

WELLINGTON AKIRA NUKAMOTO
TADEU ROGÉRIO ORELIANA FRIOL

REALIDADE VIRTUAL E PROCESSOS
DE MANUFATURA DE CERÂMICA

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:
Professor Ildeberto de Genova Bugatti

MARÍLIA
2007

NUKAMOTO, Wellington Akira; FRIOL, Tadeu Rogério Oreliana;
Realidade Virtual e Processos de Manufatura de Cerâmica /
Wellington Akira e Nukamoto, Tadeu Rogério Oreliana e Friol;
orientador: Ildeberto de Genova Bugatti. Marília, SP: [s.n.], 2007.

84 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

WELLINGTON AKIRA NUKAMOTO
TADEU ROGÉRIO ORELIANA FRIOL

REALIDADE VIRTUAL E PROCESSOS
DE MANUFATURA DE CERÂMICA

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: Elton Aquinori Yokomizo

2º EXAMINADOR: Raul Junji Nakashima

Marília, 30 de Novembro de 2007.

Agradecimentos

À Cerâmica City por abrir suas portas para o UNIVEM e pelas relevantes informações disponibilizadas;

Ao Engenheiro Vanderlei pela competência na área e pela forma solidária que nos atendeu;

Ao colega Marco Antonio Loureiro Júnior, aluno do segundo ano do curso de BCC do UNIVEM pela contribuição através das atividades de Iniciação Científica junto ao projeto.

AGRADECIMENTOS

Ao nosso orientador, Prof. Ildeberto de Genova Bugatti, pela sua paciência em nos atender ao longo do ano, e principalmente por compartilhar com nós sua vasta experiência e conhecimento que foram de grande importância para o desenvolvimento do projeto e amadurecimento de nós como pessoas.

Aos nossos Amigos que durante anos nos apoiaram e ajudaram em mais esta conquista.

Aos irmãos Eduardo I. Nukamoto, Karen M. Ikeda, Dayse M. Nukamoto, Everton M. Ikeda, Marcos Friol e Naiara Friol e os demais familiares, que direta ou indiretamente nos ajudaram.

E finalmente aos nossos pais Mikio Nukamoto e Reiko Ikeda Nukamoto, Wilson Friol e Noeli Friol, que nos apoiou e nos deram força nos momentos mais difíceis em mais esta jornada e que tivemos a felicidade de concluir.

NUKAMOTO, Wellington Akira; FRIOL, Tadeu Rogério Oreliana; **Realidade Virtual e Processos de Manufatura de Cerâmica**. 2007. 84 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, 2007.

RESUMO

Utilizamos a tecnologia da Realidade Virtual para auxiliar o processo de manufatura de Cerâmica propondo um sistema de baixo custo para serem utilizados em equipamentos com capacidade limitada encontrada em PCs comerciais. Este sistema servirá para o auxílio de pequenas e médias empresas para a otimização de processos de manufaturas de produtos já existentes e para gerar o desenvolvimento de novos sistemas de apoio à manufatura.

O sistema armazenará dados para poderem ser estudados e assim ter como base um levantamento para a ampliação ou a otimização da empresa com custos relativamente baixos e com um investimento adequado.

Palavras Chave: Realidade Virtual, Processos de Manufatura.

NUKAMOTO, Wellington Akira; FRIOL, Tadeu Rogério Oreliana; **Realidade Virtual e Processos de Manufatura de Cerâmica**. 2007. 84 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, 2007.

ABSTRACT

We use the Virtual Reality technology to improve the process of Ceramics manufacturing in order to offer a low cost system to be used for limited capacity type equipment found in commercial PCs. This Virtual Reality system is used to help small and medium size companies to optimize manufacturing process of the existing product asl to develop new systems to imprpove the manufacturing.

The system stores data to be studied; therefore it can be the base for a report for possible company growth or for the company optimization with relatively low costs and an adequate investment.

Key words: Virtual reality; manufacturing process.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1.1: Tele-Colaboração [Alberto Puc Rio]</i>	16
<i>Figura 1.2: Aparelho que pode ser usado em Tele-presença[Absolut Technologies, 2007]</i> ...	17
<i>Figura 1.3: Simulação de Vôo</i>	17
<i>Figura 1.4: Cave da Universidade de Iowa/EUA [Absolut Technologies, 2007]</i>	18
<i>Figura 1.5: Realidade Aumentada, ferramenta ArToolKit [Diório, 2005]</i>	19
<i>Figura 1.6: Display Visualmente Acoplado [Alberto Puc Rio,2005]</i>	19
<i>Figura 1.7: RV de Mesa [Robert,2004]</i>	20
<i>Figura 1.8: CAVE e seus respectivos projetores [Alberto Puc Rio, 2005]</i>	20
<i>Figura 1.9: Dispositivo Háptico [Absolut Technologies, 2007]</i>	22
<i>Figura 2.1: Exemplo de Partição</i>	28
<i>Figura 3.1: Diagrama de fluxo do processo de manufatura de cerâmicas</i>	32
<i>Figura 3.2: Diagrama Detalhado de fluxo do processo de manufatura de cerâmicas</i>	33
<i>Figura 3.3: Preparo da argila</i>	34
<i>Figura 3.4: Pré-Misturadora: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	34
<i>Figura 3.5: Descanso: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	34
<i>Figura 3.6: Dosador Alimentador: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	35
<i>Figura 3.7: Desintegradora: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	35
<i>Figura 3.8: Misturador Horizontal: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	36
<i>Figura 3.9: Laminador Misturador: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	36
<i>Figura 3.10: Maromba a Vácuo: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	37
<i>Figura 3.11: Cortador Automático: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	37
<i>Figura 3.12: Entrada do Secador: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	38
<i>Figura 3.13: Entrada do Forno: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	38
<i>Figura 3.14: Peças sendo Esfriadas: a) Foto Real e b) Modelagem</i>	39
<i>Figura 3.15: Peças sendo Embaladas</i>	39
<i>Figura 3.16: Local de Estoque</i>	39
<i>Figura 4.1: Exemplo de um nó Inline</i>	40
<i>Figura 4.2: Exemplo de um Bloco em vrml</i>	41
<i>Figura 4.3: Exemplo de utilização do nó Inline</i>	41
<i>Figura 4.4: Visão Aérea da Fábrica</i>	42
<i>Figura 4.5: Secador</i>	42
<i>Figura 4.6: Diagrama do Banco de Dados</i>	43
<i>Figura 4.7: Tela Inicial do CerâmicaSys</i>	44
<i>Figura 4.8: Tela de Cadastro de Clientes</i>	44
<i>Figura 4.9: Tela de Seleção de Clientes</i>	45
<i>Figura 4.10: Tela de Cadastro de Equipamentos</i>	46
<i>Figura 4.11: Tela de Seleção de Equipamentos</i>	47
<i>Figura 4.12: Simulação de Estoque realizado</i>	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- CAM - Computer Aided Manufacturing (Manufatura Auxiliada por Computador)
- CAP - Computer Aided Production (Produção Auxiliada por Computador)
- CAPP - Computer Aided Process Planning (Planejamento de Processos Auxiliado por Computador)
- CAQ - Computer Aided Quality (Qualidade Auxiliada por Computador)
- CAT - Computer Aided Testing (Teste Auxiliado por Computador)
- CAVE - Cave Automatic Virtual Environment (Caverna Digital)
- HMD - Head Mounted Display
- PC - Personal Computer (Computador Pessoal)
- RV - Realidade Virtual
- SGBD - Sistema Gerenciado de Banco de Dados
- VRML - Virtual Reality Modelating Language (Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
OBJETIVOS	13
1. REALIDADE VIRTUAL	14
1.1. Histórico e definições do Termo Realidade Virtual.	14
1.2. Tipos de Sistemas de RV.	15
1.2.1. Tele-colaboração.	16
1.2.2. Tele-presença.	16
1.2.3. RV de Simulação	17
1.2.4. RV de Projeção ou Realidade Artificial	18
1.2.5. RV Aumentada ou Realçada	18
1.2.6. Displays Visualmente acoplados	19
1.2.7. RV de Mesa	19
1.2.8. Caverna Digital (CAVE)	20
1.2.9. Monitores e Sistemas de projeção, Dispositivos Hápticos e Dispositivos Auditivos.	21
1.3. Requisitos necessários para um sistema de RV	22
2. ESTUDO DE FERRAMENTAS DE MODELAGEM, VISUALIZAÇÃO E SIMULAÇÃO EM AMBIENTE DE RV E ESTUDO DE FERRAMENTAS DE AUXÍLIO A PROCESSOS DE MANUFATURA.	24
2.1. O Sistema CAM	24
2.2. Ambientes Virtuais Colaborativos e Simulação	25
2.3. Técnicas para criação de imersão em um Mundo Virtual – Modelagem e Partição	26
2.4. Ferramentas da Geração do Mundo Virtual	29
2.5. Ferramentas para a Criação do Sistema Administrativo	30
3. ESTUDO DE CASO	31
3.1. Levantamento de requisitos	31
3.2. Descrição do Sistema de Produção de Cerâmica	32
3.3. Detalhando o Processo de Produção de Cerâmica	32
4. FASE DE ANÁLISE DO PROJETO	40
4.1. Geração do Mundo Virtual	40
4.2. Sistema Administrativo	43
4.3. Integração do Mundo Virtual com Banco de Dados	47
CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	51
LISTA DE APÊNDICES:	54
APÊNDICE A	55
APÊNDICE B	63
APÊNDICE C	70
APÊNDICE D	77

INTRODUÇÃO

O presente trabalho intitulado “Realidade Virtual e Processo de Manufatura de Cerâmica” propõe o auxílio de produção de cerâmica para fábricas de pequeno e médio porte.

Um dos fatores importantes para a escolha do trabalho foi que, com estudos feitos foi analisado que seria viável o seu desenvolvimento e traria benefícios para a fábrica.

Outro fator relevante foi o Colega Marco Antonio Loureiro Junior aluno do segundo ano de BCC no Univem, que nos ajudou a visitar a Fábrica Cerâmica City, uma das maiores do Brasil com esta visita conseguimos várias informações que foi de extrema importância para o desenvolvimento do projeto.

A Proposta do trabalho é que com a tecnologia da Realidade Virtual integrada a um Sistema Administrativo, a fábrica terá o auxílio à produção de cerâmica podendo assim trazer vários benefícios para a empresa.

A implementação do projeto foi realizada em quatro etapas importantes, organizadas nos seguintes itens:

1- Levantamento Bibliográfico: Durante o levantamento bibliográfico sobre os termos mais utilizados conforme as classificações, foram feitas o estudo sobre realidade Virtual e Manufatura Auxiliada por Computador.

2- Estudo de ferramentas de modelagem, visualização e simulação em ambiente de RV e Estudo de ferramentas de auxílio a processos de manufatura: Com o estudo de ferramentas de modelagem, visualização e simulação em ambiente de RV foram escolhidas técnicas para o desenvolvimento de ambientes virtuais que possam ser processados em equipamentos de pequeno porte, tais como PCs comerciais.

Já com o Estudo de ferramentas de auxílio a processos de manufatura foi capaz de determinar os comportamentos das máquinas, instruindo-as quanto ao modo de seu funcionamento seria a função da Manufatura Auxiliada. Através da aplicação da tecnologia CAM, algumas vantagens podem ser obtidas, como, melhoria da qualidade do produto, diminuição de variabilidade e de desperdício de material.

3- Estudo de caso e levantamento de requisitos envolvidos em de processos de manufatura de cerâmicas: Com o levantamento de requisitos foi possível o desenvolvimento de um Sistema Administrativo mais fiel e confiável, pois foram estudadas

como o processo de manufatura de cerâmica realmente trabalha, com suas entradas de matéria prima, seu processo e sua saída de materiais para o consumidor.

4- Geração de uma ferramenta automatizada de apoio ao processo de manufatura de cerâmica integrando tecnologia de RV e técnicas de manufatura de cerâmica utilizadas em chão de fábrica: Com o desenvolvimento de um Sistema Administrativo e com uma possível integração com a tecnologia de RV e técnicas de manufatura de cerâmica, foi possível criar um sistema para auxiliar o funcionário de uma fábrica, com seus possíveis estoques de produtos e para um melhor estudo das máquinas.

OBJETIVOS

A área de Realidade Virtual está sendo utilizada nas mais diversas áreas de aplicação. Recentemente a sua utilização para apoiar processos de manufatura integrada com tecnologias de integração da manufatura está revolucionando e principalmente agilizando o processo de projeto e produção de bens de consumo. O objetivo do trabalho foi gerar um sistema de baixo custo para gerar processos de manufatura de cerâmicas utilizando equipamentos com capacidade limitada de processamento encontrada em PCs comerciais e que agreguem técnicas de modelagem, simulação e visualização de Realidade Virtual em conjunto com processos de auxílio a manufatura.

Para obter o objetivo geral, foram estudadas técnicas de modelagem, particionamento, visualização e navegação que possibilitem a geração de mundos virtuais com alto grau de realismo e possam ser utilizados em equipamentos de pequeno porte, tais como, PCs comerciais.

Ferramentas de apoio a processos de manufatura também utilizam uma grande quantidade de informações sobre os processos, inclusive dados históricos. Sistemas de banco de dados comerciais contribuem para elevar os custos dessas ferramentas. Assim, o projeto irá verificar a viabilidade de utilizar sistemas de banco de dados de domínio público para reduzir custos de aquisição de licenças desses sistemas.

O projeto é multidisciplinar, envolve sub-áreas da Computação e de processos de Manufatura (Chão de Fábrica).

1. REALIDADE VIRTUAL

Realidade Virtual é a tecnologia, sendo o ambiente virtual a aplicação, uso e solução, há pouco tempo atrás não era uma tarefa muito fácil definir o sistema de Realidade Virtual (RV), pois se apresentava por uma quantidade de definições, devido à natureza interdisciplinar da área. Pode-se dizer simplificada que RV é a forma mais avançada de interface do usuário com o computador até agora disponível (Hancock, 1995).

Durante um levantamento bibliográfico sobre os termos mais utilizados conforme as classificações, foram feitas à relação que, segue abaixo sobre realidade Virtual.

1.1. Histórico e definições do Termo Realidade Virtual.

O surgimento desta nova tecnologia é resultante de um somatório de contextos que envolvem o homem e sua cultura nas ciências, com aplicações simples e complexas distribuídas em diversas áreas desta tecnologia, como: engenharia, arquitetura, criação de jogos, navegar na *internet*, medicina, simulações técnicas, educação, *design*, etc.

Segundo a classificação de RV dada por outros autores, seria uma técnica que permite a realização de imersão, interação e navegação em um ambiente tridimensional gerado por computador, contendo canais multisensoriais e simulação do espaço-tempo 4D (Adams, 1994).

O termo 4D surgiu com a adição de uma nova dimensão, o tempo, em uma imagem 3D, ou seja, a animação de pontos de observação com alguma interação juntamente com o tempo real, sendo possível navegar e observar em um mundo tridimensional, em tempo real, com seis graus de liberdade (6DOF).

Os dispositivos de interação com 6DOF permite uma movimentação bastante ampla quando utilizados os sistemas de RV, pois permitem a movimentação em todas as direções do espaço 3D incluindo movimentos de rotação.

Assim, pode-se dizer que a RV retrata a realidade física na qual o participante está em três dimensões, tempo real e a interação com o mundo (Von Scheweber, 1995).

Para se conseguir uma interação onde o usuário possa “tocar” os objetos que existem em um mundo virtual, fazendo com que eles retornem alguma ação de acordo com o que foi solicitado, o usuário dispõe do uso de dispositivos como capacetes de visualização e controle e luva de dados, denominadas *datagloves*. Com isso, tem-se a impressão de que se está em um mundo real explorando e manipulando os objetos utilizando as mãos. A vantagem é que o

usuário pode usar seu conhecimento intuitivo sobre o mundo físico no mundo virtual (Kirner, 1996).

Em RV, as imagens são atualizadas em tempo real de acordo com as modificações nela exercidas. Um aplicativo de RV necessita de estudos ligados à percepção sensorial (tato, temperatura, entre outros), *software*, *hardware*, interface com o usuário e fatores humanos (Bishop, 1992). O usuário necessita ter conhecimentos também em dispositivos de entrada e saída não convencionais, sistemas em paralelo distribuído e o *hardware* precisam ter um alto desempenho para suportar geometria tridimensional, simulação em tempo real entre outros (Kirner, 1996).

Para os dispositivos de saída, temos como exemplo os dispositivos visuais. Os dispositivos visuais e a qualidade das imagens geradas são fatores que influenciam a percepção do nível de imersão de um sistema de RV.

Existem dois tipos de sistemas visuais em RV, sendo monoscópicos ou estereoscópicos. No primeiro, uma única imagem é “renderizada” e exibida para os dois olhos do usuário. No segundo, cada olho observa uma imagem ligeiramente diferente que são “renderizadas” separadamente (Pimentel, 1995).

Na RV, os quadros, onde seu número por segundo é um fator importante para o resultado visual, são projetados entre 15 e 22 por segundo, onde no cinema há um aumento para 24 e para televisão por volta de 24 quadros por segundo (Jacobson, 1994).

Já os vídeos-cacetes (HMDs) e *head-coupled-displays* fazem parte da primeira classe de dispositivos virtuais. Estes utilizam braços mecânicos que ficam posicionados diante do usuário. A segunda classe é representada pelos sistemas de projeção e monitores de computadores. A diferença entre as duas classes seria que, a primeira possui sensores que detectam os movimentos do usuário e na segunda, este recurso não existe, ficando dependente de comandos fornecidos pelo usuário por outro dispositivo de entrada (*mouse*, teclado, entre outros).

1.2. Tipos de Sistemas de RV.

Alguns dos tipos de sistemas de RV desenvolvidos nas mais diversas áreas serão apresentados na lista a baixo, destacando-se tele-colaboração, tele-presença, RV de simulação, RV de projeção, Realidade Aumentada ou Realçada (*Augmented Reality*),

Displays visualmente acoplados (*Visually Copled Display*) e RV de Mesa, CAVE, entre outros.

1.2.1. Tele-colaboração.

Na Tele-Colaboração usuários remotos utilizam um ambiente virtual compartilhado para realizar uma tarefa em comum. Assim, permitem aos usuários a manipulação de objetos, podendo ter o sentimento de peso, por um dispositivo de *feedback* de força. No Mundo Virtual, as entidades contidas vão de um produto sendo manufaturado até mesmo um corpo humano (Araújo, 1996).

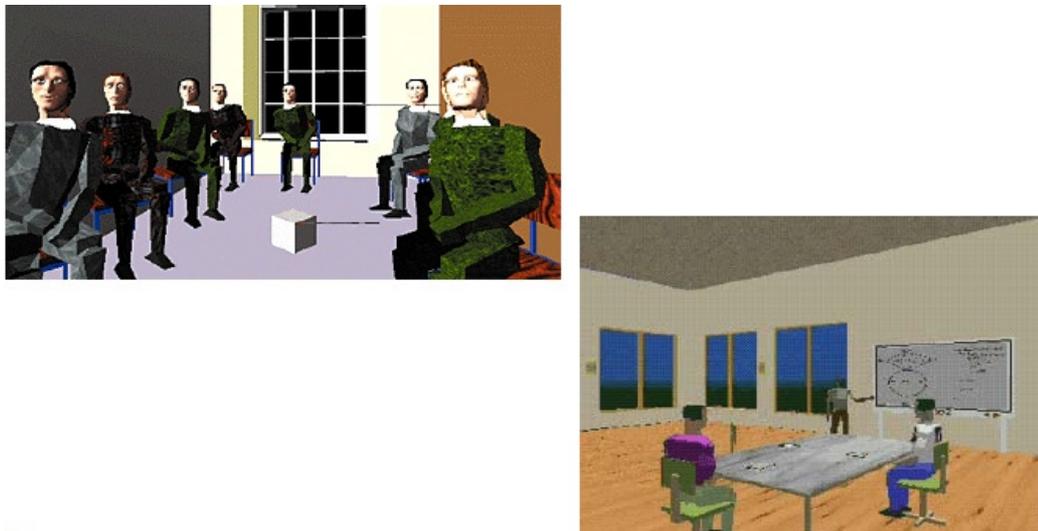


Figura 1.1: Tele-Colaboração [Alberto Puc Rio].

1.2.2. Tele-presença.

Conhecido também como tele-existência, este tipo de RV utiliza câmeras de vídeo e microfones remotos para envolver e projetar o usuário profundamente no mundo virtual. Controle de robôs e exploração planetária são exemplos de pesquisas em desenvolvimento. No entanto, existe um grande campo de pesquisa no uso de tele-presença em aplicações médicas. Em intervenções cirúrgicas médicos já utilizam câmeras de vídeo e cabos de fibra óptica para visualizar os corpos de seus pacientes. Através da RV eles podem literalmente “entrar” no paciente indo direto a ponto de interesse e/ou vistoriar a operação feita por outros (Pimentel, 1995).



Figura 1.2: Aparelho que pode ser usado em Tele-presença[Absolut Technologies, 2007].

1.2.3. RV de Simulação

O tipo mais antigo, a RV de Simulação teve início com simuladores de voo desenvolvidos pelos militares americanos após a Segunda Guerra Mundial. Sua função é imitar o interior de um ambiente, avião, carro, entre outros, colocando o usuário dentro de uma cabine de controles. Essas cabines são compostas de vídeo e monitores, onde o mundo virtual responde de acordo com as ações fornecidas pelo usuário. As imagens geradas dentro da cabine são processadas de forma rápida por não serem do tipo imagens estéreo. Para promover maior grau de realismo, a cabine de controle pode ser instalada em cima de uma plataforma móvel. A visão estéreo recebe este nome por precisar do uso de ambos os olhos. Assim como a audição estéreo requer ambos os ouvidos. Popularmente, a visão estéreo é denominada visão 3D, mas existem visões 3D que não são estéreo, portanto a nomenclatura correta é Visão Estéreo.

A Visão Estérea é uma das principais informações de profundidade na visão do ser humano (Jacobson, 1994).



Figura 1.3: Simulação de Voo..

1.2.4. RV de Projeção ou Realidade Artificial

Neste tipo o usuário não necessita usar nenhum outro tipo de dispositivos para a realização da entrada de dados. Mesmo o usuário estando fora do mundo virtual, ele pode se comunicar com os objetos que fazem parte do sistema. Para a representação do ambiente virtual, as imagens da RV de projeção são capturadas e projetadas em uma tela (Jacobson, 1994).



Figura 1.4: Cave da Universidade de Iowa/EUA [Absolut Technologies, 2007].

1.2.5. RV Aumentada ou Realçada

Realidade aumentada nada mais é que uma combinação da cena real vista por um usuário de uma cena virtual gerada pelo computador, que através de uma informação adicional, aumenta a cena. O objetivo final é conseguir criar um sistema onde o usuário não note se está no mundo real ou virtual sempre observando uma única cena real.

A RA é muito usada nas forças armadas em suas cabines, onde a informação atual é visualizada pelo piloto no pára-brisa da cabine ou em sua viseira, pelo capacete de vôo. Se o soldado estiver devidamente equipado, ao olhar o horizonte, por exemplo, este pode ver um helicóptero decolar acima da linha da árvore, ou então, no mundo real, a cena de um campo de batalha podia ser aumentada, enfatizando unidades inimigas escondidas (Albuquerque, 1999).



Figura 1.5: Realidade Aumentada, ferramenta ArToolKit [Diório, 2005].

1.2.6. Displays Visualmente acoplados

Este dispositivo consiste em um capacete com uma ou duas lentes, que preso à cabeça do usuário, recebe informações diretamente na frente de seus olhos, conseguindo assim, ampliar as imagens. Esse método é muito utilizado em jogos 3D interativos ou para visualizar imagens estereoscópicas. Como as imagens devem ser processadas de uma maneira rápida, serão necessários computadores com grande performance, o que torna o sistema com um custo elevado.

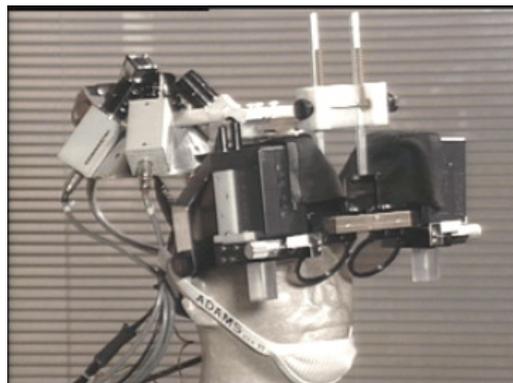


Figura 1.6: Display Visualmente Acoplado [Alberto Puc Rio,2005].

1.2.7. RV de Mesa

Através da utilização de grandes monitores ou algum tipo de sistema de projeção, ao invés de capacetes, a RV de Mesa faz a projeção de um mundo virtual. Com a utilização de óculos 3D, os usuários desse sistema podem ter a visualização de imagens 3D.

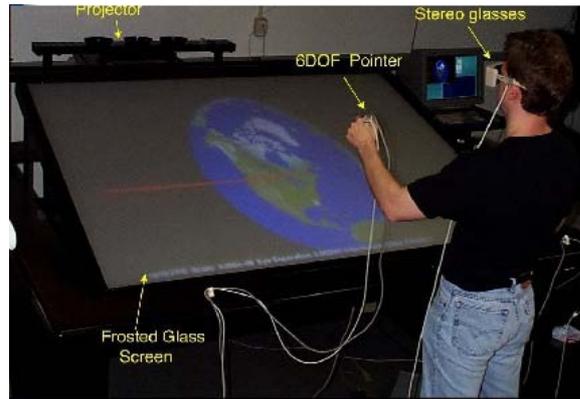


Figura 1.7: RV de Mesa [Robert,2004].

1.2.8. Caverna Digital (CAVE)

A CAVE é um recurso da Realidade Virtual imersiva projetada, composta de imagens projetadas em uma sala, utilizando o teto, paredes e o chão, onde cinco projetores ficam do lado de fora da CAVE, e o usuário participa do ambiente utilizando óculos para a visualização de imagens estereoscópicas.

No Brasil esta tecnologia é aplicada nas áreas da aeronáutica, automobilismo e na petrolífera (Cruz-Nogueira, 1992).

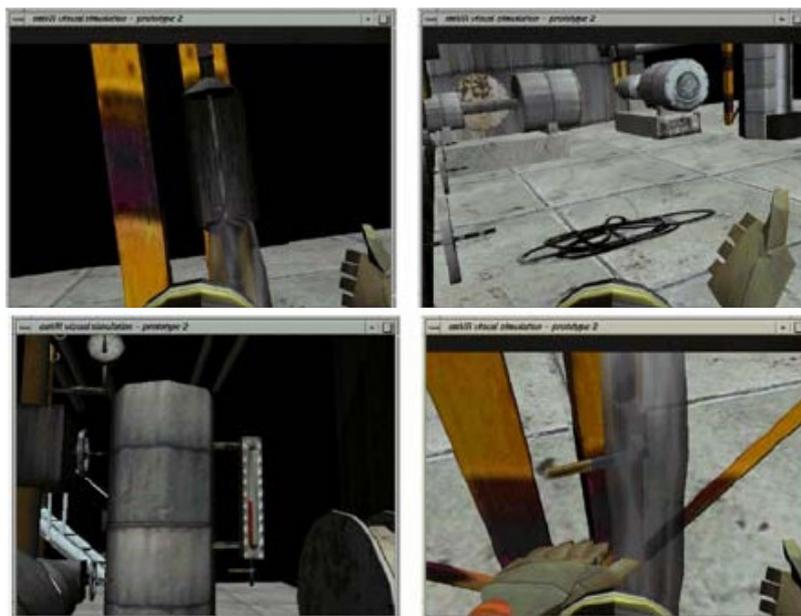


Figura 1.8: CAVE e seus respectivos projetores [Alberto Puc Rio, 2005].

1.2.9. Monitores e Sistemas de projeção, Dispositivos Hápticos e Dispositivos Auditivos.

Além de todos os tipos de RV já citadas e exemplificadas acima, existem três tipos que também devem ser mencionadas e explicadas.

Nos monitores e sistemas de projeção, o usuário necessita estar olhando para o monitor ou tela e utilizar um dispositivo de entrada para se ter controle sobre o mundo virtual. Utiliza-se um óculos, pois uma sensação tridimensional de profundidade é obtida das projeções de telas de duas visões distintas de um objeto separado por um pequeno ângulo, utilizando apenas um lado da visão (esquerda ou direita). Esses óculos têm a finalidade de filtrar as duplas de imagens geradas pelo computador. Um outro tipo de técnica é a utilização de filtros coloridos, onde as imagens de cada olho são exibidas em cores complementares como vermelho e azul ou então vermelho e verde. Essas imagens são observadas através de um óculos, onde possui a mesma correspondência de cores (filtros), permitindo cada olho ver sua respectiva imagem. A desvantagem dessa técnica é o cansaço ocasionado por esses óculos após um certo tempo de utilização (Vince, 1995) e a vantagem, é permitir que várias pessoas participem da experiência de RV e o custo ser inferior ao de um HMD (*Head-Mounted Display*).

Já nos dispositivos Hápticos (sentido de toque), as de sensações de tato, tensão muscular, temperatura, pressão e peso, permitem que o usuário interaja com o ambiente recebendo um *feedback* de força (Gradecki, 1995). Esse efeito é conseguido através de uma força oposta aplicada pelo usuário. Para que haja o desenvolvimento desse sistema, é necessária uma grande interação eletromecânica com o corpo humano, através da utilização de potentes sistemas de computadores e dispositivos de entrada e saída. Onde não existe informação visual é notada a utilização desse recurso, pois, uma forma de se implementar seria a construção de um exoesqueleto que se encaixaria no corpo humano.



Figura 1.9: Dispositivo Háptico [Absolut Technologies, 2007].

O último dispositivo a ser exemplificado seriam os Dispositivos Auditivos. Aqui, verifica-se que como os ouvidos humanos são capazes de 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 esse 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 um tempo real (Jacobson, 1994).

Através de placas juntamente com as ferramentas para a construção de mundos virtuais é produzido esse efeito. Ao se estabelecer a comunicação, a aplicação de síntese de Som 3D, emite um pacote com a identificação dos objetos que possuem informação sonora. Com isso, ao decorrer da sessão de simulação, o simulador envia a informação referente a cada um destes objetos, em cada ciclo de geração de imagem.

1.3. Requisitos necessários para um sistema de RV

Algumas características citadas a seguir devem estar presentes, não necessariamente de forma obrigatória, para que um sistema seja considerado um sistema de RV.

- Interface de alta qualidade: Devida à interface ser de mais alto nível entre o ser humano e a máquina, verifica-se a sua utilização, pois através dela, consegue-se a interação entre ambos e a simulação do mundo real.

- Imersão: Verifica-se uma necessidade em um sistema de RV, onde o usuário deve sentir-se dentro do mundo virtual, seja fisicamente ou através de uma representação qualquer (avatar, vídeo, simulação de cabine, entre outros).
- Uso da intuição/Envolvimento: Aqui o sistema deve explorar a intuição do usuário que está aparentemente envolvido pelo ambiente e, proporcionar assim novas formas de interação. Pode-se dar como exemplo, um projetista que tenha mais liberdade para implementar um sistema de simulação de um carro, onde existem, volante, marchas e pedais, assim sabe-se que o usuário já possui habilidade de dirigir um carro. Ao contrario 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 intuição faz com que o sistema de RV atue como uma transferência do mundo real, capturando assim, tudo que tenha proveito e 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.

2. ESTUDO DE FERRAMENTAS DE MODELAGEM, VISUALIZAÇÃO E SIMULAÇÃO EM AMBIENTE DE RV E ESTUDO DE FERRAMENTAS DE AUXÍLIO A PROCESSOS DE MANUFATURA.

Para a construção de um sistema de auxílio a processos de manufatura de baixo custo integrando a tecnologia da Realidade Virtual (RV) e Manufatura Auxiliada por Computador (*Computer Aided Manufaturin – CAM*), que permitam a criação de mundo virtuais que possam ser processados em equipamentos de pequeno porte, tais como PCs comerciais. Com o intuito de aplicar a metodologia proposta foi definido um estudo de caso que envolve a produção de cerâmica.

Para atingir o objetivo do projeto, foram propostas inicialmente as seguintes atividades: técnicas de modelagem, particionamento, visualização e navegação que possibilitem a geração de mundos virtuais com alto grau de realismo, com ferramentas e sistemas de baixo custo, o que torna essa tecnologia viável para pequenas e médias empresas a fim de utilizá-las em processos de manufatura.

2.1. O Sistema CAM

Capaz de determinar os comportamentos das máquinas, instruindo-as quanto ao modo de seu funcionamento seria a função da Manufatura Auxiliada. Através da aplicação da tecnologia CAM, algumas vantagens podem ser obtidas, como, melhoria da qualidade do produto, diminuição de variabilidade e de desperdício de material. O CAM além da geração, transmissão e controle da execução de programas de comando numérico aplicados à máquinas-ferramenta, robôs, sistema de manipulação de material, inspeção e teste, desenvolve as atividades de planejamento de processos e operação. O sistema CAM, por definição, engloba uma série de atividades, de certa forma independentes, pois possuem suas próprias tecnologias associadas, tais como: Computer Aided Process (CAPP); Computer Aided Production (CAP); Computer Aided Testing (CAT); Computer Aided Quality (CAQ).

Estas ferramentas são capazes de suportar e controlar 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 estar, de alguma forma modelado, analisando sempre à utilização em ambientes computacionais. Uma maneira seria através de sistemas de banco de dados como elemento de ligação entre as ferramentas, assim, neste modelo estariam representadas todas as informações necessárias durante o ciclo de vida

do produto. A variedade de atividades, diferentes, desenvolvidas num sistema de manufatura são inúmeras, com isso existem diversas propostas de modelos (UFMG, 2005).

Para se fornecer informações relacionadas ao gerenciamento e planejamento efetivo das atividades de produção, o computador é usado “off-line”. 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 melhores parâmetros como rotação da ferramenta ou da castanha de um torno, velocidade de um avanço da ferramenta, número de passes, entre outros. 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.

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 gerência.

Portanto, 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).

2.2. Ambientes Virtuais Colaborativos e Simulação

A Realidade Virtual não está associada com um ambiente conhecido como Ambiente Virtual (AV). Sistemas de ambiente virtual diferem dos sistemas de computadores centralizados onde, o tempo real de interação é simplificado dentro de muitas características, como por exemplo, 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.

A definição mais utilizada para AV é uma imagem virtual interativa, ressaltada por um processamento especial e por modalidades de *displays* não visuais, como por exemplo, um auditório onde os usuários teriam uma sensação real que estariam imersos em um espaço

sintético. O termo imersão refere-se ao fato de que o usuário se sente imerso no ambiente computacional, onde a tela que separa o usuário do computador parece ser invisível.

O termo Ambiente Virtual Colaborativo (AVC) enfatiza o uso das redes de comunicação globais para fontes de componentes virtuais, onde estende e inclui a definição de Manufatura Virtual. 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. Como parte dos planos de produção e procedimentos de treinamentos, os protótipos virtuais podem ser virtualmente reunidos, testados e inspecionados, servindo assim para uma análise de mercado, treino de vendedores e negociação com clientes, transmitidos instantaneamente do *site* via *link* de comunicação. A fim de facilitar e agilizar as modificações e / ou reciclagens necessárias, é utilizado o *feedback* (BANERJEE, 2001; ZETU, 2001).

A simulação de um AVC acontece a partir 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. Para um efeito tridimensional, é necessária uma imersão que forneça a sensação de profundidade de forma bastante real.

2.3. Técnicas para criação de imersão em um Mundo Virtual – Modelagem e Partição

Um dos objetivos desse trabalho é propor sistemas de RV de baixo custo, propiciando a sensação de realismo e imersão em equipamentos com capacidade limitada de processamento e encontrada em PC's comerciais através do desenvolvimento de técnicas de modelagem, simulação e visualização. Essas técnicas devem propiciar a generalização do uso de RV na implementação de sistemas de RV imersivos e não imersivos e serão testadas no estudo de caso proposto podendo ser potencialmente aplicáveis na construção de sistemas de RV para ambientes fabris (Diório, 2005).

Duas técnicas importantes devem ser citadas nesse trabalho: a Técnica de Modelagem e a Técnica de Partição.

Na Técnica de Modelagem, o ambiente virtual é modelado um a um, onde a composição dos diversos objetos gera o mundo virtual desejado. Alguns parâmetros devem ser seguidos para a realização da modelagem de cada objeto, como observar o 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.

A visualização realista de um objeto é afetada pela distância. 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 e onde existem longas distâncias, é possível manter o grau de realismo sem a necessidade de uma modelagem detalhada. Por isso, dois ou mais modelos do mesmo objeto são gerados, permitindo a manutenção de seu realismo independente das distâncias de visualização. Além disso, essa técnica também viabiliza a visualização global do mundo virtual mantendo o grau de realismo do conjunto.

Para a modelagem de objetos em PCs, aplica-se a utilização da menor quantidade de polígonos possíveis, porém, mantendo o realismo desejado. Um modelo que represente uma árvore, por exemplo, utilizando diversos níveis de detalhes, verifica-se que seus troncos, galhos e folhas necessitam de um número de polígonos proibitivo para PCs. Porém, com um número pequeno de polígonos, obtém-se um baixo grau de realismo (Diório, 2005).

Na Técnica de Partição, através de diferentes níveis de detalhes é possível a modelagem do mundo virtual, que influenciam na dimensão dos arquivos que representam esse mundo. Através de navegação em sensações de seqüência e naturalidade de visualização dos objetos, as características devem estar contidas em um mundo virtual. Essa naturalidade de navegação está diretamente relacionada com a capacidade de processamento e armazenamento do equipamento utilizado, sendo 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.

Entre as características do equipamento e a necessidade de número de partições do mundo virtual, há um compromisso para a obtenção de efeitos de visualização e realismo. Um equipamento com maior capacidade de processamento pode necessitar um menor número de partições, assim, uma capacidade limitada de processamento pode acarretar um maior número de partições.

A partir da utilização de técnicas que possibilitam, mesmo com o mundo particionado, a manutenção da sensação de navegação natural entre as diversas partições, será implementada no mundo virtual. 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.

Imagina-se um mundo virtual dividido em nove partições, como mostrado na Figura 2.1. Um “avatar” posicionado na partição P5 com liberdade total de navegação, ele pode caminhar para qualquer uma das demais partições. Esse grau de liberdade requer processamento de alto desempenho.

Considerando um “avatar”, posicionado na partição P7, capaz de movimentar-se nas direções esquerda, direita, acima e abaixo, pode caminhar apenas para as partições adjacentes (P2, P3, P5, P8, P9 e P5). 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 2.1).



Figura 2.1: Exemplo de Partição.

O mundo virtual a ser criado de acordo com as características intrínsecas aos processos contidos no estudo de caso e às restrições de um ambiente de PC, serão particionados 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, podendo ser impossível visualizar, em uma única partição, o mundo virtual nos equipamentos disponíveis no projeto. Sendo assim, para diminuir ao máximo o número de partições, serão adotados alguns critérios como, a definição de trajetórias pré-determinadas, com baixo grau de liberdade de navegação, e geração de poucas partições com prováveis sub-partições; portanto, 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, 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, poderão ser anexados ao mundo gerado (Raposo, 2004).

Utilizando essa técnica evita-se o tratamento de colisão e otimizaremos a migração entre as partições, realizando com pouco grau de liberdade para o usuário a navegação pelas partições do mundo virtual (Raposo, 2004).

Portanto, 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).

2.4. Ferramentas da Geração do Mundo Virtual

As modelagens dos objetos foram feitas a partir da linguagem VRML (Virtual Reality Modelating Language), ou Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual, isso porque este tipo de modelagem permite descrever, através de elementos geométricos, ambientes computacionais (mundos) 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 será necessária a utilização de 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 que foram utilizadas na criação do Mundo Virtual:

- Bloco de notas – Para a criação e edição de um Mundo Virtual, pode-se utilizar esse editor de texto, onde é possível a digitação dos códigos e acesso a todas as características de VRML, além de 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. Nesse caso, os arquivos devem ser salvos com a extensão wrl.

- Cosmo Worlds – Software de modelagem utilizado. Foi escolhido por haver algum conhecimento no manuseio e por possuir fácil interface para se desenhar formas complexas.

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

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

2.5. Ferramentas para a Criação do Sistema Administrativo

O Sistema Administrativo foi desenvolvido através da Linguagem de Programação C++ com o auxílio da Ferramenta Borland C++ Builder 6 e com o Sistema Gerenciador de Banco de Dados também fabricado pela Borland que seria o Interbase, a versão que utilizaremos desta ferramenta é domínio público, ela possui um bom desempenho rodando em diversos Sistemas Operacionais como Windows, Unix e Linux entre outros. Optamos por estas Ferramentas pelo domínio e experiência anteriores com as mesmas, assim economizaremos tempo para o desenvolvimento e elaboração do ambiente virtual e do próprio sistema administrativo.

3. ESTUDO DE CASO

Com estudo de caso e aplicação dos conceitos de Realidade Virtual em ambientes de manufatura, foi escolhido o Sistema de Produção de Cerâmica, por termos acesso à fábrica Cerâmica City, com a ajuda do aluno Marco Antonio Loureiro Júnior, aluno do segundo ano de BCC do Univem, e também pelo fato de acharmos viável a implementação do projeto nesta área, o sistema poderá administrar a fábrica analisando o processo de produção, e estudando as necessidades da mesma. Todas as informações e detalhes sobre o estudo de caso se encontram no anexo A, suas informações foram de grande importância para a implementação de um sistema administrativo eficiente.

3.1. Levantamento de requisitos

Com dados fornecidos pela Cerâmica City, foi possível obter um levantamento de requisitos para o sistema de produção de cerâmica. Estes dados foram estudados para o desenvolvimento do Sistema Administrativo, e também para a modelagem das máquinas e objetos mais importantes utilizadas pela fábrica.

A entrada se dá com alguns tipos de matérias primas, como:

- **Argila:** No caso da Cerâmica City são usados três tipos, com as proporções de 40%, 40% e 20%.
- **Cavaco:** Resíduos de madeira, que são usados no forno, para gerar calor e assim efetuar o cozimento das peças, o calor do forno também é aproveitado para a secagem das peças.
- **Água:** Utilizado em algumas máquinas, para efetuar a mistura e o umedecimento da massa de argila, para efetuar a modelagem da peça.
- **Energia Elétrica:** Todas as máquinas utilizam energia elétrica, havendo um grande consumo, a Cerâmica City precisa parar todas os dias em horários de pico a sua produção, pois caso contrário, a distribuição de energia da região é cortada.

De acordo com o tópico 3.2, poderá ser vista a Descrição da produção das peças, e a explicação das principais máquinas.

O estudo para a obtenção da argila é extremamente importante, pois a argila precisará ficar estocada durante o período de um ano, caso a fábrica não adquira a quantidade certa ela poderá sofrer com a falta da principal matéria prima, que seria a argila.

No caso da Cerâmica City, umas das maiores do Brasil, são fabricadas diversos tipos de cerâmicas, como diversos tipos de blocos, canaletas, entre outros. Em um dia de produção, são fabricadas umas grandes quantidades de blocos destinadas para a venda, podendo mudar de acordo com o seu estoque, pelo fato do produto não poder ficar estocado por muito tempo, havendo perdas do produto. Caso o pedido do consumidor não tenha no estoque, ele poderá fazer uma encomenda, assim a fábrica terá tempo para a produção desejada.

3.2. Descrição do Sistema de Produção de Cerâmica

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 cerâmica, as entradas do sistema são formadas por: argila, água, Energia e Cavaco e a saída do sistema é formada por clientes (pessoas físicas e jurídicas) conforme a figura 3.1.

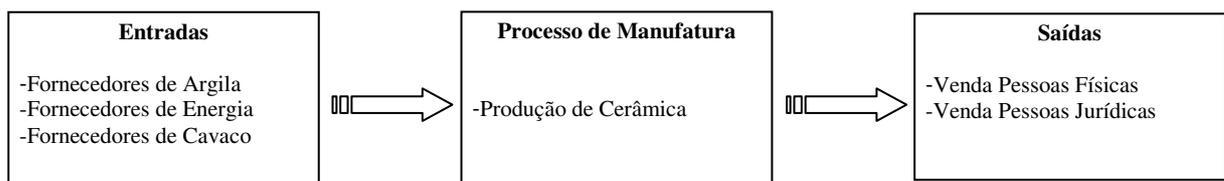


Figura 3.1: Diagrama de fluxo do processo de manufatura de cerâmicas.

3.3. Detalhando o Processo de Produção de Cerâmica

No detalhamento do Processo de Produção de Cerâmica será tomada como base uma empresa de grande porte, a Empresa Cerâmica City. Veja na figura 3.2 o Diagrama Detalhado do Processo de Manufatura. Para maiores detalhes ver Anexo A.

O objetivo principal da visita foi realizar a primeira fase do projeto que é o levantamento de requisitos para a implementação do sistema escolhido.

Para o detalhamento foram colocadas breves descrições e fotos da fábrica Cerâmica City, e fotos de máquinas usadas na produção de cerâmica. Algumas imagens seguem com a modelagem em VRML elaboradas para o projeto, mais adiante no item “4.1 Geração do Mundo Virtual” iremos ver a análise e como foram feitas as modelagens.

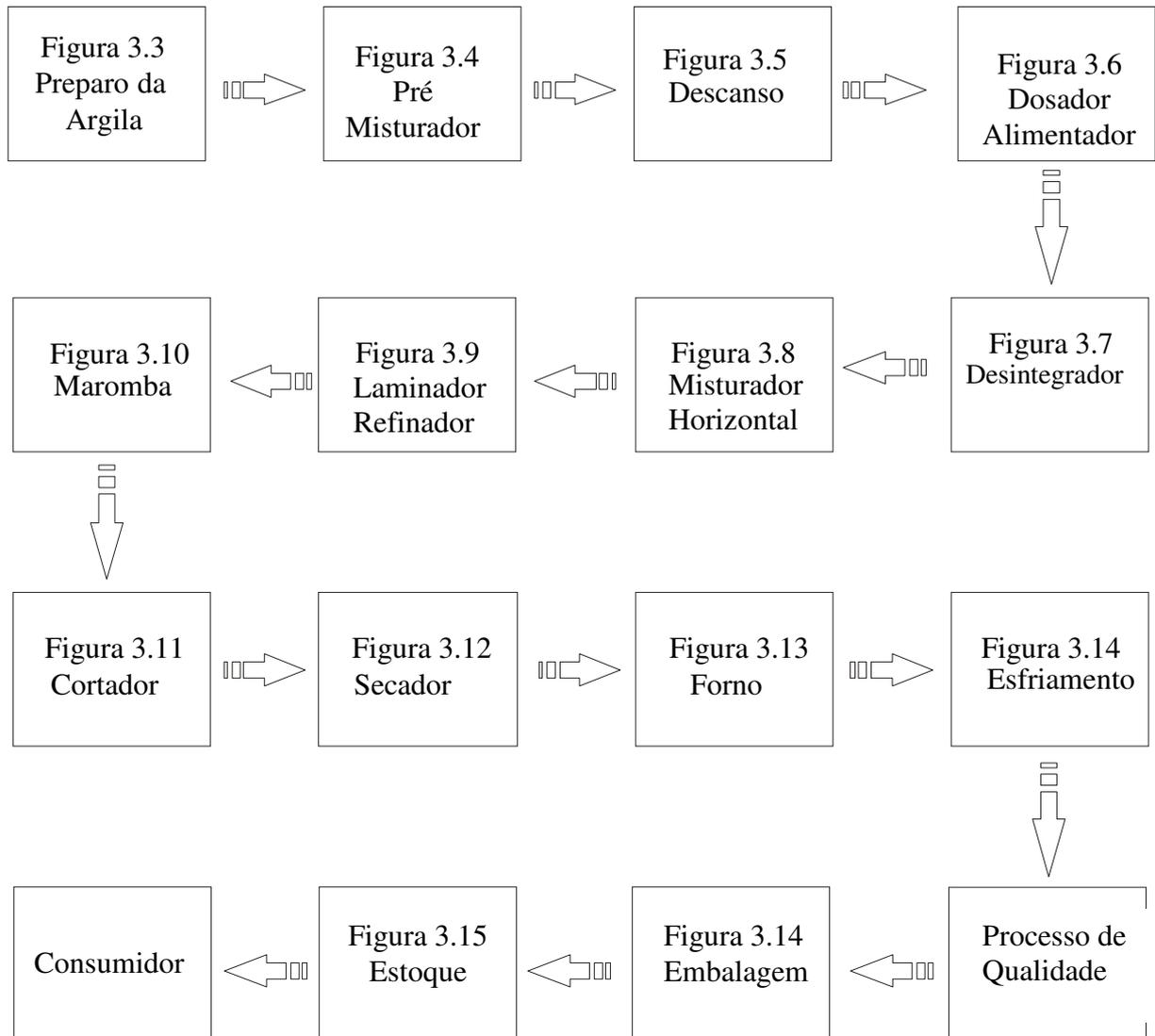


Figura 3.2: Diagrama Detalhado de fluxo do processo de manufatura de cerâmicas.

O início se dá com a argila que é retirada da natureza de acordo com as normas estabelecidas, para não afetar o meio ambiente. A argila é então deixada em repouso aproximadamente doze meses (*Figura 3.3*).



Figura 3.3: Preparo da argila.

Após este período a argila é levada em uma máquina pré-misturada (Figura 3.4), após isto a argila ficará mantida em descanso em um galpão fechado com temperatura e umidade apropriada (Figura 3.5), periodicamente é borrifada água através de tubulações no teto do galpão, para que ela mantenha uma certa umidade.

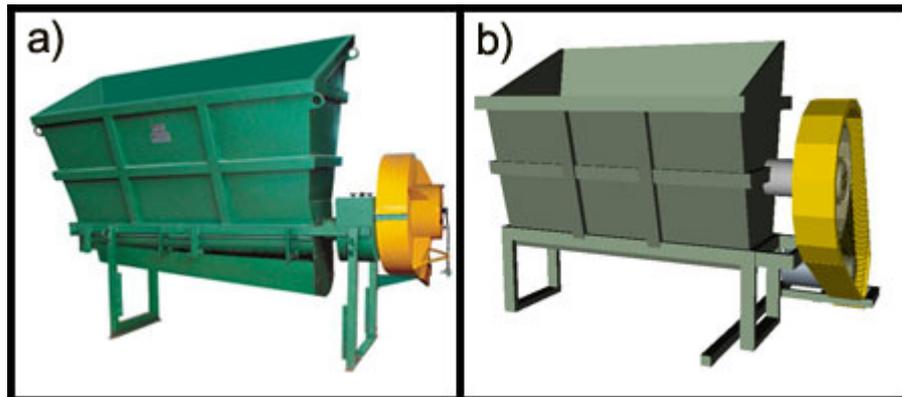


Figura 3.4: Pré-Misturadora: a) Foto Real e b) Modelagem.

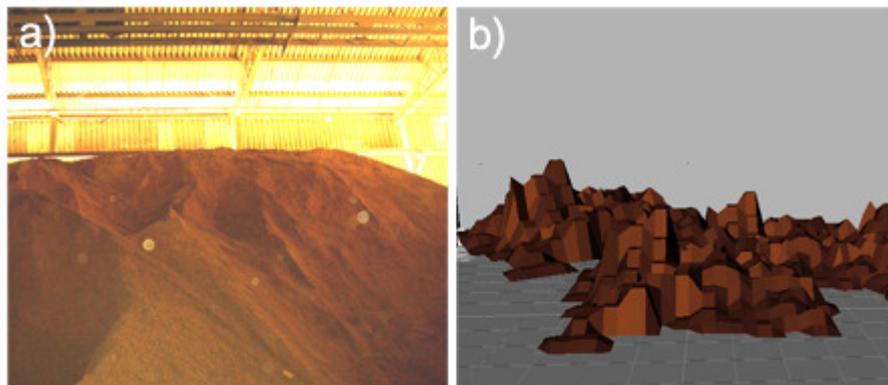


Figura 3.5: Descanso: a) Foto Real e b) Modelagem

Já com a argila descansada ela será levada para uma máquina denominada Dosador Alimentador (Figura 3.6), descarregada a argila em sua esteira ela será conduzida para a saída, nela terá hastes de corte duplo que auxiliarão a passagem da argila cortando seus torrões, esta máquina tem como objetivo tirar objetos metálicos através de imãs, para evitar problemas futuros na fabricação dos produtos e dosar em quantidades uniformes a alimentação da argila para as máquinas seguintes.

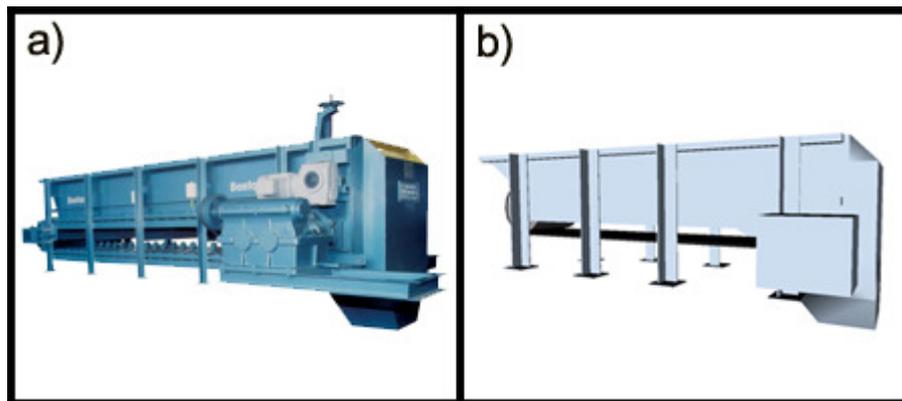


Figura 3.6: Dosador Alimentador: a) Foto Real e b) Modelagem.

Após o Dosador Alimentador a argila será levada através de esteiras para ser processada na Máquina Desintegradora (Figura 3.7). Esta máquina tem como finalidade quebrar torrões de argila em tamanhos uniformes através de um cilindro com lâminas, para que assim facilite o trabalho das demais máquinas.

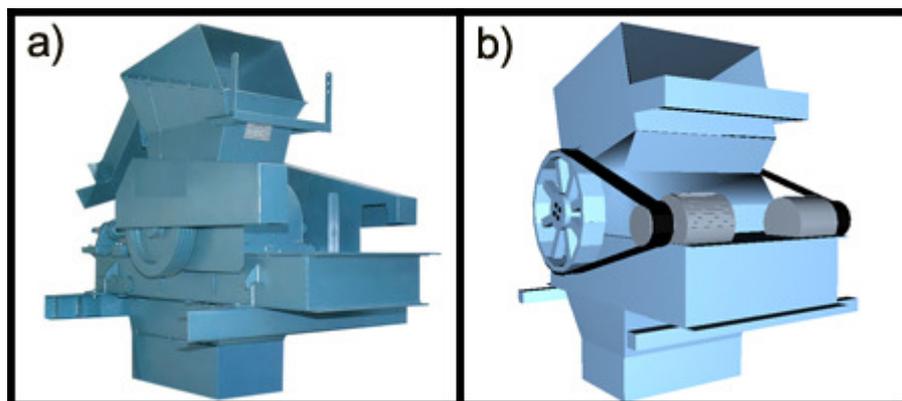


Figura 3.7: Desintegradora: a) Foto Real e b) Modelagem.

Por meio de esteiras a argila será conduzida da máquina Desintegradora para o Misturador Horizontal (Figura 3.8). A sua principal função será de misturar eficientemente os tipos de argilas para que tenha uma maior homogeneização e também promovendo um umedecimento em seu preparo.

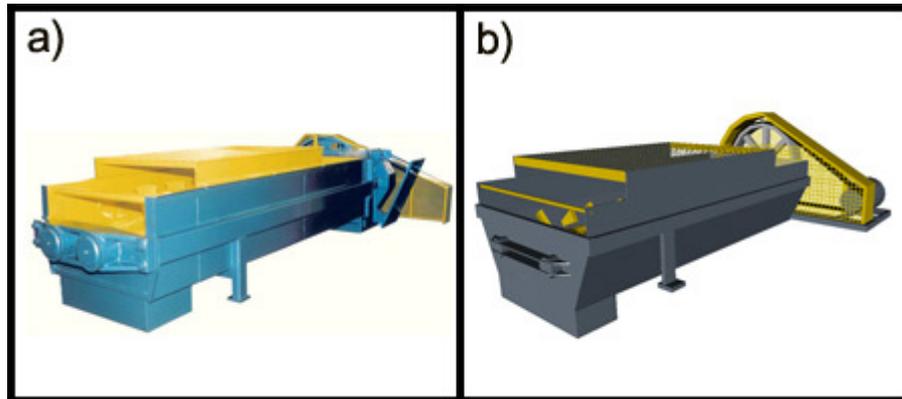


Figura 3.8: Misturador Horizontal: a) Foto Real e b) Modelagem.

Agora devidamente misturada e umedecida a argila passa para um importante processo que será na Máquina Laminadora Refinadora (Figura 3.9), ela complementa o processo do Misturador Horizontal triturando a argila. Todos os pedriscos, grãos de pedras calcárias e outros materiais semelhantes são fracionados, laminados e misturados à massa cerâmica, completando a homogeneização da argila e assim proporcionando produtos com melhor acabamento.

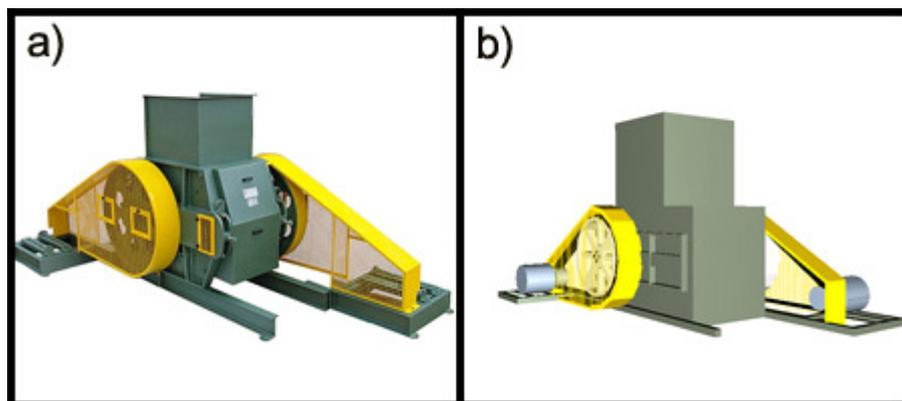


Figura 3.9: Laminador Misturador: a) Foto Real e b) Modelagem.

Com a argila preparada, ela será enviada para a Maromba a Vácuo (Figura 3.10), nela a argila será comprimida para que seja tirado o ar da mistura, em seguida passará por um tubo com um molde que poderá ser trocado conforme o modelo do bloco, nele será dada à forma desejada para o bloco.

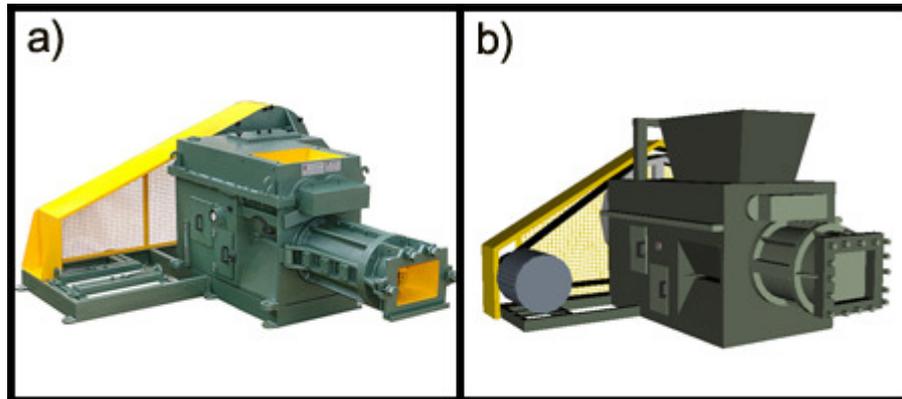


Figura 3.10: Maromba a Vácuo: a) Foto Real e b) Modelagem.

Feito a modelagem da argila, após a saída da Maromba a Vácuo ela irá para o cortador Automático, esta máquina possui arames esticados que efetuam o corte. O Corte se processa no sentido vertical, alternadamente de cima para baixo e de baixo para cima.

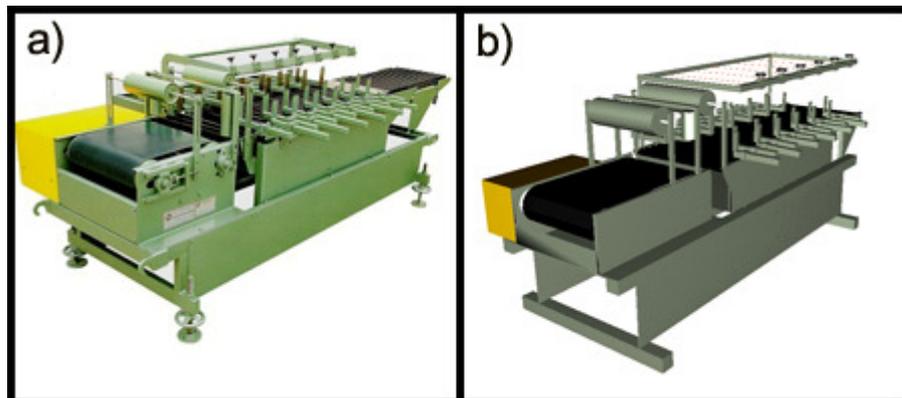


Figura 3.11: Cortador Automático: a) Foto Real e b) Modelagem.

Após as peças já moldadas e cortadas será então enviadas para uma estrutura que tem como finalidade secá-las (Figura 3.12) através do calor do forno, os blocos são mantidos dentro do secador em uma temperatura controlada, aproximadamente por vinte e quatro horas dependendo das condições do clima, ambiente e estado do material.

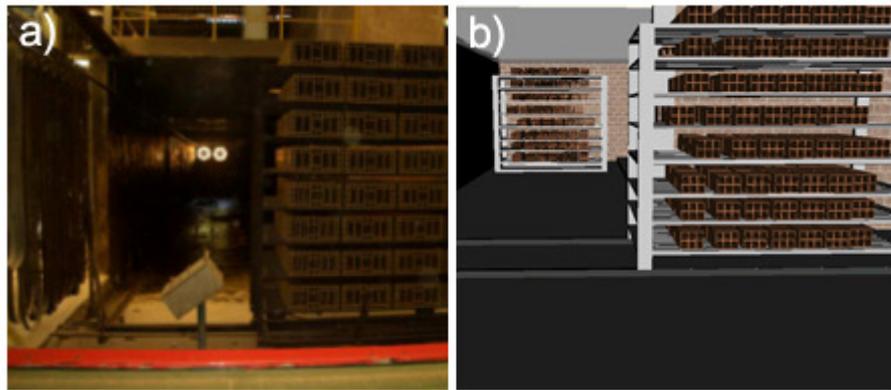


Figura 3.12: Entrada do Secador: a) Foto Real e b) Modelagem.

No forno (Figura 3.13) é usado resíduo de madeira, ou seja, cavaco, fazendo uma queima ecologicamente correta e economizando outros combustíveis, o funcionamento do forno é contínuo, ele fica em funcionamento durante vinte e quatro horas por dia, para evitar a perda de tempo no aquecimento, não haver o desperdício de cavaco e para atender a demanda de pedidos. As peças são colocadas no forno através de trilhos, ficando lá cerca de quinze horas, após o término do cozimento as peças saem e em seguida já entra outra remessa.

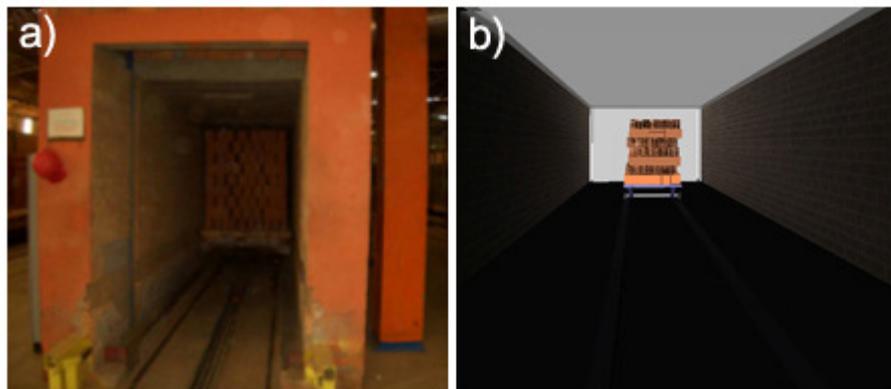


Figura 3.13: Entrada do Forno: a) Foto Real e b) Modelagem.

Após as peças cozidas e esfriadas, elas passam para um processo de qualidade e serão selecionados para venda, sendo embalados e enviados para os clientes, podendo ser pessoas físicas ou jurídicas. A Empresa trabalha com estoques (Figura 3.15) ou encomendas, dependendo da variação do mercado.

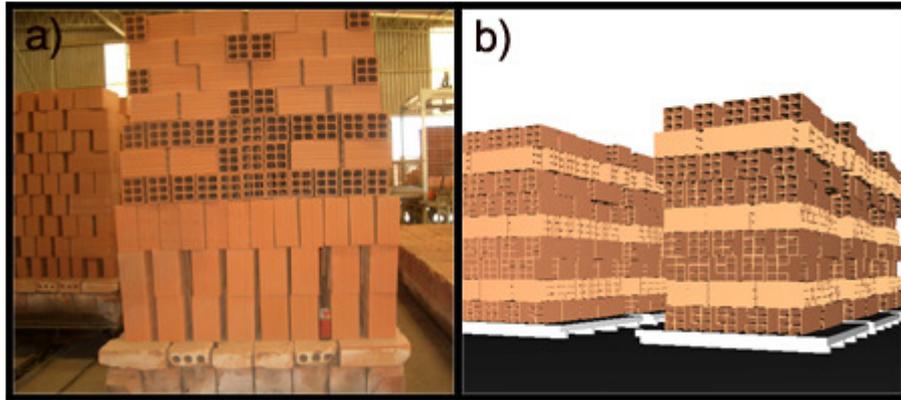


Figura 3.14: Peças sendo Esfriadas: a) Foto Real e b) Modelagem.



Figura 3.15: Peças sendo Embaladas.



Figura 3.16: Local de Estoque.

4. FASE DE ANÁLISE DO PROJETO

Este projeto vai ajudar no auxílio de treinamentos para os funcionários, assim, não havendo perdas ou danos em máquinas reais ou em matéria prima, ou até mesmo para a sua segurança. O funcionário poderá visualizar como a fábrica e suas respectivas máquinas funcionam.

Para a geração de produtos finais em Ambientes Virtuais como diversos tipos de blocos, telhas e outros, o consumidor final também seria afetado, pois ele teria melhor visualização do produto em 3D e assim podendo optar pela melhor escolha.

Um fator importante também na criação de um sistema de gerenciamento administrativo que faz a integração de um mundo virtual com o banco de dados será a administração ou estudos seguros de novos investimentos, permitindo assim que o administrador ou pessoa responsável analise a fábrica em ambiente virtual para que posteriormente este novo investimento seja concretizado.

4.1. Geração do Mundo Virtual

Para a geração do Mundo Virtual foram estudadas intensamente as máquinas e acessórios, sendo analisadas e geradas individualmente, estudando suas dimensões e funcionamento, podendo assim gerar ambientes mais realísticos e funcionais para o usuário. Para a criação do Mundo Virtual foram usadas as ferramentas Cosmo Worlds e o Bloco de Notas, para uma melhor descrição ver o item “2.4 Ferramentas da Geração do Mundo Virtual”, criado todos os objetos desejados iniciamos a modelagem da fábrica usando os nós Inline e Anchor, que são comandos em VRML, utilizamos o nó Inline (Figura 4.1) para inserir as máquinas e objetos já desenvolvidos para o ambiente da fábrica, facilitando assim a sua montagem, também utilizado o nó Anchor, para que o usuário ao clicar em determinado objeto poderá visualizá-lo individualmente e com mais clareza e detalhes.

```
Transform {  
  children Inline {  
    url "vrm1_blocos/blocos_diversos_115_140_240.wrl"  
  }  
}
```

Figura 4.1: Exemplo de um nó Inline.

Utilizando formas primitivas como o cubo, podemos criar um bloco de seis furos ou até mesmo outros objetos mais complexos. Veja Exemplo na figura 4.2.

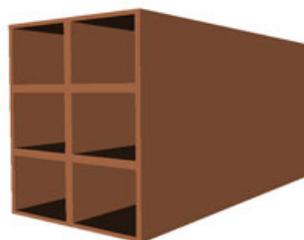


Figura 4.2: Exemplo de um Bloco em vrml.

Agora com a utilização do nó *Inline* citado a cima podemos criar um suporte com vários blocos, apenas alterando sua translação.



Figura 4.3: Exemplo de utilização do nó Inline.

Para que a visualização da fábrica no Mundo Virtual não ficasse carregada demais, foram utilizadas formas simples juntamente com o nó *anchor*, ao clicar nestes objetos o usuário visualizará individualmente o objeto clicado, assim podendo ver ele com mais clareza e detalhes.

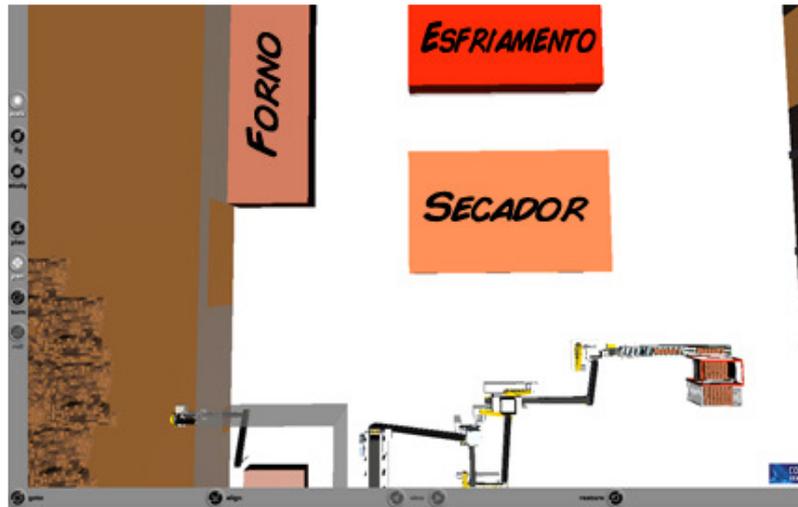


Figura 4.4: Visão Aérea da Fábrica.

Na Figura 4.4 é exibida a vista aérea da fábrica. O Forno, Secador e a parte de Esfriamento da fábrica é substituído por retângulos, como citado à cima, ao clicar no retângulo “Secador” será mostrada sua forma mais detalhada (Figura 4.5).

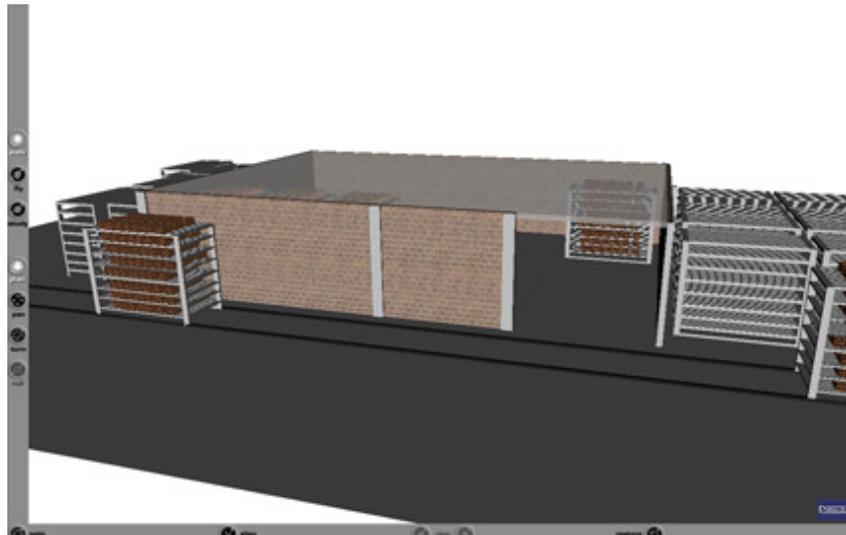


Figura 4.5: Secador.

Em algumas peças foram utilizadas formas semi-transparentes, para que a visualização ficasse melhor, um exemplo seria o teto do Secado (Figura 4.5).

4.2. Sistema Administrativo

Com as visitas nas cerâmicas realizadas, conseguimos diversas informações para que o Sistema Administrativo desenvolvido pudesse ser de uma grande ajuda para a fábrica. Assim sendo coletadas várias informações e opiniões de pessoas ligadas às fábricas, conseguimos projetar um Sistema Administrativo bem eficiente e de interface amigável para o usuário.

O Sistema Administrativo foi desenvolvido na linguagem C++, denominado CerâmicaSys, é um sistema com uma interface amigável muito simples de se entender e usar.

Para a geração do banco de dados foi utilizada a ferramenta Interbase, segue na figura 4.6 o diagrama do banco de dados.

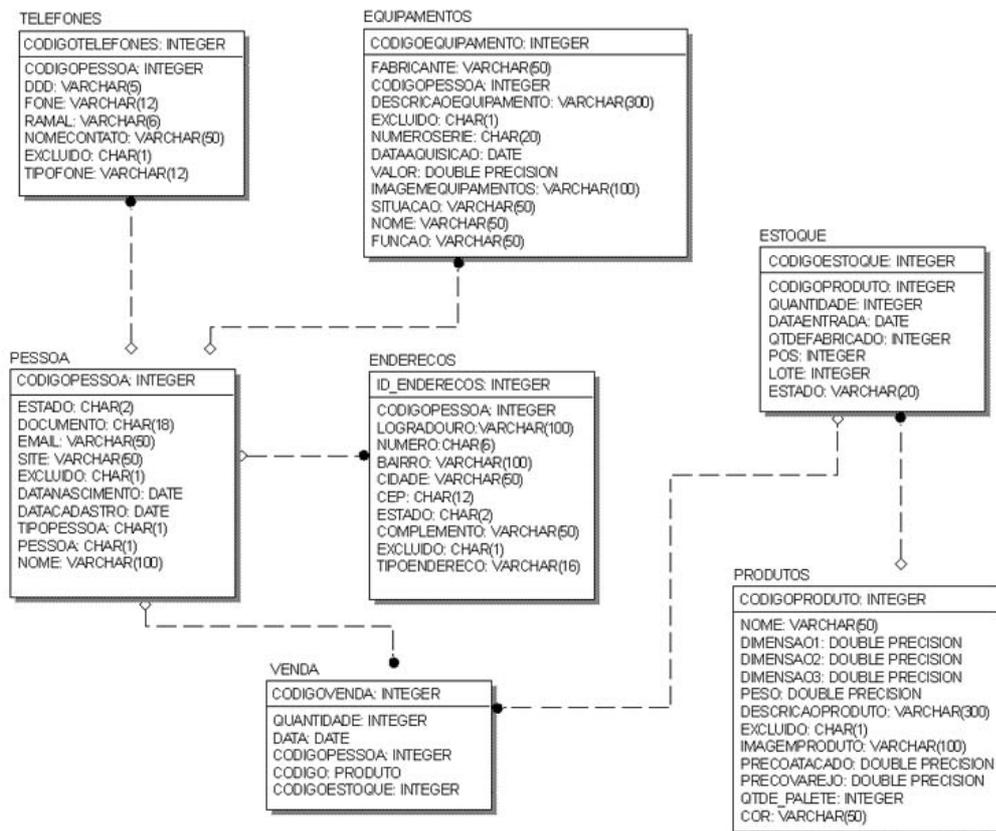


Figura 4.6: Diagrama do Banco de Dados

O CerâmicaSys disponibiliza ao usuário o cadastro de Fornecedores, Funcionários, Clientes, Matérias Primas, Equipamentos, Produtos, Estoque, Compras e Vendas, além de emitir relatórios diversos.



Figura 4.7: Tela Inicial do CerâmicaSys .

- **Cadastro de Clientes:**

Ao clicar no botão “Clientes”, o sistema irá verificar se há algum cliente cadastrado, caso não tenha, ele automaticamente irá abrir a tela de cadastro, mas caso tenha ele irá abrir a tela de seleção de Clientes.

A imagem mostra a tela de cadastro de um cliente no sistema. O formulário contém os seguintes campos: 'Código:' com o valor '000243', 'Nome:' com 'MARIA', 'Estado:' com 'SF' e 'Documento:' com '323323222', 'E-mail:' com 'maria@maria.com.br', 'Site:' com 'www.maria.com.br' e 'Data Nascimento:' com '01/02/1980'. Há também duas opções de radio button: 'Física' (selecionada) e 'Jurídica'. Na base da tela, há dois botões: 'Gravar' e 'Fechar'.

Figura 4 8: Tela de Cadastro de Clientes.

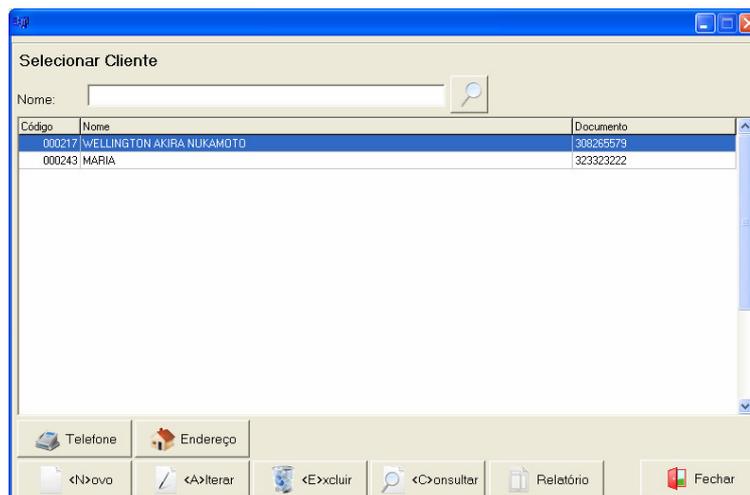


Figura 4.9: Tela de Seleção de Clientes.

- Na tela de Seleção de Clientes, na parte superior encontra-se a área de busca, basta digitar o nome a ser buscado no campo Nome e clicar no botão ao lado. No meio da tela se encontra o grid, onde o usuário irá visualizar e selecionar os clientes. Na parte inferior encontram-se os botões: Telefone, Endereço, Novo, Alterar, Excluir, Consultar, Relatório e Fechar.
- Telefone: Faz a visualização e/ou cadastro do Telefone Residencial, Comercial, Celular e/ou FAX do cliente selecionado no grid, podendo ser cadastrado quantos telefones forem necessário.
- Endereço: Faz a visualização e/ou cadastro do Endereço Residencial, Comercial e/ou da Correspondência do cliente selecionado no grid, podendo ser cadastrado quantos endereços forem necessário.
- Novo: Efetua o Cadastro de um novo Cliente.
- Alterar: Altera o cadastro de um Cliente selecionado no Grid.
- Excluir: Exclui o Cliente selecionado no Grid.
- Consultar: Consulta o Cliente selecionado no Grid, não podendo ser alterado.
- Relatório: exibe todos os clientes listados no Grid com opção de impressão.

Para os botões Fornecedores e Funcionários da tela principal, foi utilizados as mesmas funcionalidades do Cliente.

- **Cadastro de Equipamentos:**

Ao clicar no botão “Equipamentos”, o sistema irá verificar se há algum Equipamento cadastrado, caso não tenha, ele automaticamente irá abrir a tela de cadastro, mas caso tenha ele irá abrir o selecionar equipamentos.

Alterar Equipamento

Código: 000033

Nome: MAROMBA

Data da Aquisição: 01/02/2006 N. Série: 1212

Fabricante: FABRICANTE

Função: MODELAR A MASSA

Empresa: 266 Edit

Valor R\$: 20000,00

Situação: NOVO

Descrição:

Imagem: C:\CERAMICASYS\VRML_EQ\MAROMBA_A_VACUO.WRL

Procurar

Gravar Fechar

Figura 4.10: Tela de Cadastro de Equipamentos.

No campo Empresa da tela de Cadastrar Equipamentos, há dois campos, um para o código e outro para o nome do fornecedor e um botão “buscar”, que serve para buscar a Empresa cadastrada que está sendo Fornecedora do Equipamento. Caso o sistema não tenha cadastro da empresa fornecedora, o usuário será obrigado a cadastrar a empresa antes de efetuar o cadastro do Equipamento.

O botão “Procurar” tem a função de obter o caminho do arquivo com extensão “wrl”, e disponibilizá-lo ao banco de dados, e como consequência o banco de dados irá exibir o arquivo na tela de seleção.

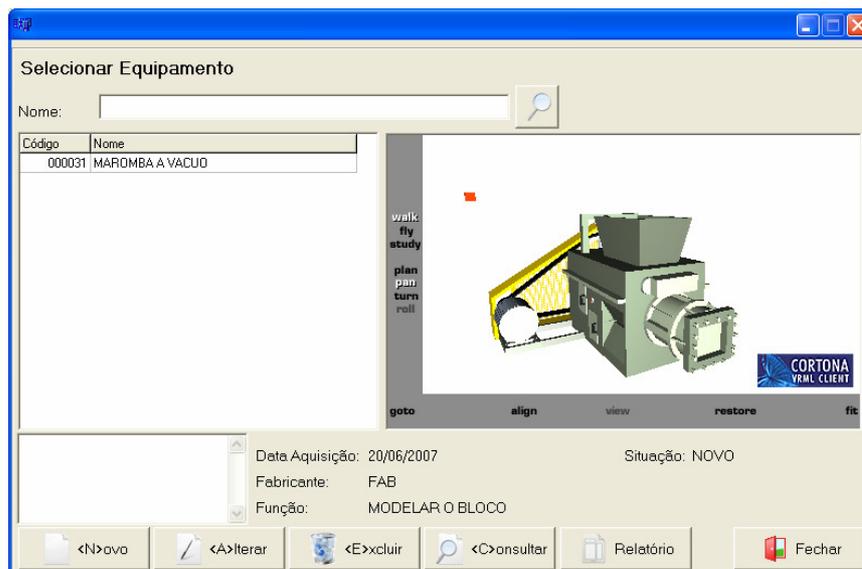


Figura 4.11: Tela de Seleção de Equipamentos.

- Na tela de Seleção de Equipamentos, na parte superior encontra-se a área de busca, basta digitar o nome a ser buscado no campo Nome e clicar no botão ao lado. No meio da tela encontra-se o grid e a visualização do Equipamento. Na parte inferior encontram-se os botões: Novo, Alterar, Excluir, Consultar, Relatório e Fechar.
- Novo: Efetua o Cadastro de um novo Equipamento.
- Alterar: Altera o cadastro de um Equipamento selecionado no Grid.
- Excluir: Exclui o Equipamento selecionado no Grid.
- Consultar: Consulta o Equipamento selecionado no Grid, não podendo ser alterado.
- Relatório: exibe todos os equipamentos listados no Grid com opção de impressão.

Para o botão Produtos da tela principal, foram utilizadas as mesmas funcionalidades dos Equipamentos.

4.3. Integração do Mundo Virtual com Banco de Dados

No Sistema Administrativo houve dificuldades para a ligação do Mundo Virtual com o Banco de Dados, devido a dificuldade de comunicação do script VRML com outras linguagens, nesta ligação teríamos a possibilidade de visualizar seu estoque armazenado no Banco de Dados em Ambiente Virtual. Podendo assim facilitar para o usuário do sistema sua visualização e obtendo fácil interpretação do estoque. Porém foram feitas simulações do estoque utilizando uma imagem bidimensional.

Neste caso com a imagem bidimensional, não seria tão simples a visualização do estoque quanto a uma Imagem Virtual, alguns dos problemas de visualização seria quando um

lote estivesse em cima de outro, em um Ambiente Virtual seria simples a sua visualização, mas para um ambiente bidimensional não seria tão simples assim.

Como dito anteriormente o resultado esperado seria a comunicação do Mundo Virtual com o Banco de Dados, assim estamos realizando esforços para que esta integração seja concluída com sucesso.

	1	2	3	4	5	6
A	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712	BLOCO SIMPLES Qtde.: 100 Lote: 200712	CANALETAS Qtde.: 200 Lote: 200705	BLOCO EST Qtde.: 200 Lote: 200788	SECCIONADO Qtde.: 200 Lote: 200722	
B	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712		CANALETAS Qtde.: 200 Lote: 200705	BLOCO EST Qtde.: 200 Lote: 200788	SECCIONADO Qtde.: 200 Lote: 200722	
C	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712		CANALETAS Qtde.: 200 Lote: 200705	BLOCO EST Qtde.: 200 Lote: 200788	SECCIONADO Qtde.: 200 Lote: 200722	
D	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712		CANALETAS Qtde.: 200 Lote: 200705	BLOCO EST Qtde.: 200 Lote: 200788	SECCIONADO Qtde.: 100 Lote: 200722	
E	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712			BLOCO EST Qtde.: 200 Lote: 200788		
F	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712			BLOCO EST Qtde.: 150 Lote: 200788		
G	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712					
H	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712					
I	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712					
J	BLOCO SIMPLES Qtde.: 200 Lote: 200712					

Largura: 14 cm
 Altura: 20 cm
 Profundidade: 30 cm
 Peso: Kg

Simular Vender
 Reservar Fechar

Figura 4.12: Simulação de Estoque realizado.

CONCLUSÕES

O projeto propôs a integração da tecnologia da Realidade Virtual e o com o Sistema Administrativo para gerar um sistema de baixo custo que auxilie o Processo de Manufatura de Cerâmica.

Ao iniciar o projeto foi feito o levantamento bibliográfico e o estudo de técnicas de modelagem, visualização e simulação de ambientes virtuais capazes de serem rodados em PCs comerciais, que tenham capacidade de processamento limitadas. Após este período foram efetuadas duas visitas técnicas em fábricas de cerâmicas, uma localizada em Tatuí-SP (para maiores Detalhes ver Anexo A) e outra na cidade de Tupã-SP.

Através do levantamento de requisitos realizado com as informações obtidas nessas visitas foi gerado um mundo virtual contendo os principais equipamentos utilizados em uma fábrica de cerâmica. Além disso, o levantamento de requisitos também viabilizou a construção de um bando de dados que possibilitou gerar a ferramenta denominada Sistema Administrativo Automatizado.

Para a modelagem dos equipamentos foram utilizadas as ferramentas Cosmo Worlds e Bloco de Notas, para a visualização foi utilizado o plugin Cortona, no capítulo 2.4 está sendo explicado com mais clareza suas funcionalidades.

Para gerar o Sistema Administrativo foi utilizado o Software Borland C++ Builder, e para o Banco de Dados do Sistema Administrativo foi utilizado o Interbase que seria um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados), que utiliza a linguagem SQL.

As etapas realizadas com sucesso foram, a criação do Mundo Virtual, suas máquinas, equipamentos, o desenvolvimento do Banco de Dados, a criação de um Sistema Administrativo.

As etapas que ainda não foram concluídas foram a integração do Mundo Virtual com o Banco de Dados, devido a dificuldade de comunicação do script VRML com outras linguagens.

Após a elaboração das etapas vimos que a proposta de um Sistema Administrativo juntamente com a integração de um Mundo Virtual é uma alternativa promissora que poderá gerar muitas melhorias na área de fabricação de Cerâmica, porém requer mais alguns estudos principalmente na integração de um Mundo Virtual com o Banco de Dados.

Trabalhos futuros para a melhoria do Projeto:

- Algumas melhorias nas máquinas modeladas;
- Animação das máquinas no Ambiente Virtual;
- A integração do Mundo Virtual com o Banco de Dados;
- Melhorias na interface e alguns ajustes no Sistema Administrativo;

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[Absolut Technologies, 2007]. *Produtos para Realidade Virtual*. Disponível em: <http://www.abs-tech.com>. Acesso 20 Out. 2007.

[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. 2007.

[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.

[Bishop, 1992] Bishop, G. et al. Research directions in VR environments, *Computer Graphics - ACM*, 26(3):153-177, Aug, 1992.

[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.

[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, Cláudio. *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.

[Kirner, 2007] KIRNER, Cláudio. *Conceitos de Realidade Aumentada*. Disponível em: <http://www.realidadevirtual.com.br/> Acesso 28 Nov. 2007.

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

[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.

[Scheweber,1995] SCHEWEBER, Von; 1995, *The Use of Virtual Reality as an Educational Tool*; Tese de DSc, University of Washington in Seattle, USA;

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

Marília, 30 de Novembro de 2007.

Wellington Akira Nukamoto

Tadeu Rogério Orelana Friol

LISTA DE APÊNDICES:

- APÊNDICE A: Cerâmica City – Relatório de Visita**
- APÊNDICE B: Fotos obtidas na visita Cerâmica City**
- APÊNDICE C: Modelagens Realizadas**
- APÊNDICE D: Sistema Administrativo**

APÊNDICE A

Cerâmica City – Relatório de Visita

A Empresa Cerâmica City é uma fábrica de blocos alvenaria estrutural e de vedação, fizemos uma visita com o objetivo de conhecer o funcionamento de cada setor da fábrica, onde fomos bem atendidos, pelo Senhor WANDERLEY, o mesmo andou com a gente explicando cada setor e equipamentos da fábrica.



Fachada da fábrica Cerâmica City

1- Dados da Empresa

Nome Fantasia: Cerâmica City

Logradouro: Rodovia Castelo Branco, Km 144

Cep: 18.585-000

Bairro: Aleluia Caixa Postal 24

Município: Cesário Lange - SP - Região de Tatuí-SP

Situação Cadastral: Ativa

Número de Funcionários: 76 em todos os setores, vendas e fabricação.



Figura 1 – Parte da Fábrica

2- Descrição da Empresa

2.1 Insumos

Para a fabricação de cerâmica, os materiais utilizados são três tipos diferentes de argila, sendo utilizado 40%, 40% e 20%, e água, a matéria-prima vem de jazidas da própria empresa que fabrica as cerâmicas ficando em uma pequena distância da mesma.

2.2 Meio Ambiente

Eles recuperam as áreas onde retiram a argila e protegem as nascentes que se encontram na área. A preservação do meio ambiente nas jazidas é umas das grandes preocupações. A City tem projetos permanentes de recuperação ambiental aprovado pelos órgãos oficiais. Já foram plantados 35.000 árvores nativas e 250.000 pés de eucaliptos.

2.3 Energia

A energia utilizada para o funcionamento da fábrica, é disponibilizada pela empresa de energia da região, por isso a empresa é obrigada a desligar os equipamentos nos horários de pico, pois o consumo de energia é muito alto, podendo deixa a cidade da região sem energia.

A empresa já esta disponibilizando a instalação de um transformador somente para a fábrica, para resolver esse problema, podendo assim ficar com os equipamentos ligados em todos os horários.

2.4 Cavaco

O cavaco é utilizado para a queima, o que gera calor para esquentar o forno.

2.5 Tecnologia

A City realiza elevados investimentos em tecnologia e conta com os mais modernos equipamentos de produção e controle. Possui dois fornos túneis e um processo contínuo desde a extrusão, secagem até a queima.

Um rigoroso controle do processo informatizado de produção assegura o domínio da qualidade do produto final. A City oferece ao mercado qualidade de ponta-a-ponta.

2.6 Controle de Qualidade

Os testes de resistência e umidade, bem como a rigorosa padronização dimensional, confirmam a cada lote o resultado da tecnologia de produção da City.

2.7 Produtos

A empresa oferece vários produtos em alvenaria estrutural e de vedação, com uma alta qualidade.

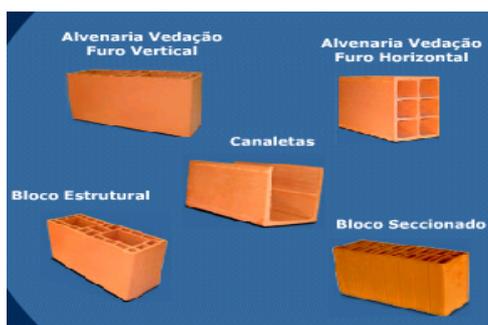


Figura 2 – Alguns Produtos Produzidos

2.7.1 Bloco de Alvenaria estrutural

É um sistema construtivo onde o bloco e a argamassa são responsáveis pela transmissão e absorção de todos os esforços solicitantes que atuam na edificação.

	<ul style="list-style-type: none"> 14x19x29 – 6 MPA 14x19x29 – 8 MPA 14x19x39 14x19x14 (1/2) 14x19x34 14x19x44 (11/2) 14x19x19 (1/2) 14x19x29 19x19x39 14x29x29 19x19x19 (1/2) 19x19x29 19x19x14(1/2)
---	--

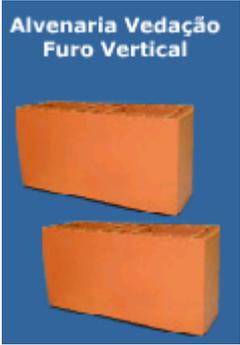
2.7.2 Bloco de Alvenaria Vedação Furo Vertical/Horizontal

É toda a alvenaria destinada apenas para o fechamento de vãos entre vigas e pilares, sem nenhuma função estrutural.

Na alvenaria de vedação o modelo e medias dos blocos devem ser definidos pelo arquiteto ou engenheiro, levando-se em consideração o projeto.

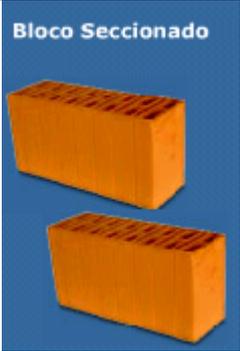
É importante estar atento para o custo final da parede ponta, ou seja, bloco, argamassa de assentamento e mão-de-obra.

	<ul style="list-style-type: none"> 09x19x29 07x19x39 09x19x14(1/2) 09x19x39 11,5x19x29 09x19x19(1/2) 11,5x19x14(1/2) 09x19x09(1/4) 11,5x19x39 09x19x04(1/8) 11,5x19x19(1/2) 11,5x19x09(1/4)
---	---

 <p>Alvenaria Vedação Furo Vertical</p>	<p>09x19x29 07x19x39 09x19x14(1/2) 09x19x39 11,5x19x29 09x19x19(1/2) 11,5x19x14(1/2) 09x19x09(1/4) 11,5x19x39 09x19x04(1/8) 11,5x19x19(1/2) 11,5x19x09(1/4)</p>
--	---

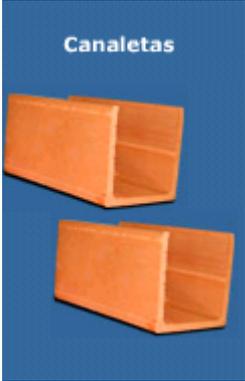
2.7.3 Bloco Seccionado

O Bloco Seccionado foi desenvolvido especialmente para preenchimento de vãos, apresentando marcações e ranhuras que permitem que sejam facilmente cortados em divisões de 1/2, 1/4 e 3/4 de sua altura.

 <p>Bloco Seccionado</p>	<p>07x19x39 09x19x39 11,5x19,39 14x19x39 19x19x39</p>
---	---

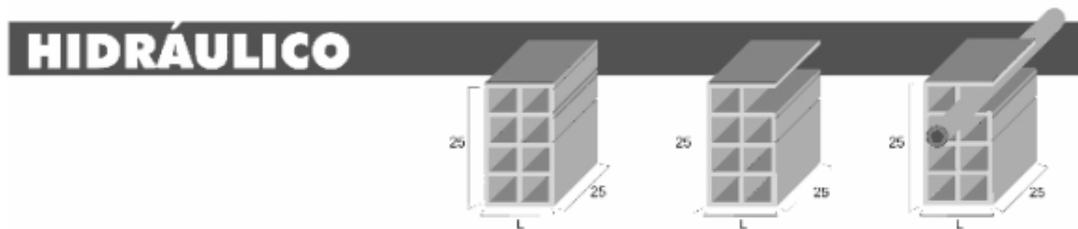
2.7.4 Blocos para Canaletas

Desenvolvido para facilitar a passagem de ferragens e concreto, evitando trincas em portas, janelas e lajes.

	<p>09x19x29 19x07x19x39 11,5x19x29 09x07x19x29 14x19x29 11,5x07x19x29 19x19x29 14x07x19x29 09x19x39 19x07x19x29 11,5x19x39 09x07x19x39 14x19x39 11,5x07x19x39 14x19x19(1/2) 14x07x19x39</p>
---	--

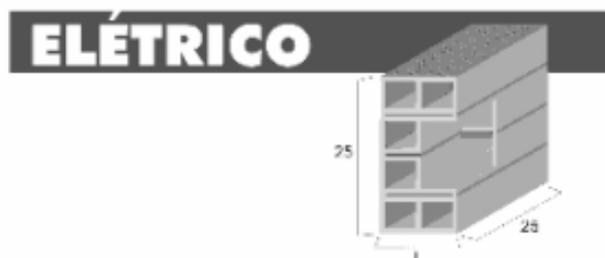
2.7.5 Blocos Hidráulicos

Visando facilitar a passagem de tubos hidráulicos, esse bloco trás marcações para remoção de até duas de suas paredes, visando passagem de tubos de até 3/4, por secção.



2.7.6 Blocos Elétricos

Especialmente desenhado para acomodar caixa padrão 4x2 e 4x4, evitando cortes e perda de material.



3- Preparo

3.1 Argila / Misturador / Descanso

Previamente deve-se manter a argila em repouso, normalmente durante doze meses de sua retirada. A deposição em diferentes camadas melhora a homogeneidade, facilita a formulação e possibilita o controle rigoroso da qualidade do produto final, depois desse processo a argila é designada para a fabricação de blocos cerâmicos estruturais e de vedação, nas medidas especificadas em norma.

3.2 Moedor

Colocam-se a argila para moer em uma máquina, e depois a mesma vai para um lugar coberto onde é mantida em uma temperatura apropriada para a fabricação dos blocos. Depois a matéria prima é passada novamente por outra máquina que também serve para moer e tirar objetos metálicos, pois pode causar problemas na fabricação dos produtos.

4- Queima

4.1 Secador

Depois dos blocos fabricados agora é necessário que eles vão para o SECADOR (que é mantido quente pelo vapor que sai do forno), os blocos são mantidos dentro do secador em uma temperatura pré-aquecida para dar entrada ao forno, em média o produto fica no secador durante 24 horas, variando pelas condições do clima, ambiente e o estado do material.

4.2 Forno

Para esquentar o forno e usado resíduo de madeira ou seja cavaco, fazendo uma queima ecologicamente correta e economizando outros combustíveis(gás,óleo), o produto fica no forno aproximadamente 15 horas, o forno é contínuo, entra um vagão sai outro, ficando acesso 24 horas por dias, o material usado para a queima do forno muda conforme as condições do clima, ambiente e estado do material, quanto maior o bloco, maior o consumo de cavaco.

5. Embalagem

Os produtos são embalados com filme plástico e paletizados conforme as necessidades do cliente.

6. Venda

A empresa vende os produtos para empresa físicas e jurídicas, no caso para pessoas físicas não tem uma quantidade mínima de venda, porém para a entrega sim, a empresa trabalha com estoque ou encomendas, depende da variação do mercado.

7. Fábrica

Caso queira aumentar a produção da fábrica, precisaria aumentar a capacidade do Secador, pois ele trabalha no gargalo, o motivo de não utilizarem o gás para a queima é que o custo é muito elevado, mais estão sendo feito estudos para a mudança.

APÊNDICE B

Fotos obtidas na visita Cerâmica City



Figura 1: Argila.



Figura 2: Outros tipos de Argila.



Figura 3: Argila em Descanso.



Figura 4: Dosador Alimentador.



Figura 5: Maquinário da Fábrica.



Figura 6: Peça para ser cortada.



Figura 7: Cortador Automático.



Figura 8: Peças sendo acomodadas no suporte para ir para o Secador.



Figura 9: Entrada do Secador.



Figura 10: Secador.



Figura 11: Carrinho.



Figura 12: Peças sendo acomodadas para ir para o Forno.



Figura 13: Peças indo para o Forno.



Figura 14: Entrada do Forno.



Figura 15: Peças sendo esfriadas.



Figura 16: Embalando as Peças.



Figura 17: Estoque da Fábrica.



Figura 18: Estoque de cavaco.



Figura 19: Sala de Máquinas.



Figura 20: Alguns modelos de Peças.

APÊNDICE C

Modelagens Realizadas



Figura 1: Fachada da Fábrica Cerâmica City.



Figura 2: Argila em descanso.

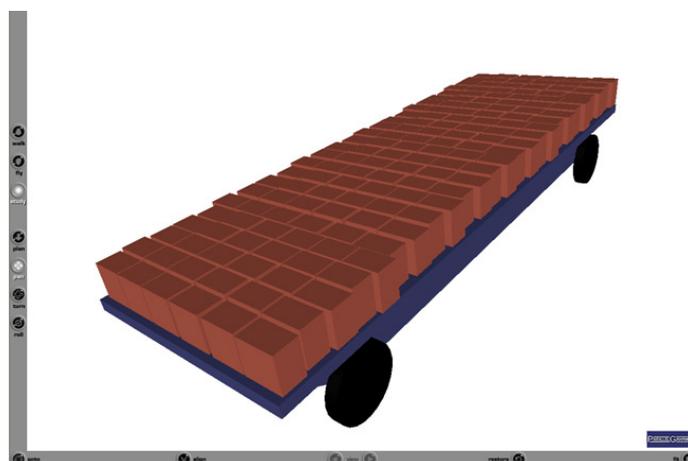


Figura 3: Carrinho vazio; ele leva as peças para o forno.



Figura 4: Carrinho Cheio.



Figura 5: Esteira; usado para transportar a argila de uma maquina para a outra.



Figura 6: Suporte; usado para acomodar as peças para ser levado ao secador.

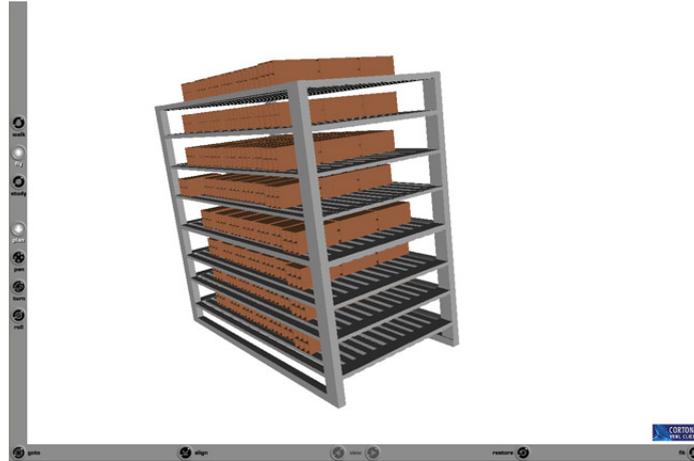


Figura 7: Suporte cheio.

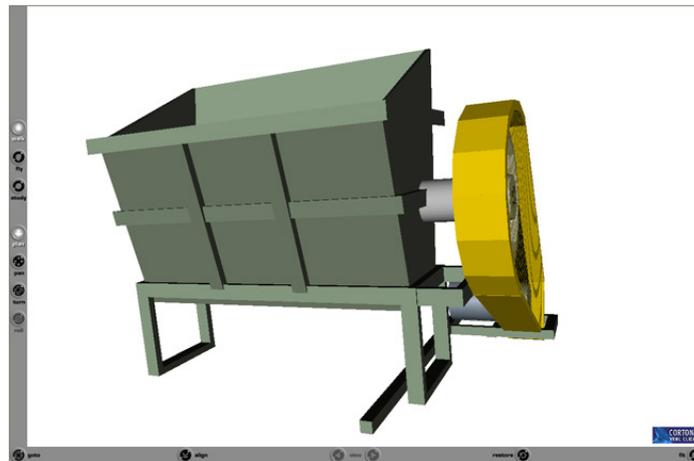


Figura 8: Pré Misturador; usado para misturar a argila.



Figura 9: Dosador Alimentador; tritura partes grandes de argila e dosa a quantidade de argila necessária para o resto da produção.

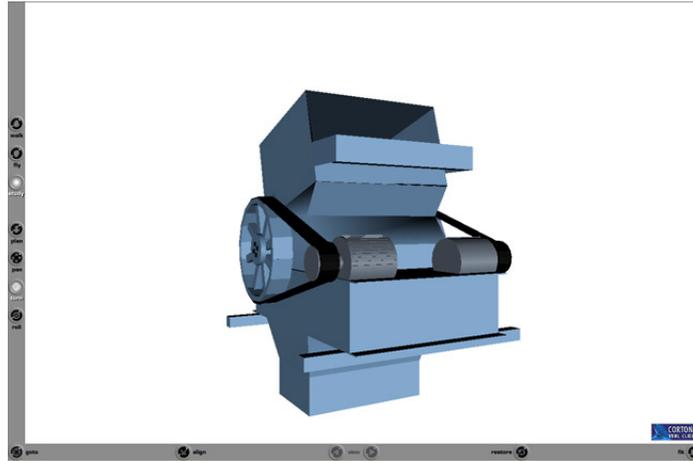


Figura 10: Desintegrador; quebra torrões de argila em tamanhos uniformes.

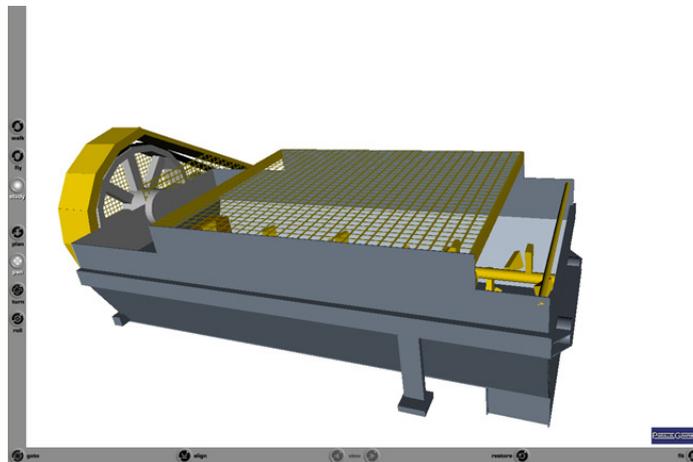


Figura 11: Misturador Horizontal; Mistura homogeneizando a massa de argila.

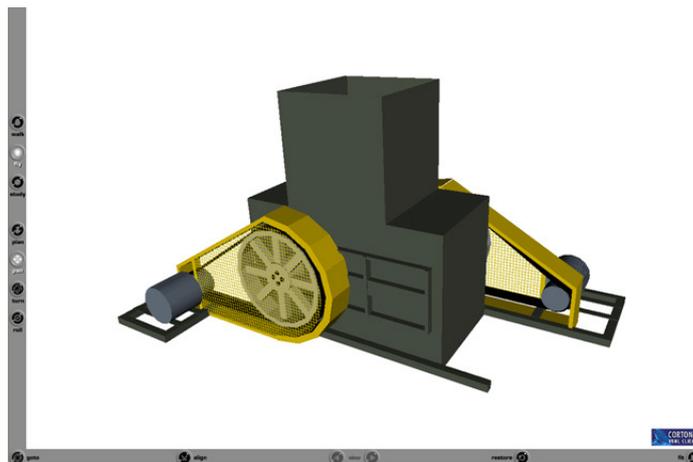


Figura 12: Laminador Misturador; elimina todas as pedras e torrões que ainda ficaram na massa.

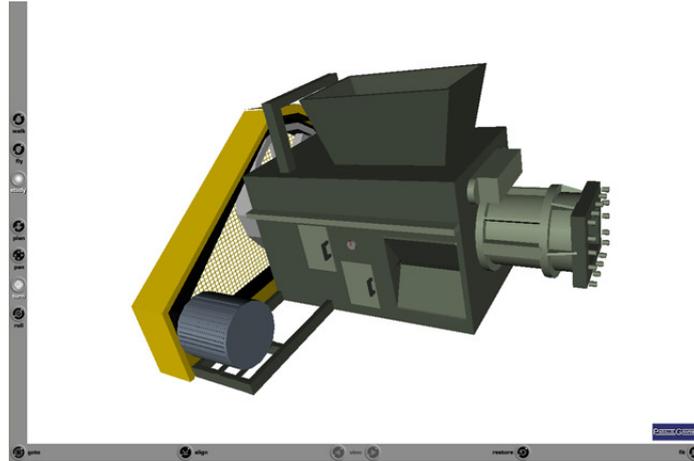


Figura 13: Maromba a Vácuo; Modela as Peças por meio do vácuo.

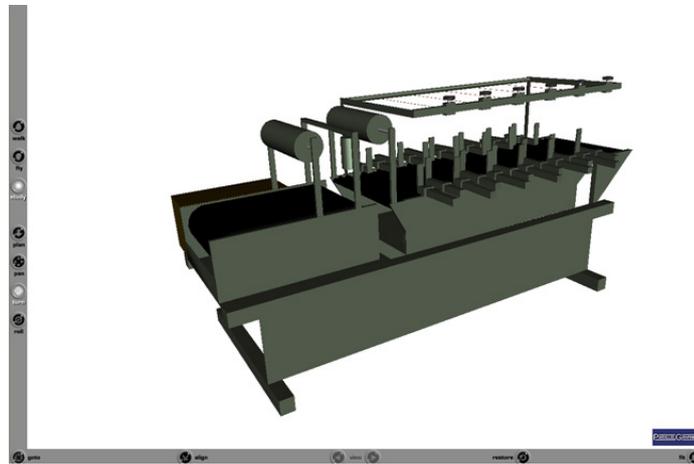


Figura 14: Cortador Automático; Corta a peça em tamanho desejado por meio de fios de arame.

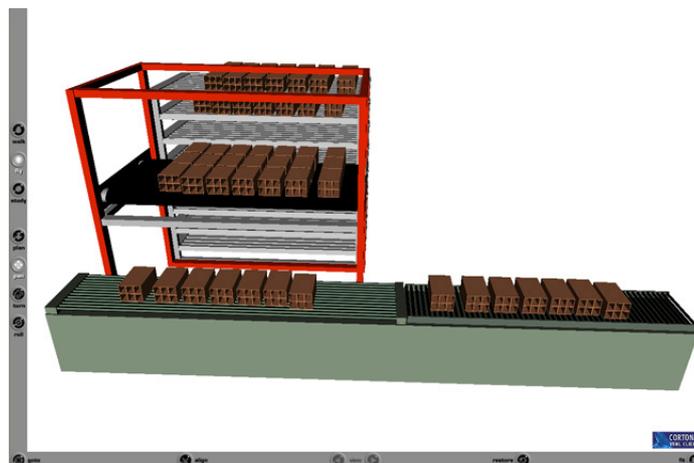


Figura 15: Esteira para o secador; Ela acomoda as peças já cortadas em um suporte.

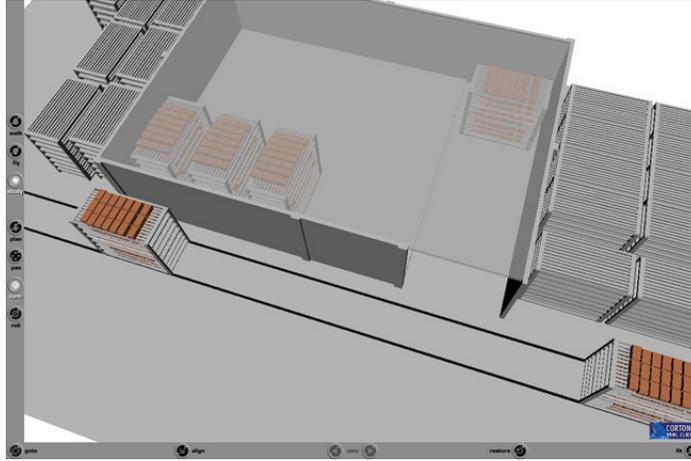


Figura 16: Secador; Vista por cima do secador, utilizado para secar as peças.

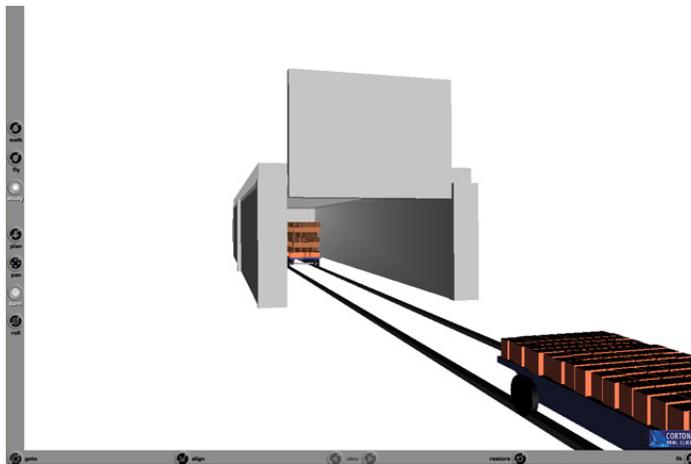


Figura 17: Forno; Vista da entrada do forno.

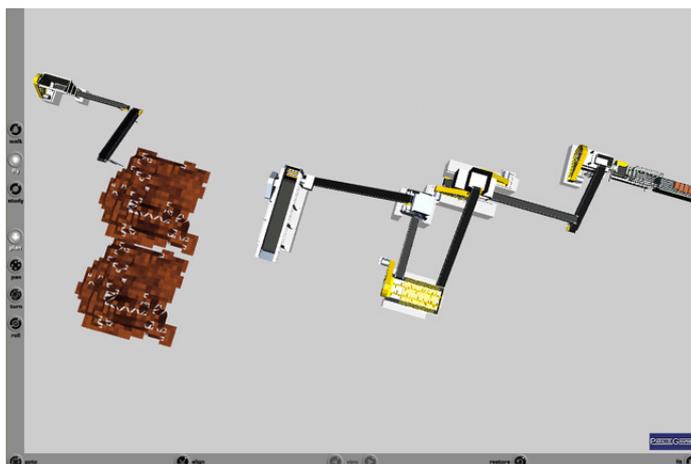


Figura 18: Todas as Máquinas; Vista Aérea.

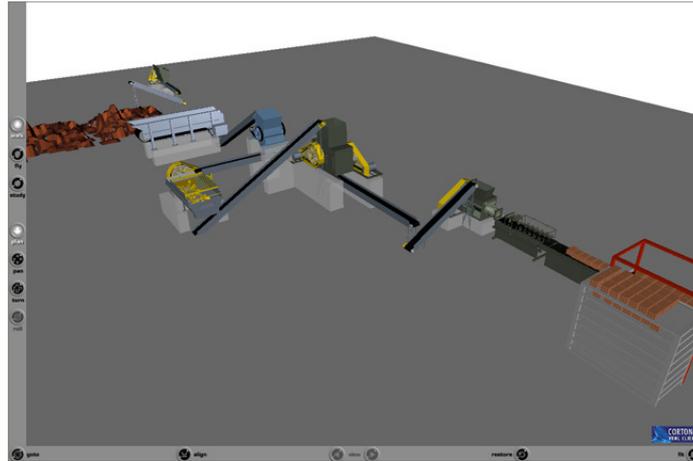


Figura 19: Todas as Máquinas; Vista Lateral.

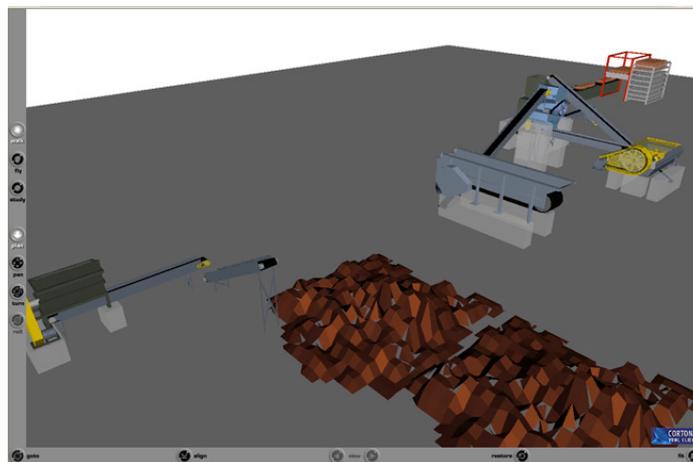


Figura 20: Todas as Máquinas; Vista Lateral.

APÊNDICE D

Sistema Administrativo



Figura 1: Sistema Administrativo.

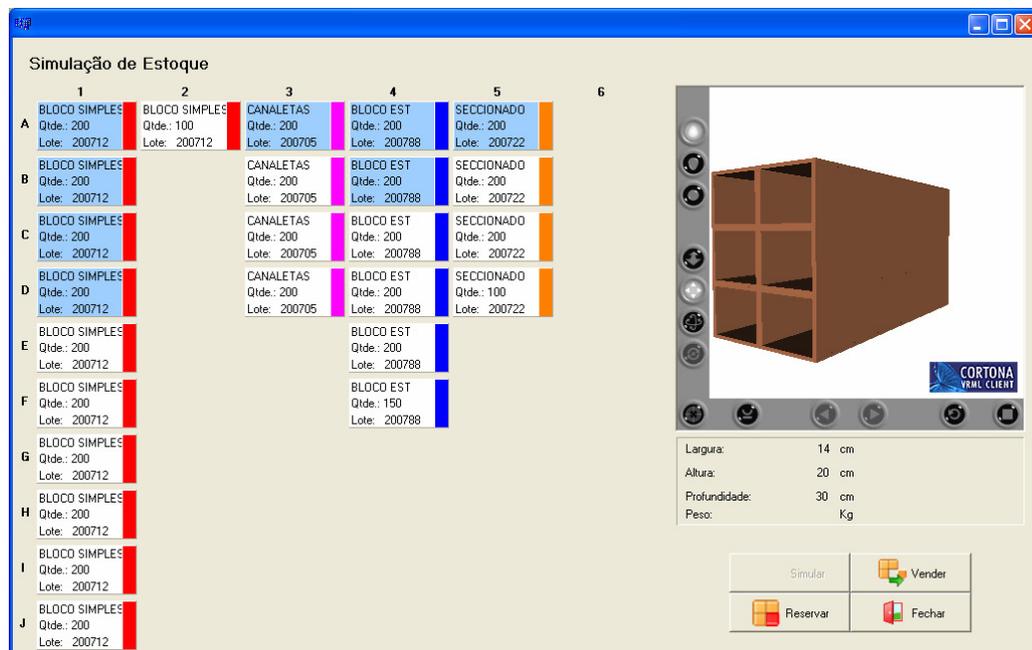


Figura 2 Tela de Simulação de Estoque.

Selecionar Fornecedor

Nome:

Código	Nome	Documento
000264	FABRICANTE X	1233221233222

Telefone Endereço

<N>ovo <A>lterar <E>xcluir <C>onsultar Relatório Fechar

Figura 3 Tela de Fornecedores.

Cadastrar Cliente

Código: Física Jurídica

Nome:

Estado: Documento:

E-mail:

Site:

Data Nascimento:

Gravar Fechar

Figura 4: Tela de Cadastro de Fornecedores.

Selecionar Funcionário

Nome:

Código	Nome	Documento
000262	PEDRO FERREIRA	12356456456

Telefone Endereço

<N>ovo <A>lterar <E>xcluir <C>onsultar Relatório Fechar

Figura 5: Tela de Funcionários.

Cadastrar Cliente

Código: Física Jurídica

Nome:

Estado: Documento:

E-mail:

Site:

Data Nascimento:

Gravar Fechar

Figura 6: Tela de Cadastro de Fornecedores.

Selecionar Telefone

Nome: PEDRO FERREIRA

Código	000075
Tipo	RESIDENCIAL
DDD	14
Fone	34223344
Ramal	5566
Nome Contato	PEDRO

<N>ovo <A>lterar <E>xcluir <C>onsultar Fechar

Figura 7: Tela de Telefones.

Cadastrar Telefone

Nome: PEDRO FERREIRA

Nome Contato: PEDRO

Tipo: Residencial

DDD: 14 Fone: 34223344

Ramal: 5566

Gravar Fechar

Figura 8: Tela de Cadastro de Telefones.

Selecionar Endereço

Nome: PEDRO FERREIRA

Código	46
Endereço	RUA NOVE DE JULHO
Número	1
Complemento	FUNDO
Bairro	CENTRO
Cidade	MARILIA
Estado	SP
CEP	17500
Tipo	RESIDENCIAL

<N>ovo <A>lterar <E>xcluir <C>onsultar Fechar

Figura 9: Tela de Endereços.

Cadastrar Endereço

Nome: PEDRO FERREIRA

Endereço: RUA NOVE DE JULHO Nº: 1

Bairro: CENTRO CEP: 17500

Complemento: FUNDO

Cidade: MARILIA Estado: SP

Tipo: Residencial

Gravar Fechar

Figura 10: Tela de Cadastro de Endereços.

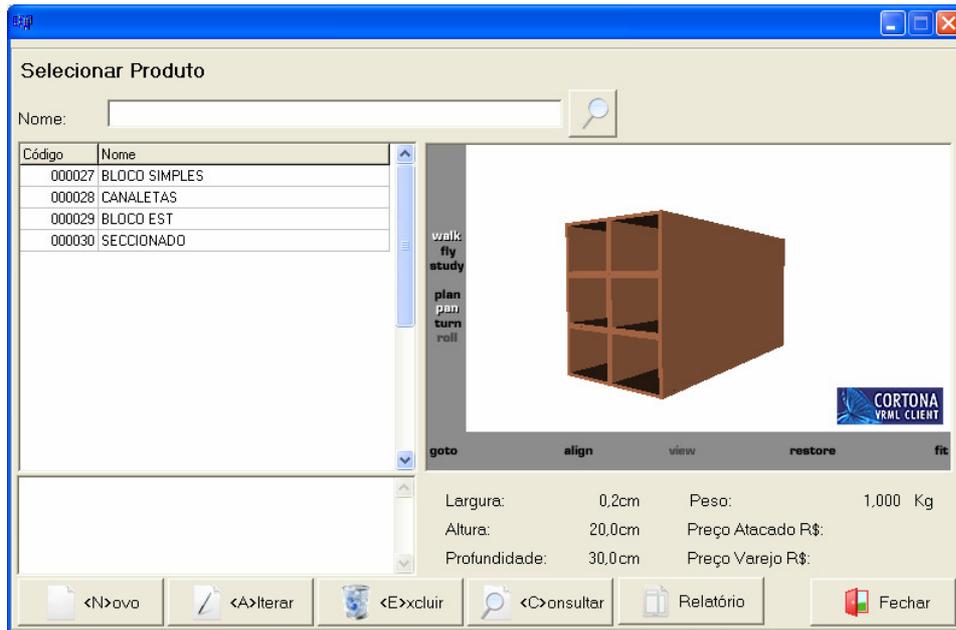


Figura 11: Tela de Produtos.

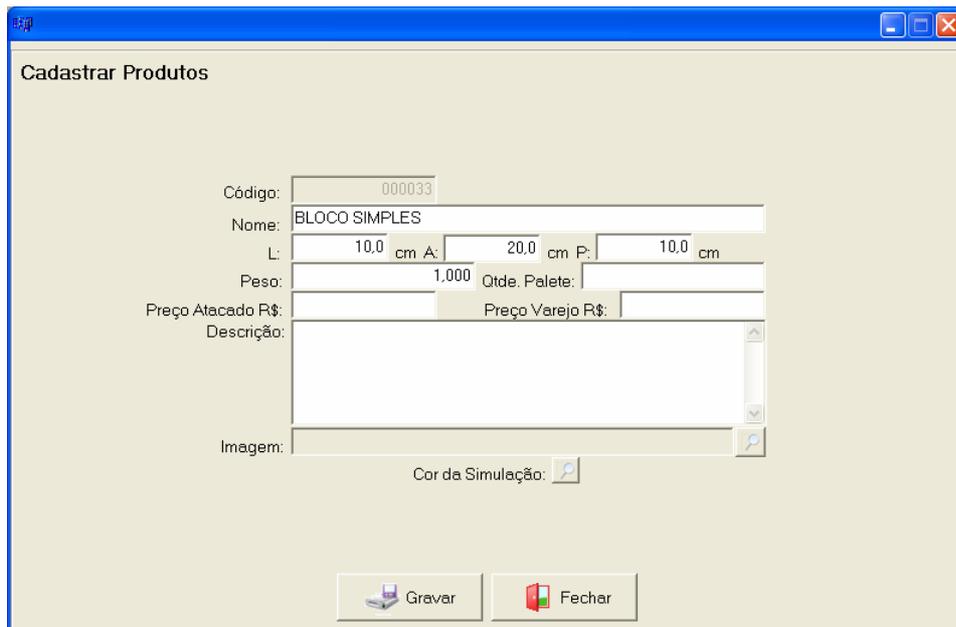


Figura 12: Tela de Cadastro de Produtos.

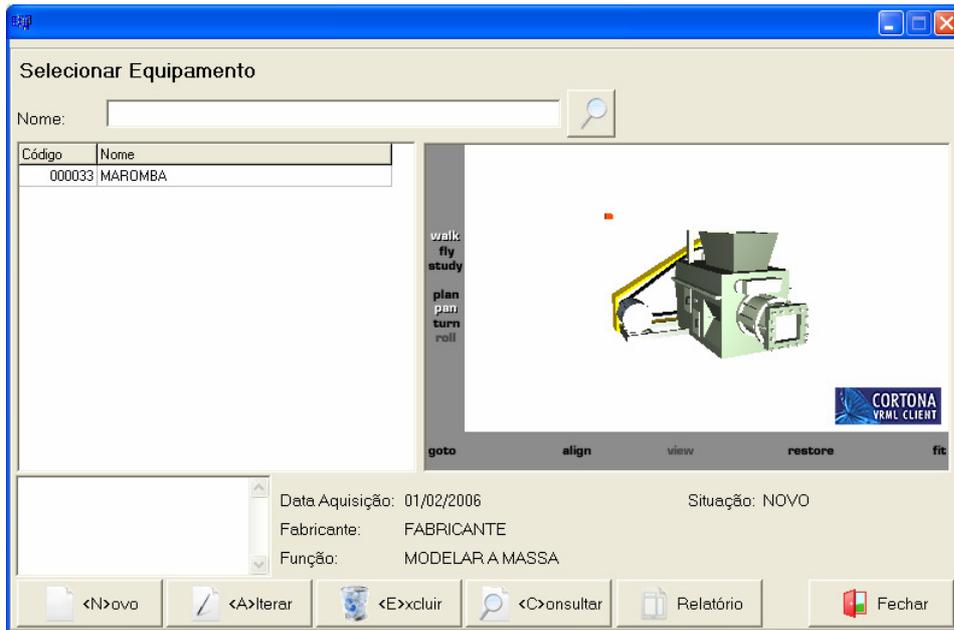


Figura 13: Tela de Equipamentos.

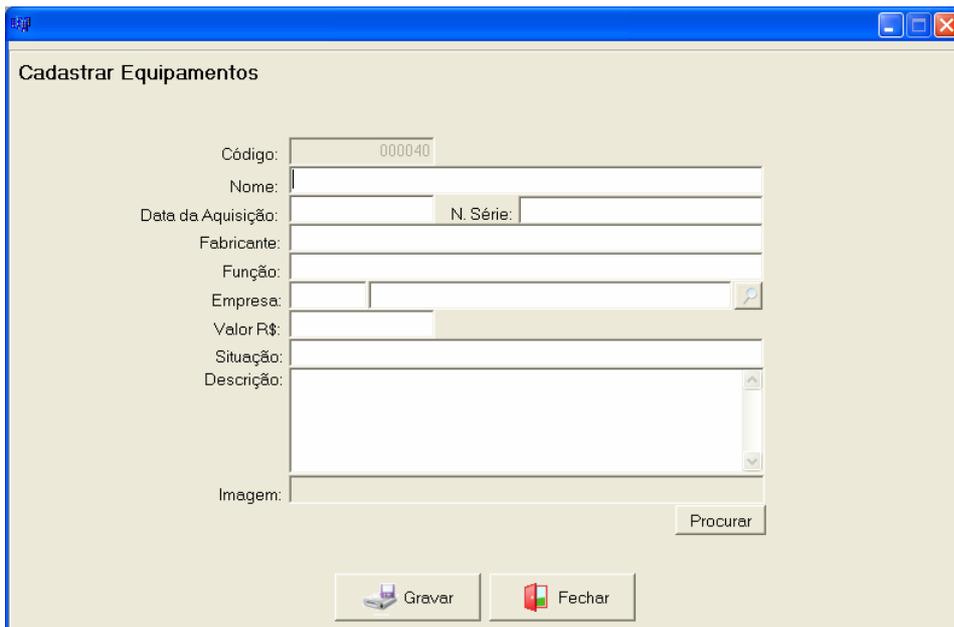


Figura 14: Tela de Cadastro de Equipamentos.

Selecionar Estoque

Nome:

Cod. Estoque	Cod. Produto	Entrada	Quantidade	Qtde. Fabricado	Lote
001038	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001039	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001040	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001041	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001042	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001043	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001044	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001045	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001046	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001047	000027	08/11/2007	000200	002100	200712
001048	000027	08/11/2007	000100	002100	200712
001049	000028	08/11/2007	000200	000800	200705
001050	000028	08/11/2007	000200	000800	200705
001051	000028	08/11/2007	000200	000800	200705
001052	000028	08/11/2007	000200	000800	200705
001054	000029	08/11/2007	000200	001150	200788
001055	000029	08/11/2007	000200	001150	200788
001056	000029	08/11/2007	000200	001150	200788
001057	000029	08/11/2007	000200	001150	200788

<N>ovo <A>Iterar <C>onsultar Relatório Fechar

Figura 15: Tela de Estoques.

Cadastrar Estoque

Código:

Produto:

Data Entrada:

Lote:

Qtde Fabricado:

Gravar Fechar

Figura 16: Tela de Cadastro de Estoques.