.*;
import com.sun.j3d.utils.universe.*;
import javax.media.j3d.*;
import javax.vecmath.*;
import com.sun.j3d.utils.*;
import com.sun.j3d.utils.geometry.Box;
import com.sun.j3d.utils.image.TextureLoader;
import java.applet.*;
import java.net.*;
import java.awt.*;

public class Pilha extends JFrame {

    private SimpleUniverse universe;

    public Pilha () {
        super("Camara Fria");
        Container container = getContentPane();
        container.setLayout(new BorderLayout());
        GraphicsConfiguration config =
        SimpleUniverse.getPreferredConfiguration();
        Canvas3D canvas = new Canvas3D(config);
        container.add("Center", canvas);
        BranchGroup cena1 = new BranchGroup();
        universe = new SimpleUniverse(canvas);
        universe.getViewingPlatform().setNominalViewingTransform();

        int estoque=0;
            estoque =1; // quantidade de cx no estoque

            double prox=0.0; // guarda proxima posicao de X

            double x=-0.89; // variaveis para translacao fila 1
        double y=0.45; // "
        double z=0.0; // "

            double x1=-0.89;// variaveis para translacao fila 2
        double y1=0.45; // "
        double z1=0.0; // "

            double x2=-0.89; // variaveis para translacao fila 3
        double y2=0.45; // "
        double z2=0.0; // "

            double x3=-0.89; // variaveis para translacao fila 3

```

```

double y3=0.45; //      "
double z3=0.0; //      "

int aux=0; // guarda valor total de colunas completa
    int aux1=0; // guarda o total de caixas da coluna incompleta
    double total=0.0;

    total=(estoque/5); // calculo de colunas completas
    aux=(int)total; // atribui a variavel aux qtde colunas completas
    aux1 = (estoque%5); // calculo da qtde de caixas da coluna incompleta

    if(estoque<=5){ // desenha primeira coluna
        for(int c =1;c<=estoque;c++){
            x=-0.89;
        y=y+0.05;
        z=z;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
        universe.addBranchGraph(cena1);
        }
        setSize(350,350);
setVisible(true);
    }

    else{ // desenha todas as colunas
for(int i=1;i<=aux;i++){
    if(i<=12){ // desenhando até a primeira fila
        x=x;
        y=0.65;

        z=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
        universe.addBranchGraph(cena1);

        x=x;
        y=0.60;

        z=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
        universe.addBranchGraph(cena1);

        x=x;
        y=0.55;

        z=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
        universe.addBranchGraph(cena1);

        x=x;
        y=0.50;

        z=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
        universe.addBranchGraph(cena1);
    }
}
}

```

```

        x=x;
        y=0.45;
z=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x=x+0.15; // posicionando para proxima coluna
        prox=x; // atribuindo a posicao da proxima coluna a prox
    }

    if(i>12 && i<=24){ // desenhando até a segunda fila
        x1=x1;
        y1=0.35;
z1=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x1,y1,z1);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x1=x1;
        y1=0.30;
z1=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x1,y1,z1);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x1=x1;
        y1=0.25;
z1=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x1,y1,z1);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x1=x1;
        y1=0.20;
z1=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x1,y1,z1);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x1=x1;
        y1=0.15;
z1=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x1,y1,z1);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x1=x1+0.15; // calculando proxima posicao
        prox=x1; // atribuindo proxima posicao a variavel prox
    }

    if(i>24 && i<=36){ // desenhando até a fila 3
        x2=x2;
        y2=0.05;
z2=0.0;

```

```

        cena1 = criaGrafoDeCena(x2,y2,z2);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x2=x2;
        y2=0.00;
z2=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x2,y2,z2);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x2=x2;
        y2=-0.05;
z2=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x2,y2,z2);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x2=x2;
        y2=-0.10;
z2=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x2,y2,z2);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x2=x2;
        y2=-0.15;
z2=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x2,y2,z2);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x2=x2+0.15; // calculando proxima posicao coluna
        prox=x2;    // atribuindo proxima posicao a variavel prox
    }

    if(i>36 && i<=48){ // desenhando até a fila 4

        x3=x3;
        y3=-0.25;
z3=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x3,y3,z3);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x3=x3;
        y3=-0.30;
z3=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x3,y3,z3);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x3=x3;
        y3=-0.35;
z3=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x3,y3,z3);
universe.addBranchGraph(cena1);

```

```

        x3=x3;
        y3=-0.40;
z3=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x3,y3,z3);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x3=x3;
        y3=-0.45;
z3=0.0;
        cena1 = criaGrafoDeCena(x3,y3,z3);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x3=x3+0.15; // calculando proxima posicao da coluna
prox=x3;          // atribuindo proxima posicao coluna a variavel
prox
    }
}

if(aux1==4){ // desenhando coluna caso o resto =4
    if(aux<=12){ // atribui posicao inicial fila 1
        y=0.45;
    }

    else
        if(aux>12 && aux <=24){// atribui posicao inicial fila 2
            y=0.15;
        }

    else
        if(aux>24 && aux <=36){// atribui posicao inicial fila 3
            y=-0.15;
        }

    else
        if(aux>36 && aux<=48){// atribui posicao inicial fila 4
            y=-0.45;
        }

    x=prox; // desenho da primeira caixa da coluna resto
    y=y;

z=z;
cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
universe.addBranchGraph(cena1);

    x=x; // desenho da segunda caixa da coluna resto
y=y+0.05;
z=z;
cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
universe.addBranchGraph(cena1);

```

```

        x=x; // desenho da terceira caixa da coluna resto
y=y+0.05;
z=z;
cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x=x; // desenho da quarta caixa da coluna resto
y=y+0.05;
z=z;
cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
universe.addBranchGraph(cena1);
    }

    if(aux1==3){ // desenhando coluna caso resto =3
        if(aux<=12){ // atribui posicao inicial fila 1
            y=0.45;
        }
        else
            if(aux>12 && aux <=24){ // atribui posicao inicial fila 2
                y=0.15;
            }
        else
            if(aux>24 && aux <=36){ // atribui posicao inicial fila 3
                y=-0.15;
            }
        else
            if(aux>36 && aux<=48){ // atribui posicao inicial fila 4
                y=-0.45;
            }
x=prox; // desenhando caixa posicao 1
        y=y;
z=z;
cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x=x; // desenhando caixa posicao 2
y=y+0.05;
z=z;
cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
universe.addBranchGraph(cena1);

        x=x; // desenhando caixa posicao 3
y=y+0.05;
z=z;
cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
universe.addBranchGraph(cena1);
    }

    if(aux1==2){ // desenhando coluna caso resto = 2

```

```

    if(aux<=12){ // atribui posicao inicial fila 1
        y=0.45;
    }

    else
        if(aux>12 && aux <=24){// atribui posicao inicial fila 2
            y=0.15;
        }
    else
        if(aux>24 && aux <=36){ // atribui posicao inicial fila 3
            y=-0.15;
        }
    else
        if(aux>36 && aux<=48){ // atribui posicao inicial fila 4
            y=-0.45;
        }

    x=prox; // desenhando caixa posicao 1
    y=y;

    z=z;
    cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
    universe.addBranchGraph(cena1);

    x=x; // desenhando caixa posicao 2
    y=y+0.05;
    z=z;
    cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
    universe.addBranchGraph(cena1);
}

if(aux1==1){ // desenhando coluna caso resto = 1
    if(aux<=12){ // atribui posicao inicial fila 1
        y=0.45;
    }
    else
        if(aux>12 && aux <=24){ // atribui posicao inicial fila 2
            y=0.15;
        }
    else
        if(aux>24 && aux <=36){ // atribui posicao inicial fila 3
            y=-0.15;
        }
    else
        if(aux>36 && aux<=48){ // atribui posicao inicial fila 4
            y=-0.45;
        }
    }

    x=prox; // desenhando a caixa
    y=y;

    z=z;

```



```

        cena1 = criaGrafoDeCena(x,y,z);
        universe.addBranchGraph(cena1);
    }

    setSize(350,350);
    setVisible(true);
}
}

    public BranchGroup criaGrafoDeCena(double x, double y, double z) { // desenha a
caixa
    BranchGroup objRaiz = new BranchGroup();
    TransformGroup objTrans = new TransformGroup();
    Transform3D trans = new Transform3D(); //declarado para translacao
    objTrans.setCapability(TransformGroup.ALLOW_TRANSFORM_WRITE);
    objRaiz.addChild(objTrans);
        Appearance appear = new Appearance();
        Box caixa = new Box(0.04f,0.04f,0.00f, appear);
        caixa.setAppearance(appear);
        objTrans.addChild(caixa);
    trans.setScale(0.5);
    trans.setTranslation(new Vector3d(x,y,z));
    objTrans.setTransform(trans);
    objRaiz.compile();
    return objRaiz;
}

public static void main(String[] args)
{
    Pilha h = new Pilha(); // rodando o programa
}
}

```