

FUNDAÇÃO DE ENSINO EURÍPIDES SOARES DA ROCHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RICHARD GEBARA FILHO

**FERRAMENTA PARA PROJETO FÍSICO E VISUALIZAÇÃO DE
REDES DE COMPUTADORES**

MARÍLIA
2007

RICHARD GEBARA FILHO

**FERRAMENTA PARA PROJETO FÍSICO E VISUALIZAÇÃO DE
REDES DE COMPUTADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado *Stricto Sensu* em Ciência da Computação do Centro Universitário Eurípides de Marília, mantido pela Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação (Área de Pesquisa: Realidade Virtual).

Orientador:
Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega

MARÍLIA
2007

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Richard e Sueli, pelo apoio e carinho durante este período de estudos para a realização deste trabalho.

Aos meus familiares e amigos queridos, Sílvia, Edinei, Júlia, Luís Cláudio, Bia, Pricila, Elisabeth, Patrícia, Marcelo, Rodrigo entre vários outros que em todo momento colaboraram para a conclusão deste grande sonho pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. José Remo Ferreira Brega, pela sua amizade, descontração, simplicidade e principalmente por ter compartilhado do seu conhecimento para a elaboração desse estudo.

Aos amigos de sala, Sérgio, José Ivo, Ana Cláudia, Fernando, Fabrício, Franciene, Silvio, Marcos, Rodrigo entre outros, que me ajudaram sem exigir nada em troca.

Aos funcionários da Instituição e a todos aqueles que indiretamente colaboraram para o desenvolvimento deste estudo.

Gebara, Richard F., **Ferramenta para Projeto Físico e Visualização de Redes de Computadores**. 140 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro Universitário Eurípides de Marília. Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília, 2007.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta de suporte ao Projeto de Redes de Computadores, baseado sobre ferramentas CAD. Seguindo as Normas Técnicas Internacionais EIA/TIA 568A, EIA/TIA 569A e EIA/TIA 606, que definem regras para o Projeto de Cabeamento Estruturado, a ferramenta tem como objetivo o auxílio aos profissionais no desenvolvimento de Projetos de Redes de Computadores, bem como, através da Realidade Virtual, minimizar os erros de projeto, visando uma otimização de tempo e recursos na elaboração e execução do projeto.

Palavras-chave: Engenharia, CAD, Realidade Virtual, Cabeamento Estruturado, Visualização.

Gebara, Richard F., **Ferramenta para Projeto Físico e Visualização de Redes de Computadores**. 140 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro Universitário Eurípides de Marília. Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília, 2007.

ABSTRACT

This work presents the development of a tool of support to the Project of Computer Networks, based on CAD tools. Following the Norms International Techniques EIA/TIA 568A, EIA/TIA 569A and EIA/TIA 606, that they define rules for the Project of Structuralized Cabling, the tool has as objective the aid to the professionals in the development of Projects of Computer Networks, as well as, through the Virtual Reality, to minimize the errors of project, aiming at a reduction of time and resources in the elaboration, execution and application of the project.

Keywords: Engineering, CAD, Virtual Reality, Structured Cabling, Visualization

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Processo de projeto usando uma ferramenta CAD (BARN, 2003)	26
Figura 3.1: Categorias de Rede (TANENBAUM, 2003, p. 17)	33
Figura 3.2: Topologias de Rede.....	34
Figura 3.3: Cabo Trançado 2 pares.....	38
Figura 3.4: Cabo Trançado 4 pares.....	38
Figura 3.5: Cabo Coaxial.....	39
Figura 3.6: Cabo Coaxial.....	39
Figura 3.7: Fibra Óptica	40
Figura 3.8: Camadas do Protocolo TCP/IP	44
Figura 3.9: Inter-relacionamento entre as Camadas da Arquitetura TCP/IP.....	45
Figura 3.10: O Mecanismo de Roteamento	46
Figura 3.11: As Classes de endereços do Protocolo IP	47
Figura 3.12: A Subnet no TCP/IP.....	48
Figura 3.13: Interligação de Redes com o protocolo PPP	49
Figura 4.1: Protótipo do Sensorama. (Fonte: SEN, 2006).....	53
Figura 4.2: Piloto usando capacete do projeto “Super Cockpit” de Tom Furness (PIMENTEL, 1995).....	54
Figura 4.3: Super-Cockpit (Fonte: WASH, 2006).....	55
Figura 4.4: Esquema do Super-Cockpit (Fonte: WASH, 2006).....	55
Figura 4.5: Visão do usuário do “Super Cockpit” (PIMENTEL, 1995)	55
Figura 4.6: Esquema de CAVE com o posicionamento de projetores atrás das telas.	58
Figura 4.7: Esquematização de uma CAVE	59
Figura 4.8: Cave em funcionamento	59

Figura 4.9: Exemplo de Aplicação de RV	62
Figura 4.10: Exemplo de Cave para Aplicação de RV	62
Figura 4.11: Diferenças na visualização de um desenho gráfico em 2D e 3D	63
Figura 4.12: Planta baixa mostrando área de atuação da câmera e sua vista em 3D.....	64
Figura 5.1 - Divisões usuais dos Sistemas CAD	66
Figura 5.2 - Divisões usuais dos Sistemas CAD com a categoria proposta	67
Figura 5.3 - Estrutura básica da ferramenta SAP-RC.....	70
Figura 5.4 - Diagrama de fluxo da ferramenta SAP-RC	71
Figura 5.5 - Interface básica da ferramenta SAP-RC	72
Figura 5.6 - Ambiente de trabalho limpo com opções em janelas não em barras laterais	73
Figura 5.7 - Diagrama básico do banco de dados utilizado pelo SAP-RC.....	74
Figura 5.8 - Menu de acesso às visualizações 3D	76
Figura 5.9 - Exemplo do formulário de visualização 3D	77
Figura 5.10 - Formulário de seleção de projeto.....	79
Figura 5.11 - Arquivo associado ao projeto carregado na área de desenho	79
Figura 5.12 - Projeto concluído na área de desenho.....	80
Figura 5.13 - Visualização do projeto utilizando RV	81
Figura 5.14 - Visualização de um outro ângulo de visão	81
Figura 5.15 - Visualização em 3D de ângulo superior	82
Figura 5.16 - Navegação pelo ambiente 3D gerado na visualização.....	82
Figura 5.17 - Relatório gerado pelo sistema.....	83
Figura 6.1 - Formulário de Abertura e Criação de Projetos	85
Figura 6.2 - Formulário de Criação de Circuitos.....	86
Figura 6.3 - Formulário de Criação de Linhas (Cabos).....	87
Figura 6.4 - Erro de projeto mostrando trecho de cabo cortando uma parede	87

Figura 6.5 - Cabeamento do Circuito 1 criado (em azul)	88
Figura 6.6 - Trecho de cabeamento relativo ao Circuito 2	88
Figura 6.7 - Formulário de escolha e inserção de equipamentos ou infra-estrutura.....	89
Figura 6.8 - Equipamento (em vermelho) inserido no projeto	90
Figura 6.9 - Projeto visualizado em 3D por meio de janela interna com o Cortona	91
Figura 6.10 - Vista superior em 3D do mesmo projeto em janela interna.....	91
Figura 6.11 - Lista de Materiais e custos estimados do projeto	92
Figura 6.12 - Opções de salvamento do arquivo de trabalho	93
Figura 6.13 – Arquivo do SAP-RC importado pelo Autocad 2007	94
Figura 6.14 - Novo ângulo de visão do mesmo arquivo importado do SAP-RC	95
Figura 7.1 - Projeto mais elaborado de cabeamento criado pelo SAP-RC.....	97
Figura 7.2 - Visualização em 3D do cabeamento de um projeto mais elaborado criado pelo SAP-RC	97
Figura 7.3 - Visualização em 3D do projeto por um outro ângulo de visão.....	98
Figura 7.4 - Funcionalidades de navegação do VRML utilizado na visualização	98
Figura 7.5 - Lista dos materiais utilizados por um projeto complexo com vários circuitos.....	99
Figura 7.6 - Projeto complexo importado pelo programa AUTOCAD 2007	99

LISTA DE ABREVIATURAS

2D: Bidimensional

3D: Tridimensional

ADO / DAO: Data Access Object

AV: Ambiente Virtual

CAD/CAM: Projeto e Manufatura Auxiliados por Computador

CAD: Computer Aided Design: Projeto Auxiliado / Assistido por Computador

CAE: Engenharia Auxiliada / Assistida por Computador

CAM: Manufatura Auxiliada / Assistida por Computador

CAP: Computer Aided Planning

CAVE: Cave Automatic Virtual Environment

CRT: Tubos de Raios Catódicos

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

DNS: Domain Name System

E/S: Entrada e Saída

EIA: Eletronics Industry Association

FTP: File Transfer Protocol

GM: General Motors

HMD: Head Mounted Display

HTTP: HyperText Transfer Protocol

HUD: Heads-up-displays

IEC: International Eletrotechnical Commission

IPX/SPX: Internetwork Packet Exchange/Sequent Packet Exchange

ISO: International Standards organization

LAN: Local Area Network

LCD: Crystal Liquid Display – Visores de Cristal Líquido

MAN: Metropolitan Area Network

MIT: Massachusetts Institute of Technology

MRP: Material Requesting Planning: Planejamento de Requisição de Materiais

NetBEUI: Network Basic End User Interface

ODBC: Open Database Connectivity

PC: Personal Computer - Computador Pessoal

PPP: Point-to-Point Protocol

PPPoA: PPP over ATM

PPPoE: PPP over Ethernet

RAS: Remote Access Service

RV: Realidade Virtual

SAP: Service Advertisement Protocol

SGBD: Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SLIP: Serial Line Internet Protocol

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol

SNMP: Simple Network Management Protocol

TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol

TCP: Transmission Control Protocol

TIA: Telecommunications Industry Association

UDP: User Datagram Protocol

UK: Inglaterra

VDU: Visual Display Unit: unidades de exibição visual

VRML: Virtual Reality Modeling Language

WAN: Wide Area Network

WINS: Windows Internet Name Service

X3D: Extensible 3D

XML: Extensible Markup Language

XNS: Xerox Network Systems

SUMÁRIO

Resumo	iv
Abstract	v
Lista de Figuras	vi
Lista de Abreviaturas	ix
INTRODUÇÃO	14
2 - PROJETOS – A ENGENHARIA E O CAD	16
2.1 - Evolução	16
2.2 - O Computador na Engenharia.....	18
2.2.1 - O desenho na era da informática	19
2.3 - Histórico do CAD	19
2.4 - O CAD.....	19
2.4.1 - Editores gráficos (sistemas CAD-2D).....	20
2.5 - CAD-3D - Modeladores Geométricos Tridimensionais.....	21
2.6 - O 3D e a Engenharia	23
2.7 - As Aplicações dos sistemas CAD.....	24
2.8 - Projeto auxiliado por computador.....	24
2.8.1 - O ambiente de projeto	24
2.8.2 - Conceito de sistema CAD	25
2.8.3 - Estrutura de um sistema CAD.....	27
2.9 - Campos de aplicação	27
2.9.1 - As Vantagens	28
2.9.2 - As Desvantagens	28
2.10 - A integração no futuro	29
2.11 - Considerações Finais	30
3 - CONCEITOS SOBRE PROJETOS DE REDES de COMPUTADORES.....	31
3.1 - Definição de Redes de Computadores.....	31
3.2 - Os Tipos, Categorias e Topologias de uma Rede.....	31
3.3 - Organizações de Padronização.....	35
3.4 - Os Aspectos Físicos	36
3.4.1 - Os Meios de Transmissão.....	36
3.4.1.1 - Cabos de Par Trançado	37
3.4.1.2 - Cabos Coaxiais	38
3.4.1.3 - Cabos Ópticos.....	39
3.4.1.4 - Canais de Rádio Terrestres	40
3.4.1.5 - Canais de Rádio por Satélite	40
3.4.2 - Cabeamento Estruturado	41
3.4.3 - Equipamentos.....	42
3.5 - Os Aspectos Lógicos	44
3.5.1 - A Arquitetura TCP/IP	44
3.5.2 - Outros Protocolos.....	48

3.6 - Principais Serviços	49
3.7 - Considerações Finais	50
4 - REALIDADE VIRTUAL (RV)	51
4.1 - Breve Histórico.....	52
4.2 - Tipos de sistemas de RV.....	56
4.3 - Imersão, Interação e Envolvimento	59
4.4 - RV passiva, exploratória ou interativa	60
4.5 - Aplicações de RV	61
4.6 - Visualização em Engenharia e RV	62
5 - A FERRAMENTA SAP-RC.....	66
5.1 - Definição dos Requisitos	68
5.2 - Estrutura Básica.....	70
5.3 - Interface	71
5.4 - Banco de Dados	73
5.5 - Visualização em 3D	76
5.6 - Operação	77
6 - UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA E RESULTADOS	84
6.1 - Etapas de Trabalho	84
6.2 - Resultados Obtidos	85
7 - CONCLUSÃO	96
8 - TRABALHOS FUTUROS	101
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXO A - RESUMO DAS NORMAS TÉCNICAS.....	108
ANEXO B – ESTRUTURA DO ARQUIVO DXF.....	134

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem no seu foco a contribuição para várias empresas que atuam na Área de Engenharia e Computação, bem como à Comunidade Científica, visando diminuir as dificuldades de projeto e execução de Redes de Computadores através das ferramentas CAD / CAD 3D com os seus executores.

Diariamente, vários Engenheiros entregam projetos a seus clientes, sendo eles pessoas físicas ou até grandes empresas. Na grande maioria, estes projetos incluem os itens obrigatórios nos projetos de Engenharia: o projeto civil, isto é, da estrutura de um imóvel, o projeto hidráulico, das instalações hidro-sanitárias e incêndio e o projeto elétrico, das instalações elétricas. Mas, a grande maioria ignora ou deixa em segundo plano os projetos ligados à informática, tais como Redes de Computadores, Telefonia, Circuito Fechado de TV, limitando-se a deixar pontos de energia para os equipamentos, muitas vezes mal dimensionados e completamente fora das especificações e normas técnicas vigentes. O grande hiato criado deve-se a utilização, por parte dos Engenheiros, dos conceitos e normas a serem aplicados nestes projetos.

Daí surge à necessidade do profissional de Informática envolvido, com conhecimento sobre estes projetos, auxiliar o Engenheiro nesta nova tarefa, obtendo então, um melhor projeto e de execução combinada.

É nesta tarefa que entra em cena a ferramenta objeto deste estudo, que pode ser vista com mais detalhes no Capítulo 5, desenvolvida para o compartilhamento de informações técnicas e arquivos entre os Sistemas CAD de projetos de Engenharia e o auxílio aos projetos de Redes de Computadores.

Sendo assim, a ferramenta desenvolvida engloba três áreas distintas da computação: a Engenharia e os seus sistemas de auxílio a projetos, as Redes de Computadores, seus conceitos e utilizações e por fim a Realidade Virtual, vista no Capítulo 4, com suas novidades na maneira como a informação é disponibilizada ao usuário final.

Em extensas pesquisas efetuadas, encontrou-se ferramentas de auxílio a projetos de cunho geral, mas não de forma explícita a projetos de Redes de Computadores.

A Engenharia e seus Sistemas de Auxílio a Projetos podem ser vistos no Capítulo 2, onde é mostrada uma evolução desde o início do uso da Computação na Engenharia até os sistemas atuais. Também trata da estrutura funcional de um projeto auxiliado por computador que é utilizado pela ferramenta desenvolvida.

As Redes de Computadores são tratadas pelo Capítulo 3, onde se podem verificar as formas estruturais das redes, as organizações que as padronizam, os meios de transmissão e alguns aspectos de seu funcionamento lógico. Também são apresentados alguns serviços comuns que atuam sobre estas redes.

Já no Capítulo 4, Realidade Virtual, são vistos os conceitos, tipos de sistemas e as aplicações dos Sistemas de Realidade Virtual, principalmente os voltados para a Engenharia.

A integração destas três áreas, como visto anteriormente, pode ser vista à partir do Capítulo 5. O desenvolvimento da ferramenta, sua estrutura, suas funções, podem ser acompanhadas neste Capítulo. Já o Capítulo 6 é voltado inteiramente para a apresentação dos resultados do uso da ferramenta. Com uma grande quantidade de ilustrações, estes últimos Capítulos não deixam dúvida sobre o potencial da ferramenta desenvolvida, tanto para o meio acadêmico quanto para o meio profissional, com grandes possibilidades de uma futura viabilização comercial.

As conclusões e futuros trabalhos podem ser encontrados nos Capítulos 7 e 8.

Nos Anexos estão as normas que foram seguidas bem como o formato dos arquivos utilizados pela Ferramenta.

2 - PROJETOS – A ENGENHARIA E O CAD

O desenho técnico é a maneira mais simples com que a Engenharia expressa suas criações. Sem o desenho, muito do conforto que temos hoje não seria possível. Pode parecer estranho, mas a Engenharia evolui, à medida que o desenho evolui e vice-versa. Muito dos avanços tecnológicos atuais, provêm da evolução da Engenharia e suas formas de expressão. O que seria da construção civil atual sem os modernos sistemas de projeto e simulação por computador? É obvio que assim como a tecnologia facilita o trabalho do Engenheiro, por conseqüência o mesmo necessita cada vez mais da tecnologia e da sua evolução para poder colocar em prática suas idéias.

Após o início do uso do computador na Engenharia, os avanços nos projetos e tecnologia se multiplicaram de forma gigantesca, levando o profissional a utilizar todo o seu poder de criatividade, elevando o patamar da qualidade dos trabalhos efetuados bem como do seu próprio nível técnico.

Este capítulo tem por objetivo, apresentar a evolução do desenho aplicado à Engenharia, visando o entendimento do desenvolvimento e da necessidade das novas tecnologias de desenho e auxílio aos profissionais, suas idéias e seus projetos.

2.1 - Evolução

Meados do século XX, com o crescente desenvolvimento das indústrias automobilística, aeronáutica e naval, surgiu a necessidade do desenvolvimento de ferramentas que auxiliassem o processo de projeto de um produto.

Alguns pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT), começaram a elaborar trabalhos nesta área, tendo como ponto de partida, um trabalho intitulado "*Computer-Aided Design Project*" (BARN, 2003).

A partir deste momento, diversos pesquisadores, tanto da área acadêmica quanto das grandes indústrias como Boeing e Renault, entre outras, começaram a focar seus trabalhos nesta linha de pesquisa.

Paralelamente, nesta mesma época, as pesquisas na área da computação também evoluíam. Imagens simples eram produzidas em tubos de raios catódicos (CRT), similares ao de uma televisão, em computadores.

O grande advento foi o desenvolvimento do sistema SKETCHPAD. Esse sistema se baseava em um osciloscópio de raios catódicos, acionados por meio de um computador Lincoln TX2, que exibiam informações na tela (BIB, 2006).

A partir desse momento, o termo CAD, iniciais de *Computer Aided Design*, ou, Projeto Auxiliado por Computador começou a ser utilizado para indicar os sistemas gráficos orientados para projetos.

Alguns anos depois, setores da indústria e governo reconheceram a importância da Computação Gráfica para aumentar a produtividade.

Nas décadas de 70 e 80, com o amadurecimento da computação, surgiram e se aperfeiçoaram os programas modeladores de sólidos (com métodos numéricos e sólidos criados pelo método de extrusão), que são as bases dos sistemas CAD atuais (BARN 2003).

As pesquisas buscaram a integração e/ou automatização dos vários elementos de projeto e manufatura com o objetivo de criar uma “fábrica do futuro”. O foco das pesquisas foi expandir os sistemas (Projeto e Manufatura Auxiliados por Computador - CAD/CAM). Desenvolveu-se também a modelagem geométrica tridimensional com mais aplicações de engenharia (Engenharia Auxiliada por Computador - CAE). Alguns exemplos dessas aplicações são a análise e simulação de mecanismos, projeto e análise de injeção de moldes e a aplicação do método dos elementos finitos (BIB, 2006).

A área da Computação Gráfica é muito abrangente dentro da engenharia, sendo possível atualmente, a visualização do trabalho de uma peça em um equipamento através de movimentos simulados antes mesmo da sua fabricação, ou ainda observar o desgaste apresentado em um material a partir de uma simulação desse equipamento e antecipar a melhor maneira de executá-la. Pode-se também visualizar o interior de um edifício, que só existe armazenado na memória do computador.

A grande parte dos softwares para o desenho e projeto (CAD), é capaz de criar efeitos de sombreamento, iluminação e perspectivas em modelos tridimensionais (VOISINET, 1998).

Assim, após anos de evolução, as ferramentas CAD chegaram a um ponto de maturidade e evolução sem precedentes na história da computação.

2.2 - O Computador na Engenharia

Nos dias atuais, o computador tem grande aplicação em processos de simulação consistindo de uma série de cálculos numéricos e tomada de decisões, realizados segundo conjuntos de regras específicas e que utiliza a Matemática como uma das suas principais ferramentas.

Geralmente, o Engenheiro constrói um modelo geométrico que representa a forma e a partir daí, trabalha ou interage com esse modelo nas outras etapas de um projeto, nas quais irá definir os materiais, suas dimensões e outras características. Vai também analisá-lo e avaliá-lo frente às restrições, requisitos existentes e desempenho esperado pelo produto desenvolvido.

O modelo geométrico criado se materializa por meio de modelos físicos (maquetes), ou por meio de modelos gráficos (desenhos técnicos).

Assim, o desenho é um modelo gráfico que representa forma e dimensões dos objetos. Desempenha vários papéis importantes no processo de projeto, dentre os quais se destacam:

- Como ferramenta gráfica para o desenvolvimento da criatividade;
- Utilizado entre dois ou mais projetistas ou clientes para a comunicação de idéias de projetos;
- Recurso para armazenar as informações que compõem o projeto; e
- Resolução de problemas e questionamentos que sempre surgem no desenvolvimento de um projeto.

Assim, o desenho, seja ele entendido como ferramenta de concepção, de comunicação ou de documentação de um projeto, ou apenas como a ciência que permite o estudo do conceito de espaço e de seus atributos como forma, dimensão e posição relativa, é de fundamental importância para o engenheiro.

2.2.1 - O desenho na era da informática

O desenho, apesar de ser adequado para a concepção e representação de um objeto e suas formas, não é adequado para a análise deste mesmo objeto.

Normalmente, utilizam-se modelos físicos ou matemáticos para a realização das análises de engenharia. Com a introdução do computador houve um grande avanço nas metodologias de cálculo e análise numérica, onde foram desenvolvidos métodos importantes, como por exemplo, o Método dos Elementos Finitos.

Era necessária, assim, uma maneira numérica para representar a forma dos objetos, fazendo com que surgissem as primeiras pesquisas no campo hoje conhecido como Modelagem Geométrica Computacional.

Todavia, percebeu-se que, se por um lado, a informação numérica é adequada à manipulação pelo computador, por outro, ela é muito difícil de ser manipulada pelo cérebro humano. Assim, tornou-se necessário o desenvolvimento de ferramentas computacionais para o desenvolvimento de dispositivos e programas computacionais que convertessem a informação geométrica do modo gráfico, adequado ao homem, para o modo numérico, adequado ao computador e vice-versa. Estava aberto o caminho para o desenvolvimento da Representação Gráfica Computacional (LATERZA, 1994).

2.3 - Histórico do CAD

O primeiro passo na direção aos gráficos de computadores foi dado por Ivan Sutherland, em 1963, no MIT que desenvolveu o sistema SKETCHPAD.

A partir daí houve a viabilização das unidades de exibição visual (*Visual Display Unit* - VDU), ou seja, o uso de gráficos nos computadores.

Outra grande evolução foi a miniaturização dos computadores, passando pelo minicomputador e o microcomputador, o que viabilizou o baixo custo.

2.4 - O CAD

Os sistemas CAD/CAM (*Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing*) foram criados para melhorar os desenhos feitos em prancheta e

mudaram a forma de trabalhar bem como os pensamentos na área de manufatura, forçando os profissionais de projetos a uma readaptação de suas habilidades, pois tiveram de abandonar o manuseio de régua, esquadro e compasso (YOSHIDA, 2002).

2.4.1 - Editores gráficos (sistemas CAD-2D)

Após o surgimento dos primeiros monitores de vídeo gráficos acoplados aos computadores, que utilizavam a tecnologia dos CRT, tubos de raios catódicos desenvolvidas com outras finalidades (monitores de radar, osciloscópios, etc.), surgiram também as “*light-pens*” (canetas ópticas), que permitiam ao usuário interagir com os desenhos apresentados no monitor (SPECK, 2005).

Com o surgimento desses e outros periféricos gráficos, foram desenvolvidos os sistemas computacionais que ficaram conhecidos pela sigla CAD. Tais sistemas permitem que as informações geométricas que compõem o desenho sejam criadas, alteradas e apresentadas graficamente no monitor e, ao mesmo tempo, guardadas numericamente na memória do computador. Além disso, permitem que essas informações, se necessário, sejam enviadas às impressoras gráficas (*plotters*). Tais sistemas trouxeram diversas vantagens, entre as quais podemos citar (SPECK, 2005):

- Facilidade na criação e alteração do desenho;
- Melhoria da qualidade gráfica, pois o traço não depende da habilidade dos desenhistas;
- Maior facilidade no arquivamento, recuperação e transporte dos desenhos;
- Possibilita o reaproveitamento de informações existentes, tanto em projetos realizados como em detalhes nas bibliotecas de padrões;
- Organização das informações em camadas (*layers*), facilitando a criação de novas pranchas, combinando-se as camadas; e
- Maior consistência entre desenhos gerados por vários projetistas, pois passam a trabalhar sobre uma base de dados comum a todos.

Apesar das vantagens na mecanização e racionalização das tarefas de desenho, faltava ainda a integração total das etapas de projeto aos editores gráficos, uma vez que os modelos utilizados para a representação da geometria de um

produto eram, na verdade, de natureza bidimensional, ou seja, um conjunto de linhas que representavam a geometria de uma ou mais projeções do objeto num plano, o mesmo que os desenhos convencionais.

2.5 - CAD-3D - Modeladores Geométricos Tridimensionais

Os primeiros sistemas tridimensionais começaram a surgir no final dos anos 60 e início dos anos 70. Mais recentemente, chamados de modeladores geométricos tridimensionais, eram normalmente classificados em três categorias: modeladores de arestas, de superfícies e de sólidos. Hoje já existem ferramentas que englobam todas as categorias (SPECK, 2005).

A grande vantagem desses sistemas está no fato de que o projetista deixa de trabalhar somente com as projeções do modelo e passa a trabalhar diretamente com o próprio modelo em 3D (três dimensões) do objeto. Por exemplo, se, em um sistema tridimensional estiverem representadas simultaneamente na tela do vídeo diversas vistas de um objeto, ao se modificar uma dessas vistas (eliminar uma das arestas, por exemplo), as demais serão automaticamente alteradas, pois a modificação terá sido feita no modelo que representa o objeto e não vista isoladamente.

Outra vantagem é a possibilidade da visualização do objeto (modelo tridimensional) de diversos pontos de vista e por diferentes sistemas de projeção.

Assim, quando se passa a trabalhar com modelos tridimensionais, está se saindo do campo do desenho propriamente dito e entrando no campo da modelagem geométrica tridimensional (SPECK, 2005).

Pensando em termos de desenhos 2D (duas dimensões) para qualquer aplicação, os sistemas CAD 3D facilitam muito a criação, atualização e ampliação desses documentos, pois as vistas e cortes são gerados automaticamente a partir do modelo em 3D. Além disso, muitas coisas são faladas ou escritas sobre a eliminação do papel da indústria (*paperless*), onde os desenhos são acessados digitalmente através de softwares visualizadores, ao invés de serem impressos e distribuídos em papel.

Uma nova geração de softwares visualizadores de 3D está possibilitando a eliminação do trabalho de detalhamento (com o conceito de *drawingless*). Os

visualizadores tridimensionais oferecem os seguintes benefícios para a empresa de manufatura:

- Permitem que diversos usuários não-técnicos, aqueles que não sejam da engenharia, tenham acesso às informações do projeto através de uma interface simples e intuitiva;
- Facilitam visualização, medição e markup em computadores de baixo custo PCs, orçamentos, *mockup* (protótipo) digital, revisão de projeto e usinagem, etc.;
- Acessam modelos 3D e desenhos 2D gerados em diferentes sistemas CAD;
- Trabalham com arquivos que sejam ao mesmo tempo leves e informativos; e
- Reduzem ou eliminam o uso de papel (*paperless*) e a geração de desenhos (*drawingless*).

Os benefícios do *drawingless* são diversos, como a eliminação do tempo gasto na preparação de detalhamentos, ausência dos erros na interpretação de desenhos, melhor relacionamento com fornecedores, gerenciamento de arquivos facilitados, elaboração de orçamentos, revisão de projetos de forma colaborativa, etc. (MOTTA, 2001).

O ciclo de um projeto é dividido, basicamente, na fase de concepção e detalhamento. A fase de criação ou concepção é caracterizada pela intensiva aplicação da engenharia, da tecnologia, da criatividade, enfim, é a fase na qual, efetivamente, agrega-se valor ao produto final. A fase de detalhamento é aquela na qual geramos desenhos para fabricação (SOLINHO, 2002).

Com a introdução ao longo dos últimos anos, dos modeladores baseados em *features* (características), o ciclo de projeto foi bastante reduzido. Grande parte das horas absorvidas pelos sistemas CAD 2D para detalhamento pôde ser realocada para a fase de concepção, pois com os atuais CAD 3D, o detalhamento é automático. Sendo assim, o tempo do engenheiro, que antes era usado para revisão e alteração dos desenhos, foi redirecionado para outras atividades.

A perspectiva para o futuro próximo é que, cada vez mais, a atividade de detalhamento, revisão e alteração em 2D absorva menor tempo do engenheiro, pois, além dos avanços surpreendentes das *features*, performance e facilidade de uso, os desenvolvedores estão empenhados na geração de Interfaces de Programação de Aplicativos (API) cada vez mais robustas.

Ao contrário do passado, quando para se ter aplicativos integrados aos sistema CAD era necessário partir para soluções *high-end*, hoje já é possível usar soluções *mid-range* e integrá-las na mesma tela com os melhores aplicativos disponíveis no mercado.

Toda essa integração é fruto de um novo conceito de interface de programação de aplicativos que permite, hoje, que cada empresa monte a solução de CAD adequada às suas necessidades, integrando aplicativos para otimização de suas tarefas específicas.

O CAD, entendendo-o agora como um conjunto de ferramentas de projeto, cada vez mais oferecerá recursos aos engenheiros projetistas, possibilitando ainda mais o aumento da produtividade e qualidade, e, efetivamente, os softwares atuarão como uma ferramenta de projeto assistido e não somente como uma simples ferramenta de desenho 2D (SOLINHO, 2002).

2.6 - O 3D e a Engenharia

Claramente, uma solução de CAD 3D seria essencial para a Engenharia. Se o mundo real é em 3D, seu produto não deve ser simplesmente uma chapa plana em duas dimensões.

Algumas empresas e profissionais que entraram para o “mundo tridimensional” puderam obter um projeto completo, além de disponibilizar esses modelos para seus fornecedores. Isso sem ter a necessidade de utilizar recursos só encontrados em softwares caros e de grande porte. Com o advento do 3D, bons resultados começaram a ser obtidos e alguns deles (Arquitetos, Decoradores, Etc.) já não pensam mais em utilizar o 2D.

Nos últimos anos, com a popularização dos PC's (*Personal Computers* ou Computadores Pessoais) e, conseqüentemente, com os preços de máquinas cada vez mais baixos, o software CAD 3D evoluiu muito.

Quanto à implantação dos sistemas CAD 3D na Engenharia, existem algumas peculiaridades.

Mas as mesmas dificuldades aparecem no trabalho com todo software. Pode-se dizer que ele é mais fácil de ser implantado do que um CAD 2D, devido à cultura da informática já estar disseminada.

2.7 - As Aplicações dos sistemas CAD

Existem vários pacotes de programas CAD para diversos tipos de plataformas de computadores (PC's, estações de trabalho etc.). Cada pacote tem suas funções e segmentos de mercado bem definidos e, conseqüentemente, um grupo de usuários específicos. Por exemplo, existem sistemas para as áreas de mecânica, eletricidade, arquitetura, calçadista, têxtil etc. (BIB, 2006).

2.8 - Projeto auxiliado por computador

O termo projeto é utilizado para caracterizar “a representação gráfica, de acordo com uma idéia prévia, de um objeto funcional ou artístico, dispositivo mecânico, estrutura ou funcionamento de um sistema ou processo” (BARN, 2003).

2.8.1 - O ambiente de projeto

É importante observar que as técnicas e as ferramentas de Modelagem Geométrica Computacional não trouxeram somente melhorias de produtividade e qualidade para o projeto de engenharia, mas também mudaram radicalmente a maneira pela qual ele é desenvolvido.

A possibilidade de criação de formas geométricas a partir da varredura translacional ou rotacional de figuras planas e a possibilidade de combinação dos sólidos assim gerados também deram ao projetista uma grande flexibilidade para a modelagem dos objetos.

Por outro lado, a interface de alguns dos sistemas de modelamento de sólidos com o usuário colocou à disposição do projetista, operações análogas às utilizadas nos processos de fabricação, tais como torneiar, furar, vazar, “extrudar”, puncionar e estampar. Tais sistemas de modelagem por *features* conferiram ao projeto um caráter extremamente lógico e intuitivo.

Assim, apesar do projeto de engenharia continuar baseado na imaginação, na modelagem e na comunicação de idéias, a grande diferença está na forma como a modelagem e a comunicação de idéias são efetuadas.

Num ambiente de modelagem geométrica computacional, os desenhos técnicos de engenharia, entendidos como representações gráficas no papel (vistas ortográficas, cortes etc.), passam a ser necessários apenas na fase final de documentação do projeto. Em alguns casos, inclusive nessa etapa, a representação gráfica em papel está se tornando desnecessária.

De fato, a documentação do ponto de vista do armazenamento das informações, fica mais simples e prática na forma digital, pois os meios ópticos e magnéticos geram maior economia de espaço, durabilidade e facilidade de acesso à informação.

Portanto, neste ambiente de projeto, caso os desenhos sejam necessários, serão gerados automaticamente a partir de um modelo sólido, em vez de construídos vista por vista, linha por linha, como acontecia anteriormente (LATERZA, 1994).

2.8.2 - Conceito de sistema CAD

Em um amplo sentido, pode-se entender o CAD como a "aplicação da informática ao processo de projeto de Engenharia". Entende-se por Sistema CAD, um sistema informatizado que automatiza o processo de projeto de um produto (edifício, automóvel, peça, modelo, conjunto, etc.) (SALMON, 87).

Os meios informatizados podem ser utilizados na maior parte das etapas do processo, sendo o desenho em si o que mais tem sido utilizado. Uma ferramenta CAD é um software que aborda a automatização global do processo de projeto de um determinado tipo de entidade.

O êxito da utilização dos sistemas CAD resulta na redução de tempo investido nos ciclos de exploração, fundamentalmente pelo uso de sistemas gráficos interativos que permitem realizar as modificações no modelo e observar imediatamente as mudanças refletidas no projeto.

O desenvolvimento de um sistema CAD baseia-se na representação computacional do modelo. Isto permite produzir, elaborar e apresentar automaticamente os detalhes do desenho e a sua documentação, além de possibilitar a utilização de métodos numéricos para realizar simulações sobre o modelo, como uma alternativa à construção de protótipos.

Os ciclos do projeto que utilizam sistemas CAD vêm-se afetados pela inclusão de uma etapa de simulação entre a criação de um modelo e a geração dos seus esboços. Esta simples modificação supõe uma redução importante na duração do processo de desenho, já que permite antecipar o momento em que se detectam alguns erros de projeto. A Figura 2.1 mostra o ciclo de projeto utilizando uma ferramenta CAD. A área sombreada mostra a atuação do sistema CAD.

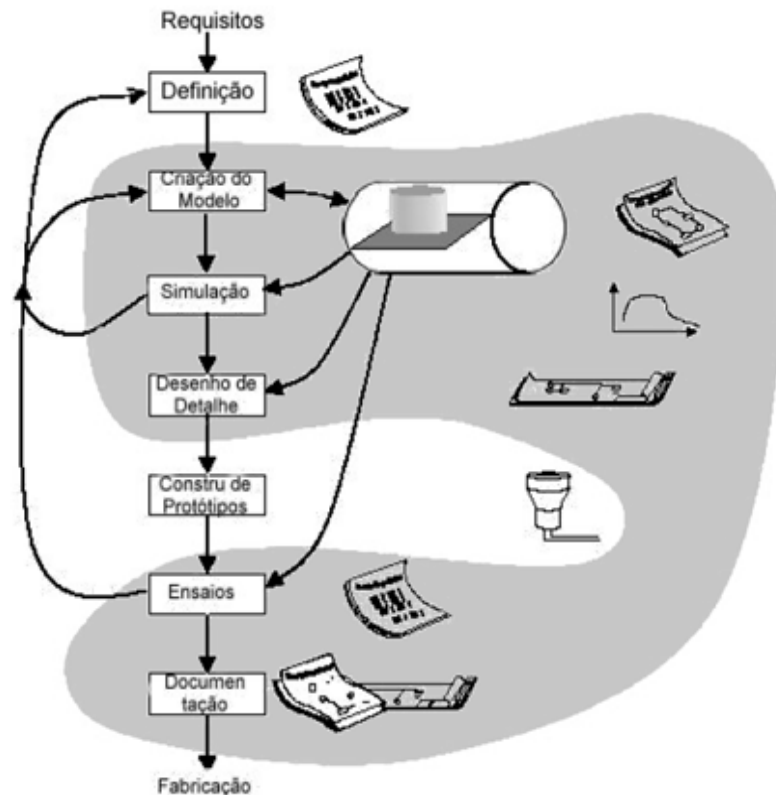


Figura 2.1: Processo de projeto usando uma ferramenta CAD (BARN, 2003)

Apenas as etapas de definição e construção de protótipos que se encontram fora do âmbito de um sistema CAD. As demais tarefas são realizadas utilizando o sistema CAD. A importância da realização de ensaios com protótipos dependerá da natureza do objeto que se deseja projetar, e da possibilidade de substituí-los por simulações numéricas. Quando não existe um processo de fabricação em série a construção de protótipos não pode acontecer. Outro aspecto importante da automatização do projeto é a possibilidade de utilizar a informação do modelo como base para um processo de fabricação assistida por computador.

2.8.3 - Estrutura de um sistema CAD

Como o projeto é um processo iterativo de definição de um objeto, o desenvolvimento de um sistema CAD deve basear-se no estabelecimento de um ciclo de edição suportado por técnicas de representação, de edição e de visualização do modelo. Num nível mais concreto, um sistema CAD deve realizar as seguintes funções:

- Definição interativa do objeto;
- Visualização múltipla;
- Cálculo de propriedades, simulação;
- Modificação do modelo;
- Geração de planos e documentação; e
- Conexão com CAM.

É difícil de se estabelecer um modelo universal de sistema de projeto. Não obstante, em nível geral, e com base nas funções a desempenhar, pode-se estabelecer que todos os sistemas de projetos devam conter, ao menos, os componentes de edição, visualização, cálculo e documentação (BRUN, 86).

2.9 - Campos de aplicação

Existe um grande número de aplicações que de um modo ou de outro automatizam parte de um processo de projeto. Atualmente, para quase todos os processos de fabricação e elaboração dispõem-se de ferramentas informatizadas que ajudam este processo.

E possível encontrar no mercado aplicações específicas para um determinado campo junto com aplicações de tipo geral, que basicamente são editores de um modelo geométrico, sobre as quais se podem acoplar módulos de simulação, de cálculos específicos para certo campo específico. Este último é o caso dos programas AUTOCAD (Autodesk), 3D-Studio (Autodesk) e MICROSTATION (Bentley) entre outros.

2.9.1 - As Vantagens

Destacam-se vários motivos na utilização de sistemas de auxílio de projeto:

Aumenta a capacidade do projetista/engenheiro: ajuda ao projetista a visualizar o produto e subsistemas; redução do tempo necessário em analisar, sintetizar e documentar o projeto, custos mais baixos e prazos menores para sua conclusão;

Melhorias na qualidade do projeto: permite análise de engenharia completa (concepção ao dimensionamento fina) e propicia maiores alternativas para serem verificadas em pouco tempo bem como redução de erros dimensionais de projeto levando a um projeto melhor;

Melhorias na qualidade da comunicação: fornece melhores desenhos, maior padronização nos detalhamentos, melhor documentação para o projeto, menos erros dimensionais e maior clareza de detalhes e legibilidade;

Criação de um banco de dados para manufatura: automaticamente é gerado um arquivo de dados com as informações geométricas podendo serem enviadas à uma máquina de controle numérico. Para a geração de documentação (notas de desenho, numeração das partes, etc.), fornece um banco de dados para as outras atividades de suporte à produção, como: *CAP (Computer Aided Planning)*, *MRP (Material Requesting Planning)*, etc..

Um sistema CAD, se bem implantado, pode aumentar significativamente a produtividade do departamento de projetos, através da implantação de vários tipos de técnicas complementares:

- Personalizando o CAD, utilizando rotinas do dia a dia em formas práticas de utilização;
- CAE, simulações e cálculos feitos a partir do desenho de cada peça; e
- CAM, integrando computador e máquina de comando numérico.

2.9.2 - As Desvantagens

Em relação às desvantagens do CAD, estas são poucas, embora consideráveis, destacando-se os custos de aquisição de Hardware e Software.

Quanto ao custo de aquisição do Hardware, normalmente estão associados a estas aplicações máquinas com características especiais, como por exemplo:

- Velocidade de processamento;
- Placas gráficas com elevada velocidade de processamento;
- Monitor mínimo recomendado de 17" (polegadas).
- Custo associado à formação de utilizadores: Apesar de já existirem muitos centros de formação, os preços relativos à formação necessária ainda não são propriamente económicos. A quantidade/qualidade dos cursos necessários depende, obviamente, das necessidades específicas do departamento de projeto de cada empresa.
- Custo associado à aquisição do Software: Existem no mercado diversas soluções, umas económicas, outras nem tanto. O seu custo vai depender das necessidades específicas de cada Empresa.

2.10 - A integração no futuro

As novas maneiras de leitura das informações, verificação de medidas ou tolerâncias, poderão ser vistas via programas auxiliares instalados em microcomputador, *workstations* ou *notebooks* e utilizadas nos canteiros de obra, na engenharia civil, chão de fábrica ou em qualquer lugar distante do local de desenvolvimento de um projeto (BARBERATO, 2001).

Espera-se que em breve, os fabricantes entreguem os melhores produtos ao mercado o mais rápido possível, a um preço mais acessível (McELENY, 2004).

Mas, para muitos projetistas (àqueles que têm uma visão mais abrangente), bons produtos a preços baixos são uma exigência, pois somente após isso, conseguirão, ao final dos projetos, manter a qualidade exigida pela empresa e pelo mercado, dando sempre um passo a frente na busca constante pela excelência (ANDRADE, 2004).

2.11 - Considerações Finais

Neste Capítulo foram apresentadas as principais características dos projetos assistidos por computador. Estas são importantes para posicionar a ferramenta a ser mostrada no Capítulo 5.

Esta ferramenta desenvolvida, não tem como objetivo competir com os sistemas comerciais voltados exclusivamente para projetos de Engenharia. Está focada no Auxílio aos Projetos voltados às Redes de Computadores. Assim, como foi visto sobre os sistemas CAD, também são necessários conhecimentos sobre a Área da Informática direcionada à interligação entre os equipamentos, as Redes de Computadores. Neste sentido, o capítulo a seguir, tem como objetivo fornecer informação ao leitor sobre os conceitos básicos de comunicação e interligação dos equipamentos computacionais, seus equipamentos, suas limitações e algumas funcionalidades.

3 - CONCEITOS SOBRE PROJETOS DE REDES DE COMPUTADORES

Neste Capítulo estão apresentados os principais conceitos de Redes de Computadores. Estes serão empregados para o desenvolvimento da Ferramenta discutida no Capítulo 5.

3.1 - Definição de Redes de Computadores

Segundo Tanenbaum (2003), o conceito de Rede é definido por um conjunto de computadores autônomos, interconectados por uma única tecnologia. Dois computadores estão interconectados quando podem trocar informações. A conexão não precisa ser feita por um fio de cobre; também podem ser usados fibras ópticas, microondas, ondas de infra-vermelho e satélites de comunicações. Existem redes em muitos tamanhos, modelos e formas.

O futuro da computação está ligado diretamente a este compartilhamento de informações entre os equipamentos interligados a estas redes. A velocidade na obtenção da informação permite que, todas as áreas, sejam elas, de pesquisa, de tecnologia ou até mesmo médica, evoluam rapidamente. Sendo assim, a correta organização e dimensionamento de uma rede de computadores, tende a evitar problemas estruturais futuros que possam interferir no desempenho da rede em sua escala local, regional ou até global.

3.2 - Os Tipos, Categorias e Topologias de uma Rede

O tipo mais simples de rede que pode ser montada é o Ponto-a-Ponto ou P2P, onde os micros compartilham seus dados e periféricos. Desta forma, qualquer micro pode facilmente ler e escrever arquivos armazenados em qualquer micro da rede bem como usar periféricos que estejam instalados em outros computadores (TORRES, 2001).

Outro tipo, o Cliente/Servidor existe a figura do servidor, basicamente um microcomputador que provê recursos para os demais microcomputadores da rede, chamados de clientes. O servidor é uma máquina especializada em tarefas

específicas que geralmente possui altas capacidades de processamento e armazenamento (TORRES, 2001; BOCHENSKI, 1995).

As redes podem ser classificadas com relação à sua abrangência geográfica, como sendo LAN's, MAN's e WAN's.

A categoria de rede mais comum é a *Local Area Network* (LAN) que consiste em uma rede de alcance local. As LAN's surgiram em ambientes dos institutos de pesquisa e das universidades. O enfoque dos sistemas de computação na década de 70 levava em direção à distribuição do poder computacional.

Redes locais surgiram para viabilizar a troca e o compartilhamento de informações bem como dispositivos periféricos (recursos de *hardware* e *software*), preservando a independência das várias estações de processamento e permitindo a integração em ambientes de trabalho cooperativo. Caracteriza-se uma rede local como sendo uma rede que permite a interconexão de equipamentos de comunicação de dados numa pequena região limitada a aproximadamente 500 metros de alcance. Outras características típicas e comumente associadas à redes locais são: altas taxas de transmissão (de 0,1 a 1000 Mbps ou mais) e baixas taxas de erro (de 10^{-8} a 10^{-11} bits); outra característica é que geralmente são de acesso privativo (SOARES, 1995; TANENBAUM, 2003).

A categoria de rede *Wide Area Network* (WAN) pode ser definida como uma rede de alcance remoto e surgiu com a necessidade de compartilhar recursos especializados por uma maior comunidade de usuários geograficamente distantes uns dos outros. Por terem um custo de comunicação bastante elevado (enlaces de microondas, circuitos de fibras-ópticas e circuitos para satélites), tais redes são geralmente públicas, isto é, o sistema de comunicação chamado sub-rede de comunicação é mantido gerenciado e de propriedade pública. Atualmente, algumas empresas particulares estão adentrando este lucrativo mercado e ampliando suas redes. Devido ao custo, a interligação dos diversos módulos processadores nessa rede implica na utilização de um arranjo topológico específico e diferente daqueles utilizados em redes locais. Ainda com relação aos custos, as velocidades de transmissão empregadas são baixas: da ordem de algumas dezenas de kilobits/segundo – embora alguns enlaces cheguem hoje à velocidade de megabits/segundo. Por questão de confiabilidade, caminhos alternativos podem ser oferecidos de forma a interligar seus diversos módulos. A constituição de WANS exige o uso de *bridges* e/ou *routers*, equipamentos capazes de interligar, filtrar

tráfego e estabelecer rotas de acesso entre as redes envolvidas na comunicação (SOARES, 1995; TANENBAUM, 2003).

Uma *Metropolitan Area Network* (MAN) ou rede metropolitana é uma categoria de rede que pode ser constituída por uma única sub-rede ou por várias sub-redes ou redes independentes interligadas por meio de um canal de comunicação de alta velocidade, normalmente um *backbone* de cabo óptico. A MAN pode abranger uma cidade ou um conjunto de cidades próximas, num raio de aproximadamente 100 km. Como os custos de implantação envolvidos são elevados, MANs de uso comunitário estão sendo instaladas no Brasil e no resto do mundo. Nessas redes, as empresas que se interessam em usar o *backbone* da MAN alugam uma ou mais portas de alta velocidade para interligarem suas redes ou para acessar serviços Internet ou outros. Como a banda total da MAN é dividida pelos diversos usuários, embora a sua velocidade total seja bem elevada, as velocidades para esses usuários são frações da velocidade total. A Figura 3.1 resume a relação das topologias de rede com as distâncias entre os vários processadores existentes no sistema de rede (SOARES, 1995; TANENBAUM, 2003).

Distância entre processadores	Processadores localizados no(a) mesmo(a)	Exemplo
1 m	Metro quadrado	Rede pessoal
10 m	Sala	} Rede local
100 m	Edifício	
1 km	Campus	
10 km	Cidade	Rede metropolitana
100 km	Pais	} Rede geograficamente distribuída
1.000 km	Continente	
10.000 km	Planeta	A Internet

Figura 3.1: Categorias de Rede (TANENBAUM, 2003, p. 17)

Pode-se também classificar as redes no que se refere à topologia, sendo a classificação mais importante no que se refere a projetos de redes. Toda rede possui uma topologia física e uma topologia lógica.

A topologia física define como os dispositivos da rede serão fisicamente conectados. (SOARES, 1995). As topologias mais comuns são:

- Barramento: Uma topologia de barramento física utiliza um cabo único com o qual todos os dispositivos da rede se conectam (método de conexão de vários pontos).
- Estrela: Uma topologia física em estrela utiliza um ou mais *hubs* com os quais todos os dispositivos da rede se conectam (método de conexão ponto-a-ponto).
- Anel: Uma topologia de anel física utiliza uma série de conexões ponto-a-ponto entre dispositivos da rede para formar um “anel” físico.

Usando estas topologias básicas, outros arranjos podem ser realizados para a interconexão dos computadores, formando uma topologia mista.

Na Figura 3.2 são mostrados alguns exemplos de topologias físicas de Redes de Computadores.

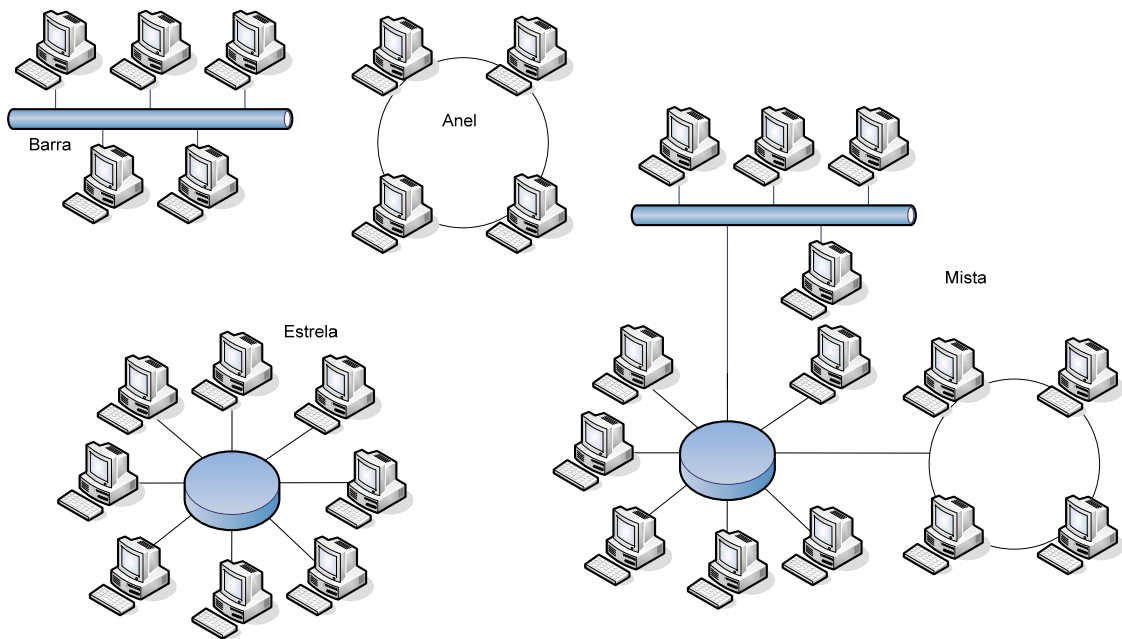


Figura 3.2: Topologias de Rede

A topologia lógica é o caminho real que um sinal percorre em uma rede. Existem duas topologias lógicas normalmente utilizadas (SOARES, 1995):

- Barramento: Em uma topologia de barramento lógica, um sinal é gerado e propagado para todos os dispositivos da rede, independente da localização do ou dos receptores de destino;

- Anel: Em uma topologia de anel lógica, o sinal é gerado e percorre um caminho especificado em uma única direção, passando por todos os dispositivos que participam desse anel lógico e retornando ao nó de origem.

3.3 - Organizações de Padronização

As entidades padronizadoras são importantes na área de redes, pois possibilitam que as empresas produzam equipamentos que possam se intercomunicar. As principais organizações de padronizações internacionais são:

- *International Standards Organization (ISO)* é uma federação internacional de corporações de padronização nacional em aproximadamente 130 países, uma em cada país, parte da ONU. A tarefa da ISO é promover o desenvolvimento da padronização e atividades relacionadas no mundo inteiro com o objetivo de facilitar o comércio internacional de produtos e serviços e o desenvolvimento da cooperação nas esferas e atividades intelectual, científica, tecnológica e econômica. A padronização de cabeamento faz parte apenas de uma pequena parcela dos interesses da ISO em torno do mundo, exceto equipamentos eletrônicos e elétricos (CARVALHO, 1998). Sua área de influência é global (SOARES, 1995; TEIXEIRA JUNIOR, 1999; TANENBAUM, 2003; TORRES, 2001);
- *International Electrotechnical Commission (IEC)* é a corporação responsável pela padronização internacional e inspeção de conformidade para todas as áreas da eletro tecnologia e faz parte da ONU (CARVALHO, 1998). Sua área de influência é mundial;
- *Electronics Industry Association (EIA)*, fundada em 1918. Ela é responsável por toda a coordenação, formalização e utilização de normas e padrões americanos do setor (CARVALHO, 1998). Sua área de influência é principalmente nos EUA e Canadá; e
- *Telecommunications Industry Association (TIA)*, fundada em 1988 é uma associação de indústrias, principalmente dos EUA e Canadá, que oferecem produtos de comunicação e tecnologia da informação, materiais, sistemas, serviços de distribuição e profissionais. É a organização que mais

estabelece premissas em relação ao cabeamento na América do Norte (CARVALHO, 1998). Sua área de influência é EUA e Canadá.

Outras entidades:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Brasil;
- CCITT - (Comitê Consultivo Internacional de Telegrafia e Telefonia) - Parte da ITU (União Internacional de Telecomunicações) órgão da ONU. Desenvolve e publica várias recomendações na área de Correio, Telegrafia e Telefonia. Transformou-se em ITU-T em 1993;
- ANSI - EUA - Instituto de Padronização Americano; e
- AFNOR (França), BSI (Inglaterra), INTAP (Japão), IEEE (EUA)(Instituto Elétrico de Engenheiros Eletrônicos).

3.4 - Os Aspectos Físicos

O projeto de uma rede é dividido de acordo com os seus aspectos físicos e lógicos. O projeto físico é composto pela especificação e projeto de todos os meios físicos de transmissão e equipamentos necessários.

3.4.1 - Os Meios de Transmissão

Os meios de transmissão são utilizados nas Redes de Computadores para interligar as estações. Os meios de transmissão diferem-se quanto à banda passante, ao potencial para conexão ponto a ponto ou multiponto, à limitação geográfica em razão da atenuação característica do meio, imunidade a ruídos, custo, disponibilidade de componentes e também a confiabilidade. Qualquer meio físico capaz de transportar informações eletromagnéticas é passível de ser usado em Redes de Computadores. Os mais utilizados são: os cabos de par trançado, coaxial e o óptico. Sob circunstâncias especiais, radiodifusão (wireless), infravermelho, enlaces de satélite e microondas também são escolhas possíveis (SOARES, 1995).

3.4.1.1 - Cabos de Par Trançado

Em diversas aplicações, é necessário manter uma conexão direta e permanente entre dois ou mais computadores. O suporte de transmissão mais clássico utilizado até o momento é o par de fios trançados. É composto de dois fios elétricos em cobre, isolados e arrançados longitudinalmente de forma helicoidal. Essa técnica de enrolar os fios permite diminuir os efeitos das induções eletromagnéticas parasitas que provêm do ambiente no qual estiver instalado.

A utilização mais típica desse suporte de transmissão é a rede telefônica, em que, graças às suas características elétricas, os sinais emitidos podem percorrer várias dezenas de quilômetros, sem a necessidade de amplificação ou regeneração desse sinal. Estes podem, ainda, ser utilizados tanto para a transmissão de sinais analógicos quanto digitais; e a banda passante atingida é função da sua composição (particularmente, diâmetro e pureza dos condutores, natureza dos isolantes e do comprimento do cabo). A taxa de transmissão que é obtida com a utilização desse suporte de transmissão situa-se na faixa de algumas dezenas de Kbits/s, podendo atingir, em condições particulares, a faixa dos Mbits/s em pequenas distâncias (TORRES, 2001).

Existem três tipos de par trançado:

- UTP = *Unshielded Twisted Pair* - isolamento simples por capa plástica, sem blindagem;
- FTP = *Foil Unshielded Twisted Pair* - isolamento com folha de alumínio;
- STP = *Shielded Twisted Pair* - blindagem elétrica de alumínio.

Os cabos trançados são ainda divididos em categorias de acordo com sua capacidade de transmissão:

- UTP categoria 1: Voz;
- UTP categoria 2: 4Mhz;
- UTP categoria 3: 16Mhz 10Mbps;
- UTP categoria 4 : 20Mhz 16Mbps;
- UTP categoria 5 : 100Mhz 100Mbps.

Atualmente foram homologados pela EIA/TIA os cabos categoria 5E, 6 e 7, que operam com frequências e velocidades muito superiores. Cabos categoria 7 já são comercializados e, via de regra, empregados em grandes projetos de redes

(TORRES, 2001). A Figura 3.3 mostra o cabo trançado de 2 pares e a Figura 3.4 o cabo trançado de 4 pares.



Figura 3.3: Cabo Trançado 2 pares

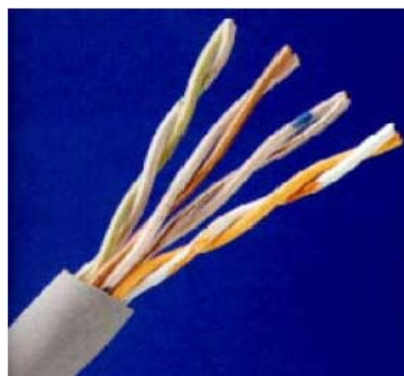


Figura 3.4: Cabo Trançado 4 pares

3.4.1.2 - Cabos Coaxiais

Os cabos coaxiais são também altamente empregados como suporte de transmissão. São dois os tipos de cabos mais utilizados:

- Impedância característica de 50 ohms; utilizado nas transmissões digitais denominadas transmissão em banda de base;
- Impedância característica de 75 ohms; é mais adequado para a transmissão de sinais analógicos em banda larga.

Em relação aos pares de fios trançados, os cabos coaxiais apresentam melhores características elétricas e oferecem boa relação entre a banda passante e a proteção contra interferências eletromagnéticas. A largura de banda vai depender igualmente da qualidade da composição do cabo e do seu comprimento. Para as distâncias em torno de 1km, é possível obter uma taxa de transmissão de aproximadamente 10 Mbits/segundo, podendo-se obter taxas superiores para distâncias mais curtas. Os cabos coaxiais são muito utilizados como suporte de transmissão nas redes locais industriais.

Um cabo coaxial consiste em um condutor de cobre central – um fio sólido ou torcido, sendo que o sólido é a melhor opção para redes –, uma camada de isolamento flexível, uma blindagem com uma malha ou trança metálica e uma cobertura externa. O termo coaxial surgiu porque a malha de blindagem e o condutor central têm o mesmo eixo.

O cabo coaxial, mostrado na Figura 3.5 e na Figura 3.6, tem uma importante função nas arquiteturas de rede ARCnet e Ethernet, mas não é utilizado em redes *tokenring* (TORRES, 2001).

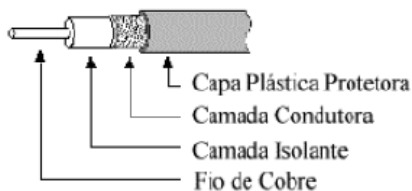


Figura 3.5: Cabo Coaxial

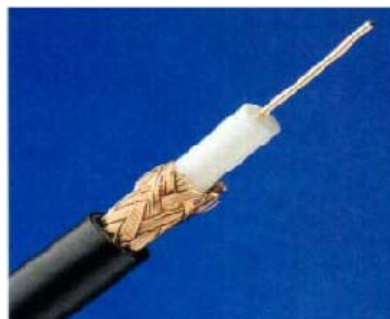


Figura 3.6: Cabo Coaxial

3.4.1.3 - Cabos Ópticos

A fibra óptica é um meio delgado e flexível que conduz pulsos de luz, sendo que cada um desses pulsos representa um bit. Uma única fibra óptica pode suportar taxas de transmissão elevadíssimas, de até dezenas ou mesmo centenas de gigabits por segundo. Fibras ópticas são imunes à interferência eletromagnética, têm baixíssima atenuação de sinal de até cem quilômetros e são muito difíceis de derivar. Essas características fizeram a fibra óptica o meio preferido para transmissão guiada de grande alcance, em particular para cabos submarinos. Hoje, muitas redes telefônicas de longa distância dos Estados Unidos e de outros países usam exclusivamente fibras ópticas, que também predominam no *backbone* da Internet. Contudo, o alto custo de equipamentos ópticos – como transmissores, receptores e comutadores – vem impedindo sua utilização para transporte a curta distância, como em LANs ou em redes de acesso residenciais (IEC OPTICAL, 2003; GORALSKI, 2001; RAMASWAMI, 1998; MUKHERJEE, 1997) oferecem uma revisão de vários aspectos de redes óticas. Velocidades de enlaces ópticos podem atingir dezenas de gigabits por segundo. (KUROSE, 2005). A Figura 3.7 mostra uma fibra óptica.



Figura 3.7: Fibra Óptica

3.4.1.4 - Canais de Rádio Terrestres

Canais de rádio carregam sinais dentro do espectro eletromagnético. São meios atraentes porque sua instalação não requer cabos físicos, podem atravessar paredes, dão conectividade ao usuário móvel e, potencialmente, podem transmitir um sinal a longas distâncias. As características de um canal de rádio dependem significativamente do ambiente de propagação e da distância pela qual o sinal deve ser transmitido. Condições ambientais determinam perda de sinal no caminho e atenuação por efeito sombra (que reduz a intensidade do sinal quando ele transita por distâncias longas e ao redor/através de objetos interferentes), atenuação por multivias (devido à reflexão do sinal quando atinge objetos interferentes) e interferência (devido a outros canais de rádio ou sinais eletromagnéticos).

Canais de rádio terrestres podem ser classificados, de modo geral, em dois grupos: os de pequeno alcance, que funcionam em locais próximos, normalmente abrangendo de dez a algumas centenas de metros, e, os de longo alcance, que abrangem dezenas de quilômetros. As LANs sem fio utilizam canais de rádio de pequeno alcance; WAP, i-mode e tecnologias 3G, usam canais de rádio de longo alcance (KUROSE, 2005)

3.4.1.5 - Canais de Rádio por Satélite

Um satélite de comunicação liga dois ou mais transmissores-receptores de microondas baseados na Terra, denominados estações terrestres. Ele recebe transmissões de uma faixa de frequência, gera novamente o sinal usando um

repetidor e o transmite em outra frequência. Satélites podem prover taxas de transmissão na faixa de gigabits por segundo. Dois tipos de satélites são usados para comunicações: satélites geoestacionários e satélites de baixa altitude.

Os satélites geoestacionários ficam permanentemente sobre o mesmo lugar da Terra. Esta presença estacionária é conseguida colocando-se o satélite em órbita a 36 mil quilômetros acima da superfície terrestre. Esta enorme distância da estação terrestre ao satélite e seu caminho de volta à estação terrestre traz um substancial atraso de propagação de sinal de 250 milissegundos. Mesmo assim, enlaces por satélite, que podem funcionar a velocidades de centenas de Mbps, são freqüentemente usados em redes de telefonia e no *backbone* da Internet.

Os satélites de baixa altitude são posicionados muito mais próximos da Terra e não ficam permanentemente sobre um único lugar. Eles giram ao redor da Terra exatamente como a Lua. Para prover cobertura contínua em determinada área, é preciso colocar muitos satélites em órbita. Hoje, existem muitos sistemas de comunicação de baixa altitude em desenvolvimento. A tecnologia de satélites de baixa altitude poderá ser utilizada para acesso à Internet no futuro (KUROSE, 2005).

3.4.2 - Cabeamento Estruturado

Sistema baseado na padronização das interfaces e meios de transmissão, de modo a tornar o cabeamento independente da aplicação e do *layout* (distribuição dos equipamentos).

Seguindo as normas internacionais, o sistema de cabeamento estruturado visa suportar as necessidades tanto atuais quanto futuras, de comunicações para dados, voz e imagem. Para assegurar um perfeito sistema de cabeamento estruturado, alguns requisitos são de suma importância, entre eles, a prática adequada de instalação e a documentação do projeto físico. As principais vantagens são (CARVALHO, 1998):

- Destinado às empresas que necessitam de uma rede segura e perene;
- Meio Físico Padronizado;
- Interfaces de Conexão Padronizadas;
- Flexibilidade;
- Arquitetura Aberta;

- Conectividade;
- Projeto Integrado do Sistema e Instalação;
- Consistência, Flexibilidade e Aderência aos Padrões Internacionais;
- Suporte a diversos padrões de comunicação;
- Sistema Telefônico / Ramais de PABX;
- Redes de Computadores / Computadores Pessoais;
- Intercomunicação / Sonorização;
- Televisão / TV a Cabo / CFTV;
- Controle de Iluminação;
- Detectores de Fumaça;
- Controle de Acesso / Leitores de Cartão;
- Sistemas de Segurança; e
- Controles Ambientais (Ar Condicionado e Ventilação).

Atualmente, o cabeamento estruturado baseia-se em normas internacionais, que direcionam os fabricantes para certo conjunto de soluções próximas, evitando as constantes alterações de produtos, como também sistemas "proprietários", onde um só fabricante é detentor da tecnologia. Cabeamento Estruturado segundo as Normas Internacionais EIA/TIA 568A, EIA/TIA 569A e EIA/TIA 606 e suas atualizações, que são as bases para o desenvolvimento da Ferramenta apresentada no Capítulo 5. (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

3.4.3 - Equipamentos

Os elementos ativos, que são formados por todos os equipamentos que proporcionam o funcionamento correto conforme o padrão de rede estabelecido, se interagem, produzindo um sistema de comunicação balanceado e estruturalmente equilibrado, podendo ser definidos como peças sumariamente importantes de comunicação local e remota. São eles (SOARES NETO, 2001):

- Repetidores;
- Pontes / *Bridges*;
- Roteadores / *Routers*;
- *Hubs*;
- *Gateways*;

- *Switch*;
- Placas de Rede; e
- *Modems*.

Outros equipamentos importantes nas redes são os computadores comumente chamados de PC (*Personal Computer*). Os PCs tem uma fama no mercado por incorporarem alguns detalhes como:

- Arquitetura aberta. Qualquer fabricante de *hardware* e *software* pode desenvolver placas ou programas para esses computadores. Com isso, a concorrência aumenta e conseqüentemente os preços caem em virtude da diversidade de fornecedores e modelos;
- Padrão de mercado. A grande maioria dos usuários utiliza-se de uma máquina PC, seja para *desktop* (cliente) como para uso corporativo (servidor);
- Extensa bibliografia disponível. Em qualquer livraria ou banca de jornal, podem-se encontrar obras técnicas relativas a máquinas PC e seus *softwares*, a custo extremamente baixo.

Entre os PC's existem os servidores e os clientes perfazendo uma arquitetura singular. Segundo Carvalho (1998) e Bochenski (1995), a arquitetura de sistemas cliente-servidor é composta de vários computadores, com duas funções básicas:

- Servidor: Disponibilizar serviços aos usuários (clientes) do sistema; e
- Clientes: Permitir aos usuários o acesso aos serviços da rede.

Os principais componentes de uma arquitetura de sistemas cliente-servidor são (CARVALHO, 1998):

- Sistemas Operacionais;
- Aplicações Servidoras;
- Aplicações Clientes;
- Sistemas Corporativos; e
- *Hardware*.

3.5 - Os Aspectos Lógicos

Como citado anteriormente, os aspectos lógicos definem o escopo do projeto lógico é composto pelo projeto e especificação dos protocolos e serviços.

Protocolos são, basicamente, parte do sistema operacional da rede encarregada de ditar as normas para a comunicação entre os dispositivos.

3.5.1 - A Arquitetura TCP/IP

TCP/IP é um acrônimo para o termo *Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite*, ou seja, é um conjunto de protocolos, sendo que, onde dois dos mais importantes (o IP e o TCP) deram seus nomes à arquitetura. O protocolo IP, base da estrutura de comunicação da Internet é um protocolo baseado no paradigma de chaveamento de pacotes (*packet-switching*) (COMER, 1998).

Os protocolos TCP/IP podem ser utilizados sobre qualquer estrutura de rede, seja ela simples como uma ligação ponto-a-ponto ou uma rede de pacotes complexa. Como exemplo, pode-se empregar estruturas de rede como Ethernet, Token-Ring, FDDI, PPP, ATM, X.25, Frame-Relay, barramentos SCSI, ligações telefônicas discadas e várias outras como meio de comunicação do protocolo TCP/IP.

A arquitetura TCP/IP, realiza a divisão de funções do sistema de comunicação em uma estrutura de camadas. A Figura 3.8 ilustra esta estrutura.

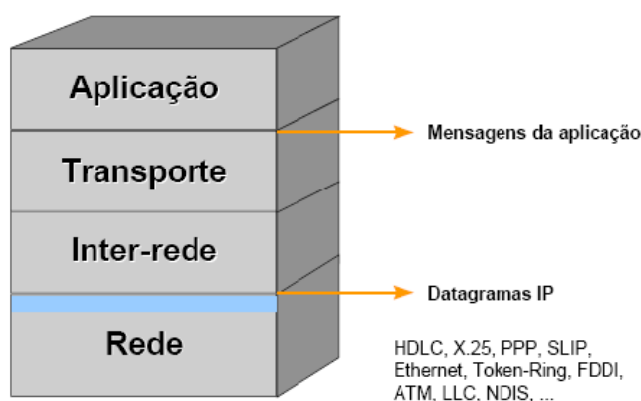


Figura 3.8: Camadas do Protocolo TCP/IP

A camada de rede é responsável pelo envio de datagramas construídos pela camada Inter-Rede. Esta camada realiza também o mapeamento entre um endereço

de identificação de nível Inter-rede para um endereço físico ou lógico do nível de Rede. A camada Inter-Rede é independente do nível de Rede.

A camada Inter-Rede realiza a comunicação entre máquinas vizinhas através do protocolo IP. Para identificar cada máquina e a própria rede, onde estas estão situadas é definido um identificador, chamado endereço IP, que é independente de outras formas de endereçamento que possam existir nos níveis inferiores. No caso de existir endereçamento nos níveis inferiores é realizado um mapeamento para possibilitar a conversão de um endereço IP em um endereço deste nível. O protocolo IP realiza a função mais importante desta camada que é a própria comunicação inter-redes. Para isto ele realiza a função de roteamento que consiste no transporte de mensagens entre redes e na decisão de qual rota uma mensagem deve seguir através da estrutura de rede para chegar ao destino (DERFLER JUNIOR, 1995). A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o inter-relacionamento entre as camadas da Arquitetura de redes TCP/IP.

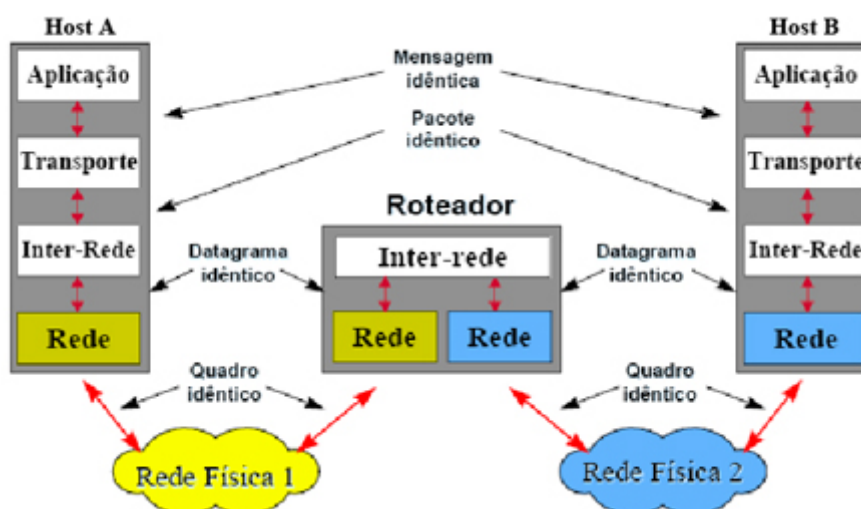


Figura 3.9: Inter-relacionamento entre as Camadas da Arquitetura TCP/IP

A camada de Transporte reúne os protocolos que realizam as funções de transporte de dados fim-a-fim, ou seja, considerando apenas a origem e o destino da comunicação, sem se preocupar com os elementos intermediários.

A camada de transporte possui dois protocolos que são o UDP (*User Datagram Protocol*) e TCP (*Transmission Control Protocol*).

A camada de aplicação reúne os protocolos que fornecem serviços de comunicação ao sistema ou ao usuário e faz a comunicação entre os aplicativos e o

protocolo de transporte. Existem vários protocolos que operam nesta camada como: HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), FTP (*File Transfer Protocol*), SNMP (*Simple Network Management Protocol*), DNS (*Domain Name System*) e o Telnet.

Na arquitetura TCP/IP, os elementos responsáveis por interligar duas ou mais redes distintas são chamados de roteadores. As redes interligadas podem ser tanto redes locais, redes geograficamente distribuídas, redes de longa distância com chaveamento de pacotes ou ligações ponto-a-ponto seriais. Um roteador tem como característica principal a existência de mais de uma interface de rede, cada uma com seu próprio endereço específico. Um roteador pode ser um equipamento específico ou um computador de uso geral com mais de uma interface de rede. Por outro lado, um componente da arquitetura TCP/IP que é apenas a origem ou destino de um datagrama IP (não realiza a função de roteamento) é chamado de host (DERFLER JUNIOR, 1995). A Figura 3.10 ilustra o mecanismo de roteamento.

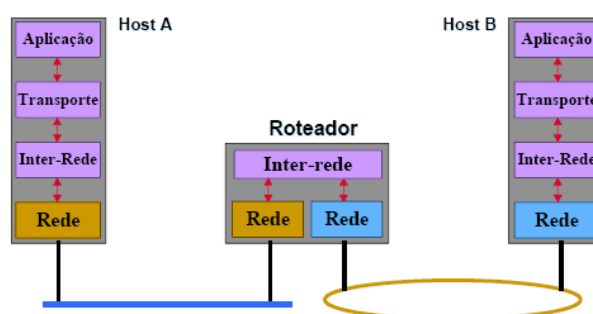


Figura 3.10: O Mecanismo de Roteamento

Um endereço IP é um identificador único para certa interface de rede de uma máquina. Este endereço é formado por 32 bits (4 bytes) e possui uma porção de identificação da rede na qual a interface está conectada e outra para a identificação da máquina dentro daquela rede. O endereço IP é representado pelos 4 bytes separados por “.” (ponto) e representados por números decimais. Desta forma o endereço IP: 11010000 11110101 00111100 10100011 é representado por 208.245.28.63.

Como o endereço IP identifica tanto uma rede quanto a estação à que se refere, fica claro que o endereço possui uma parte para rede e outra para a estação. Desta forma, uma porção do endereço IP designa a rede na qual a estação está conectada, e outra porção identifica a estação dentro daquela rede.

A forma original de dividir o endereçamento IP em rede e estação foi feita por meio de classes. Um endereçamento de classe A consiste em endereços que tem uma porção de identificação de rede de 1 byte e uma porção de identificação de máquina de 3 bytes. Desta forma, é possível endereçar até 256 redes com 232 estações. Um endereçamento de classe B utiliza 2 bytes para rede e 2 bytes para estação, enquanto um endereço de classe C utiliza 3 bytes para rede e 1 byte para estação. Para permitir a distinção de uma classe de endereço para outra, utilizou-se os primeiros bits do primeiro byte para estabelecer a distinção.

Nesta forma de divisão é possível acomodar um pequeno número de redes muito grandes (classe A) e um grande número de redes pequenas (classe C).

As classes originalmente utilizadas na Internet são A, B, C, D, E., conforme mostrado abaixo. A classe D é uma classe especial para identificar endereços de grupo (*multicast*) e a classe E é reservada (TORRES, 2001). A Figura 3.11 mostra as classes de endereçamento IP.

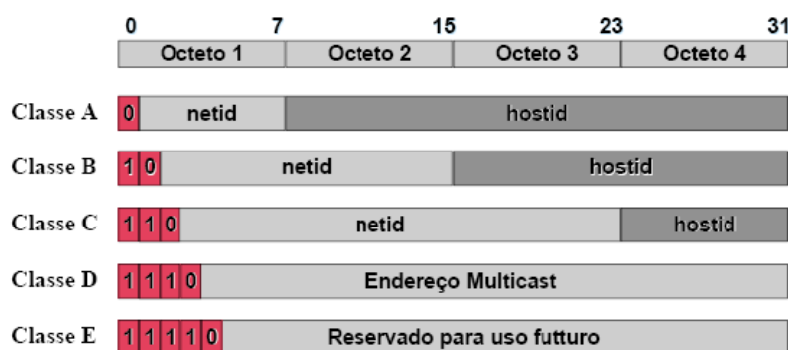


Figura 3.11: As Classes de endereços do Protocolo IP

- Classe A: possui endereços suficientes para endereçar 128 redes diferentes com até 16.777.216 hosts (estações) cada uma;
- Classe B: possui endereços suficientes para endereçar 16.284 redes diferentes com até 65.536 hosts cada uma;
- Classe C: possui endereços suficientes para endereçar 2.097.152 redes diferentes com até 256 hosts cada uma.

A *Subnet* é a subdivisão de uma rede em diversas sub-redes distintas facilitando o gerenciamento e administração das redes. Esta divisão é feita através da máscara de sub-rede. A sub-rede é interpretada apenas na rede local ficando transparente para as redes remotas e a sua utilização fica a critério do administrador de redes. Mesmo dentro de uma mesma LAN pode-se observar várias sub-redes,

tornando o projeto lógico muito importante para a gerência e segurança da rede. Utiliza-se uma nova máscara para identificar a nova parte da rede. A nova porção do endereço usada para a identificação da rede é conhecida como *subnet*. A Figura 3.12 mostra a *subnet* no TCP/IP.

255	255	255	192
11111111	11111111	11111111	11000000

Número de Subredes = $2^{*10} - 2 = 1022$

0 0 = 0 + 0 = 0	143.106.20.0	->	143.106.20.63
0 1 = 0 + 64 = 64	143.106.20.64	->	143.106.20.127
1 0 = 128 + 0 = 128	143.106.20.128	->	143.106.20.191
1 1 = 128 + 64 = 192	143.106.20.192	->	143.106.20.255

Figura 3.12: A Subnet no TCP/IP

3.5.2 - Outros Protocolos

O protocolo IPX/SPX (*Internetwork Packet Exchange/Sequent Packet Exchange*) é o protocolo de comunicações padrão das redes Netware, o sistema operacional de redes produzido pela Novell. O protocolo IPX é uma variante do protocolo *Xerox Network Systems* – XNS. A principal diferença entre o XNS e o IPX está no uso de diferentes formatos de encapsulamento Ethernet. A segunda diferença está no uso do *Service Advertisement Protocol* (SAP) pelo IPX, protocolo este, proprietário da Novell. O protocolo IPX/SPX apresenta alto desempenho em redes locais e é mais fácil de ser implementado e administrado do que o TCP/IP. Como o TCP/IP, o IPX/SPX é um protocolo roteável, podendo, portanto, ser utilizado para estabelecer uma WAN.

O NetBEUI (*Network Basic End User Interface*) deriva-se de uma extensão da interface do usuário NetBIOS e foi introduzido principalmente pela IBM em 1985 como um protocolo pequeno, eficiente, seguro e rápido. A Microsoft desenvolveu várias versões deste protocolo. Ele suporta pequenas LAN's é rápida e simples. Porém, tem uma estrutura que limita sua eficiência à medida que a rede aumenta. O protocolo NetBeui apenas deverá ser instalado caso haja a necessidade de comunicação com algumas redes antigas (LAN manager).

O SLIP (*Serial Line Internet Protocol*) é um protocolo que permite acesso discado a servidores remotos de redes Internet, sendo um dos responsáveis diretos pela popularização da rede. Atualmente está sendo substituído pelo PPP.

O PPP (*Point-to-Point Protocol*) é um protocolo que permite o acesso a Internet de forma serial, através da rede telefônica operando com interfaces tanto texto quanto gráficas e permitindo a multiplexação de vários outros protocolos. Além de ser um protocolo de enlace usado para conexão entre roteadores, ele oferece diversas vantagens em relação ao SLIP. A principal delas é o fato de que o PPP não se limita ao TCP/IP. O PPP também reconhece o IPX, o NetBEUI e vários outros protocolos de rede. Oferece flexibilidade muito maior na configuração de comunicações de rede (CARVALHO, 1998). Atualmente existem variações do PPP como PPPoE e PPPoA (*PPP over Ethernet* e *PPP over ATM*). A Figura 3.13 ilustra uma possível interligação de redes usando o protocolo PPP.

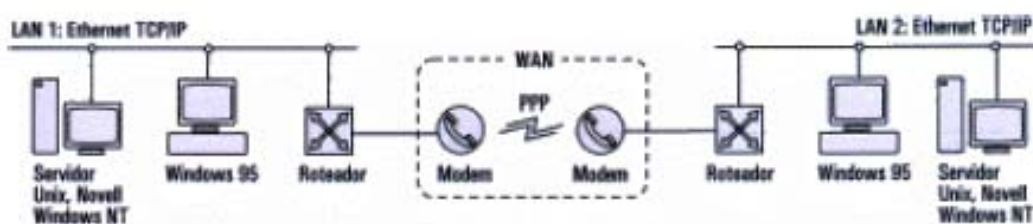


Figura 3.13: Interligação de Redes com o protocolo PPP

3.6 - Principais Serviços

O DNS (*Domain Name System*) é um esquema de gerenciamento de nomes, hierárquico e distribuído.

Telnet é um serviço que permite a um computador conectar-se a outro computador remoto, desde que ambos estejam empregando o TCP/IP.

O FTP, acrônimo de *File Transfer Protocol* (Protocolo de Transferência de Arquivos), é o serviço que permite o envio de arquivos de um computador a, contendo desde um pequeno texto até grandes programas, além de também possibilitar a manipulação remota de diretórios (criação de diretórios, troca de nome de arquivos, exclusão de arquivos etc.).

O SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) é o protocolo usado para troca de mensagens via correio eletrônico na Internet.

O HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) é o serviço que permite acesso a documentos hipermídia, acessados através de um endereço, também chamado de URL (*Uniform Resource Locator*), como por exemplo, www.dominio.com.br.

O DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) é um serviço de empréstimo de endereços feito por servidores a computadores normais (estações) de forma a compartilhar um número limitado de endereços com um grande número de usuários, também chamado de endereçamento dinâmico e muito utilizado em LAN's.

Um outro serviço muito utilizado em redes locais é o WINS (*Windows Internet Name Service*). Foi projetado para fornecer um sistema flexível de mapeamento de nome para número que permitisse aos computadores se comunicarem através dos limites do roteador e mapear facilmente os nomes NetBios em endereços IP, utilizado pela Microsoft.

O RAS (*Remote Access Service*) fornece a tecnologia que permite a um computador conectar-se a uma rede remota por meio de uma conexão discada e participar plenamente da rede como um cliente de rede não é um serviço nativo de um protocolo, mas uma aplicação disponibilizada pela maioria dos Sistemas Operacionais do mercado (TORRES, 2001).

3.7 - Considerações Finais

As Redes de Computadores, seus equipamentos e protocolos, têm uma visão simples de conceito, mas uma complexa forma de execução. Um dimensionamento errôneo ou um número digitado de forma equivocada pode alterar significativamente o desempenho e utilização de uma rede.

Neste Capítulo foram apresentados os conceitos, formas e meios das Redes de Computadores. A Ferramenta apresentada no Capítulo 5 objetiva minimizar erros de projeto e execução nestas redes.

Uma forma de melhorar a visualização do projeto e a melhor forma de execução seria a utilização de Técnicas de Realidade Virtual discutidas no Capítulo 4.

4 - REALIDADE VIRTUAL (RV)

Definir RV é uma tarefa bem abrangente, tanto que pesquisadores, professores e desenvolvedores de software a definem tendo em vista as suas próprias experiências, gerando várias definições na atual literatura. Uma boa parte dos autores (JACOBSON, 1991; KRUEGER, 1991; BURDEA, 1994) afirmam que a RV é uma técnica de interface avançada que permite ao usuário realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multi-sensoriais.

Na prática, a RV permite que o usuário navegue e observe um ambiente tridimensional, em tempo real e com até seis graus de liberdade, exigindo que o software e o hardware reconheçam até seis tipos de movimento: para frente e para trás, acima e abaixo, esquerda e direita, inclinação para cima e para baixo, angulação à esquerda e à direita e rotação à esquerda e à direita. Na essência, a RV é um “espelho” da realidade física, na qual um indivíduo que existe em três dimensões tenha a sensação do tempo real e a capacidade de interagir com o mundo ao seu redor. Equipamentos de RV podem simular essas condições, chegando-se ao ponto em que o usuário pode “tocar” os objetos de um ambiente virtual além de fazer com que eles respondam, ou mudem, de acordo com suas ações.

Uma interface em RV propõe um controle tridimensional e altamente interativo dos processos computacionais. O usuário entra no espaço virtual das aplicações, visualiza, manipula e explora os dados da aplicação em tempo real, usando para isso os seus sentidos, particularmente os movimentos naturais tridimensionais do corpo. A grande vantagem é que o conhecimento intuitivo do usuário sobre o mundo físico pode ser transportado ao ambiente virtual. Para que se possa suportar esse tipo de interação o usuário utiliza dispositivos não convencionais, como capacetes de visualização e controle (HMD – *Head Mounted Display*), e luvas de dados (*datagloves*). O uso desses dispositivos dá ao usuário a sensação de que a aplicação está funcionando no ambiente tridimensional real, permitindo a exploração do ambiente e a manipulação natural dos objetos com o uso das mãos (KIRNER, 1996).

Uma vez que é possível interagir e explorar esse mundo por meio de dispositivos de E/S (entrada e saída), ele se transforma em um ambiente virtual, ou ambiente de Realidade Virtual. A RV é, freqüentemente, confundida com animação, CAD ou multimídia. Em comparação com essas tecnologias, a RV é (LESTON, 1996):

Orientada ao usuário, o observador da cena virtual;

- Mais imersiva, por oferecer uma forte sensação de presença dentro do mundo virtual;
- Mais interativa, pois o usuário pode modificar e influenciar o comportamento dos objetos; e
- Mais intuitiva, pois existe pouca ou nenhuma dificuldade em manipular as interfaces computacionais entre o usuário e a máquina.

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

O desenvolvimento de um sistema de RV requer estudos e recursos ligados a percepção sensorial, hardware, software, interfaces de, e com o usuário, fatores humanos e aplicações, sendo necessário, também, algum domínio sobre dispositivos não convencionais de E/S, computadores de alto desempenho, sistemas paralelos e/ou distribuídos, modelagem geométrica 3D, simulação em tempo real, navegação, detecção de colisão, avaliação, impacto social e projeto de interfaces (KIRNER, 1996).

4.1 - Breve Histórico

A RV começou na indústria de simulação, com os simuladores de vôo que a força aérea do Estados Unidos começou 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 4.1). O Sensorama era uma espécie de cabine que combinava filmes 3D, som estéreo, vibrações mecânicas, aromas, e ar movimentado por ventiladores; tudo para proporcionar ao espectador uma viagem multisensorial (PIMENTEL, 1995).

Patenteado por Morton Heilig em 1962, o equipamento já utilizava um dispositivo para visão estereoscópica (visão simulada com pontos de vista do olho esquerdo e olho direito).



Figura 4.1: Protótipo do Sensorama. (Fonte: SEN, 2006)

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 davam ao usuário um sentimento de presença quando dentro de um ambiente virtual (COMEAU, 1961). Posteriormente, esse equipamento passou a ser denominado HMD (ELLIS, 1994).

Alguns anos depois, Ivan Sutherland, conhecido como o precursor da RV, apresentou à comunidade científica a idéia de desenhar objetos diretamente na tela do computador com uma caneta ótica. 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-arama flutuando no espaço (FISHER, 1990; MACHOVER, 1994).

Na mesma época em que Sutherland criava seu vídeo-capacete na Universidade de Utah, Krueger M. experimentava combinar computadores e sistemas de vídeo, criando Realidade Artificial na Universidade de Wisconsin (PIMENTEL, 1995). Em 1975, Krueger criou o VIDEOPLACE, onde uma câmera de vídeo capturava a imagem dos participantes e a projetava em uma grande tela. Os participantes podiam interagir uns com os outros e com objetos projetados nessa tela, tendo seus movimentos capturados e processados. Essa técnica tornou-se conhecida como Realidade Virtual de Projeção (JACOBSON, 1994).

Em 1982, Thomas Furness demonstrava à Força Aérea Americana, o VCASS (*Visually Coupled Airborne Systems Simulator*), conhecido como “Super Cockpit”. Tratava-se de um simulador que usava computadores e vídeocapacetes interligados para representar a cabine de um avião em 3D. A Figura 4.2, Figura 4.3, Figura 4.4 e Figura 4.5 mostram alguns detalhes dos capacetes e simuladores. Os vídeo-capacetes integravam as componentes de áudio e vídeo. Sendo assim, os pilotos podiam aprender a voar e lutar em trajetórias com até 6 graus de liberdade sem decolar verdadeiramente. O VCASS possuía alta qualidade de resolução nas imagens além de ser 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).

Com a nova tecnologia dos visores de cristal líquido (LCD), McGreevy começou a trabalhar no projeto VIVED (*Virtual Visual Environment Display*) em 1984 na NASA, no qual seriam geradas imagens estereoscópicas. A resolução dessas imagens eram limitadas em comparação com o VCASS, mas o custo era bastante atrativo (RHEINGOLD, 1991). Componentes de áudio e vídeo foram montados sobre uma máscara de mergulho utilizando dois visores LCD com pequenos alto-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* (resposta) tátil.



Figura 4.2: Piloto usando capacete do projeto “Super Cockpit” de Tom Furness (PIMENTEL, 1995).



Super Cockpit Program Wright Patterson AFB 1986-1989

Figura 4.3: Super-Cockpit (Fonte: WASH, 2006)

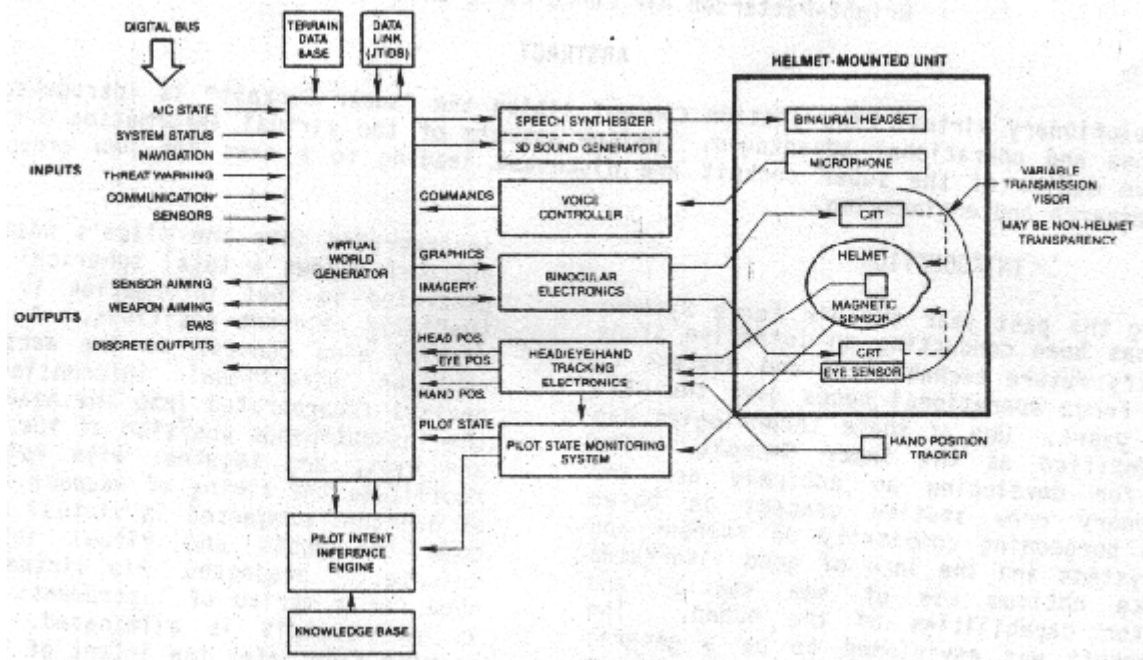


Figura 4.4: Esquema do Super-Cockpit (Fonte: WASH, 2006)

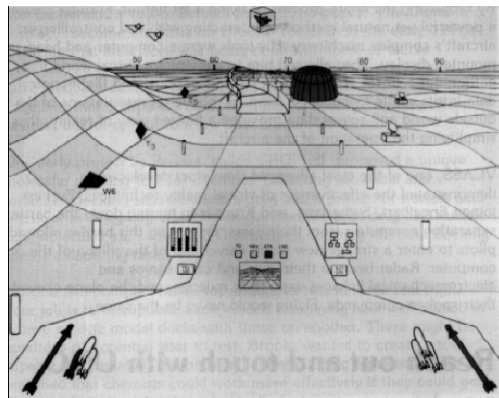


Figura 4.5: Visão do usuário do “Super Cockpit” (PIMENTEL, 1995)

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 os movimentos e inclinação dos dedos de uma mão. No mesmo ano uma dessas luvas foi comprada para o projeto VIVED.

No final de 1986 a equipe da NASA já possuía um Ambiente Virtual que permitia aos usuários ditar comandos por voz, de escutar fala sintetizada, som 3D, e manipular objetos virtuais diretamente por meio do movimento das mãos (JACOBSON, 1994).

4.2 - Tipos de sistemas de RV

Diversos livros e artigos abordam conceitos e definições sobre RV ou Ambiente Virtual (KALAWSKY, 1993; LATTA, 1994; EARNSHAW, 1995; VINCE, 1995; BRUNETTI et al., 2000; VALERIO NETTO, 2000). Como dito, há várias definições aceitas devido, em parte, à natureza interdisciplinar da área e à sua evolução, pois, de uma maneira ou de outra, os sistemas de RV acabaram vindo de sistemas de mesa, simuladores e sistemas de tele-operação, entre outros (KIRNER, 1996).

Os sistemas de RV diferem entre si de acordo com os níveis de imersão e de interatividade proporcionado ao usuário. Níveis estes determinados pelos tipos de dispositivos de entrada e saída de dados do sistema, além da velocidade e potência do computador que o hospeda. Ainda não existe um critério claro para classificação dos sistemas de RV. Shepherd em (SHEPHERD, 1993), identifica duas grandes classes: tele-presença, em que um ambiente sintético comum é compartilhado entre várias pessoas como uma extensão do conceito de trabalho cooperativo suportado por computador, e tele-operação, onde robôs agem sobre um elemento, seja ele um corpo humano ou um produto em sua manufatura. Entretanto, esses termos sofreram vários desdobramentos e mesmo inversões.

Aplicações de RV, em geral, são classificadas da seguinte maneira: tele-colaboração, tele-presença, visualização científica, visualização de dados 3D e outros.

Pimentel em (PIMENTEL, 1995) considera que sistemas ou estilos de RV podem ser classificados como sendo RV de Simulação, RV de Projeção, *Augmented Reality* (Realidade Realçada ou Aumentada), Tele-presença, *Visually Coupled Displays* (“Displays Visualmente Acoplados”) e RV de Mesa.

A RV de Simulação corresponde ao tipo mais antigo, originado com os simuladores de vôo desenvolvidos pelos militares americanos após a Segunda Guerra Mundial (JACOBSON, 1994). Um sistema desse tipo imita o interior de um avião, jato, carro, colocando o usuário dentro de uma cabine com controles. Nesta, telas de vídeo e monitores apresentam um ambiente virtual que reage à comandos do usuário. Como um sistema de RV de Simulação não processa imagens em estéreo, as imagens são geradas de forma bem acelerada. Em alguns sistemas as cabines são montadas sobre plataformas móveis, e os controles oferecem *feedback* tátil e auditivo.

A RV de Projeção também é conhecida como Realidade Artificial, foi criada na década de 70 por Myron Krueger. Na RV de Projeção o usuário está fora do ambiente virtual, entretanto, pode se comunicar com personagens ou objetos nele contidos (JACOBSON, 1994).

Para se conseguir a Realidade Aumentada, pode-se utilizar dispositivos visuais transparentes presos na cabeça do usuário. Como esses displays são transparentes, o usuário pode ver dados, diagramas, animações e gráficos 3D sem deixar de enxergar o mundo real, tendo informações geradas pelo computador sobrepostas ao mundo real. Tais displays transparentes são chamados *heads-up-displays* (HUDs). O usuário pode, por exemplo, estar consertando algo e visualizando nos óculos os dados necessários a esta operação.

A Telepresença, como já mencionado, utiliza câmeras de vídeo e microfones remotos para envolver e projetar o usuário profundamente no ambiente virtual. Controle de robôs e exploração planetária são alguns exemplos de pesquisas em desenvolvimento. No entanto, existe um grande campo de pesquisa no uso de telepresença em aplicações médicas.

Médicos já utilizam câmeras de vídeo e cabos de fibra óptica em cirurgias para visualizar os corpos de seus pacientes. Através da RV eles podem, literalmente, “entrar” no paciente, indo direto ao ponto de interesse e/ou vistoriar a operação feita por outros.

Os Displays Visualmente Acoplados (*Visually Coupled Displays*) correspondem a classes de sistemas nas quais as imagens são exibidas diretamente ao usuário, que olha em um dispositivo que deve acompanhar os movimentos de sua cabeça. Esse dispositivo geralmente permite imagens e sons

estéreo, além de conter sensores especiais que detectam a movimentação da cabeça do usuário e usam essas informações para alterar as imagens exibidas.

A RV de Mesa (*Desktop VR*) é um subconjunto dos sistemas tradicionais de RV em que, ao invés de *head-mounted displays*, utiliza-se grandes monitores ou algum sistema de projeção para apresentação do ambiente virtual. Alguns sistemas permitem ao usuário ver imagens 3D no monitor com óculos obturadores, polarizadores ou filtros coloridos.

O conceito de CAVE (*Automatic Virtual Environment*) surgiu como uma nova proposta para interfaces de sistemas de RV (CRUZ-NEIRA, 1992). Um CAVE (ou uma Caverna, em português) consiste de uma sala nas quais paredes, teto e chão são telas semi-transparentes aonde as imagens são projetadas, permitindo que uma ou mais pessoas fiquem imersas no Ambiente Virtual. A projeção das imagens é feita por projetores que ficam posicionados atrás das telas e pode ser estereoscópica, exigindo dos usuários o uso de óculos obturadores. A grande vantagem de sistemas desse tipo é a total imersão do usuário no Ambiente Virtual.

Sistemas do tipo CAVE também incorporam projeção acústica tridimensional, dispositivos de rastreamento de posição e de interação. A estrutura computacional envolvida no acionamento e funcionamento de um CAVE é bastante avançada e deve processar os pares estereoscópicos das imagens (um total de 12 imagens, imaginando-se uma CAVE de 6 lados) além de gerenciar os dispositivos de interação, auditivos e projetores. A Figura 4.6 mostra o esquema de um CAVE com o posicionamento dos projetores. A Figura 4.7 mostra o esquema de uma CAVE e a Figura 4.8 mostra uma CAVE em funcionamento.

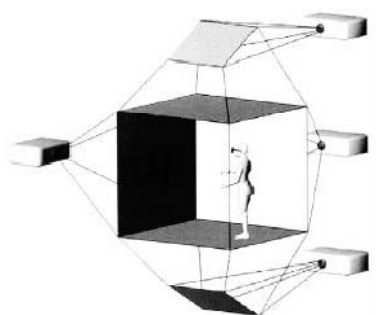


Figura 4.6: Esquema de CAVE com o posicionamento de projetores atrás das telas.

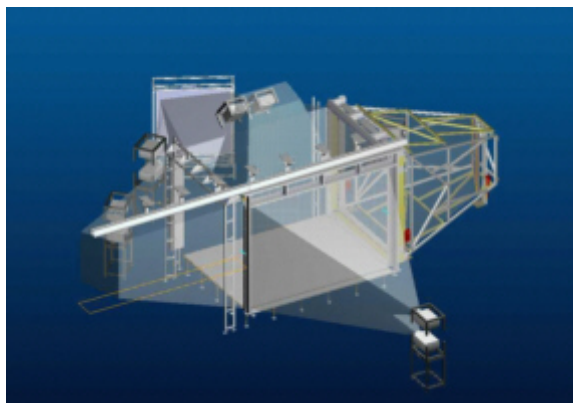


Figura 4.7: Esquemática de uma CAVE



Figura 4.8: Cave em funcionamento

4.3 - Imersão, Interação e Envolvimento

A RV pode ser caracterizada pela coexistência de três idéias básicas: imersão, interação e envolvimento (MORIE, 1994; KIRNER, 1996). A idéia de imersão está ligada ao sentimento de fazer parte do ambiente. Basicamente, um sistema imersivo é obtido com o uso de capacete de visualização, ou CAVEs (CRUZ-NEIRA, 1992). Além dos fatores visuais, alguns dispositivos ligados aos demais sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como o som, o posicionamento automático da pessoa e também dos movimentos da cabeça, controles de força e reativos, etc. (BEGAULT, 1994; GRADECKI, 1994). A visualização de uma cena 3D em um monitor é considerada não imersiva. Assim, tem-se também a conceituação de RV imersiva e não imersiva (LESTON, 1996).

De modo geral, do ponto de vista da visualização a RV imersiva utiliza capacete ou CAVEs, enquanto a não imersiva usa monitores. Porém, dispositivos baseados nos demais sentidos podem introduzir algum grau de imersão à RV que usa monitores (ROBERTSON, 1993). Os monitores ainda apresentam alguns pontos positivos, como a facilidade de uso e o baixo custo, evitando as limitações técnicas e

problemas decorrentes do uso do capacete. Porém, a tendência deve ser a utilização da RV imersiva na maioria das aplicações futuras.

A interação está ligada à capacidade do computador detectar as entradas do usuário modificando instantaneamente o ambiente virtual em função das ações efetuadas sobre ele (capacidade reativa). Pessoas devem ser e são cativadas por uma boa simulação em que as cenas mudam em resposta aos seus comandos, que é característica mais marcante da nova geração de jogos e vídeo games. Para que um sistema de RV seja mais realista, o Ambiente Virtual inclui objetos simulados. Outros artifícios para aumentar o realismo são empregados como, por exemplo, a texturização dos objetos do ambiente e a inserção de sons tanto ambientais quanto sons associados a objetos específicos (ARAÚJO, 1996).

O envolvimento, porém, está ligado ao grau de motivação para o engajamento de uma pessoa em determinada atividade. O envolvimento pode ser passivo (ler um livro ou assistir televisão), ou ativo (participar de um jogo com parceiros). A RV tem potencial para os dois tipos de envolvimento, por permitir a exploração do ambiente virtual e propiciar a interação do usuário com o ambiente virtual dinâmico.

Embora a percepção visual seja nosso sentido primário, outros sentidos também devem ser estimulados visando proporcionar uma completa imersão; entre os quais o retorno auditivo, o tato e a força de reação.

4.4 - RV passiva, exploratória ou interativa

Um aplicativo de RV pode proporcionar sessões sob três formas diferentes: Passiva, Exploratória ou Interativa. Uma sessão passiva proporciona ao usuário uma exploração do ambiente automática e sem sua interferência. As dimensões, velocidades, rotas e os pontos de observação são pré-determinados e, controlados exclusivamente pelo software. O usuário não tem controle algum, exceto talvez, para sair da sessão.

Uma sessão de RV exploratória proporciona uma exploração do ambiente controlada pelo usuário. Este pode escolher a rota e os pontos de observação, mas não pode interagir de outra forma com entidades contidas na cena.

Já uma sessão interativa proporciona uma exploração do ambiente totalmente dirigida pelo usuário e, além disso, as entidades virtuais do ambiente respondem e reagem às suas ações. Por exemplo, se o usuário move o ponto de observação em direção à porta, esta pode abrir-se, permitindo ao usuário passar por ela (ADAMS, 1994).

4.5 - Aplicações de RV

A Realidade Virtual é uma Área relativamente nova, porém seu uso tende a ser bem abrangente. Como ferramenta de manufatura (CAE/CAD/CAM), possibilita entre outras aplicações simular a fabricação de uma peça mecânica em 3D, visualização de Prédios e detecção de problemas estruturais, etc.

A Realidade Virtual traz aos usuários os seguintes benefícios:

- Identificação rápida e fácil de possíveis falhas num projeto;
- Correção imediata com baixo custo;
- Facilidade na apresentação do projeto a outros grupos de especialistas externos e internos;
- Armazenamento de informações; e
- Facilidade de manutenção das partes que compõem produtos mais complexos.

Os testes feitos em Ambientes Virtuais são muito mais baratos, não colocando em risco a vida dos usuários. Quanto mais rápidas e precisas forem a manutenção e a reposição de peças danificadas de um produto, menor será também o custo do trabalho na área de Engenharia de Automação. Periféricos de Realidade Virtual possibilitam operar com máquinas prejudiciais à saúde humana.

Na Medicina esses periféricos também podem permitir a execução de cirurgias complexas por médicos em locais remotos, de difícil acesso e em casos em que o paciente não pode ser removido.

Na indústria aeroespacial, a Realidade Virtual permite diversos tipos de simulações, bem como o desenvolvimento de produtos através destas simulações. Simuladores de vôo, de manutenção, apoio a construção entre outros estão nesta categoria.

A Figura 4.9 mostra uma aplicação de RV e a Figura 4.10 mostra um modelo de CAVE para Aplicações de RV.



Figura 4.9: Exemplo de Aplicação de RV

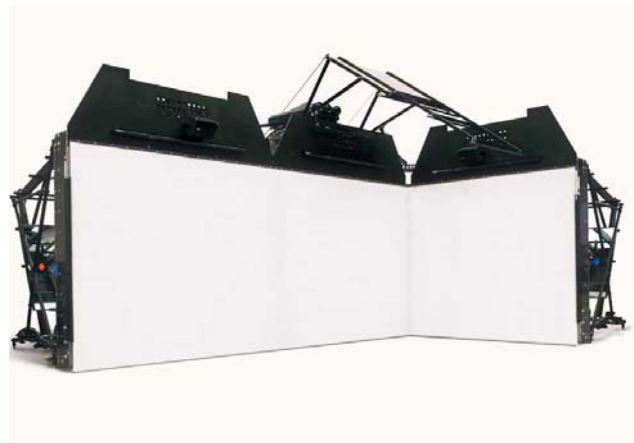


Figura 4.10: Exemplo de Cave para Aplicação de RV

4.6 - Visualização em Engenharia e RV

A modelagem tridimensional ajuda a visualização e interpretação do objeto projetado. No processo de modelagem tridimensional o usuário constrói um modelo digital do objeto (maquete eletrônica) ao invés de desenhar vistas isoladas deste objeto, como: vista superior, vista frontal e vistas laterais. Uma vez construído o objeto, o usuário poderá posicionar-se adequadamente em relação ao modelo e obter a representação desejada. Sejam vistas ortográficas, projeções axonométricas ou mesmo perspectivas, cortes e seções. A Figura 4.11 mostra a diferença entre a visualização 2D e 3D.

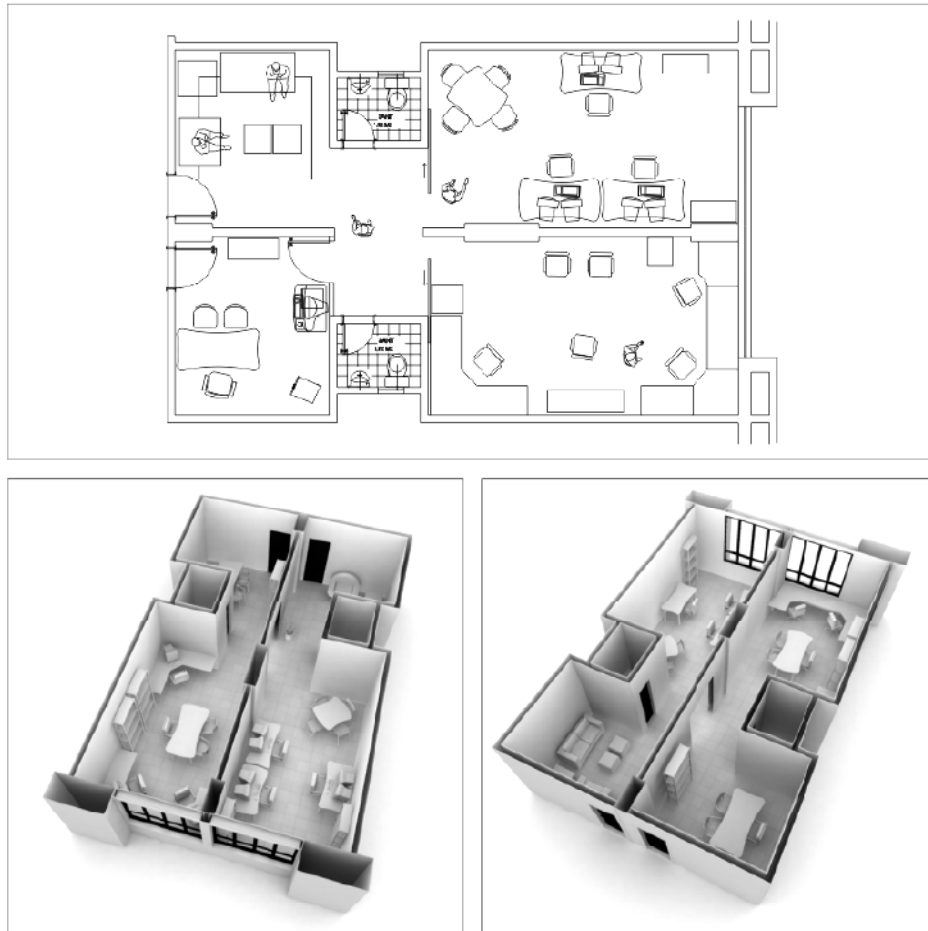


Figura 4.11: Diferenças na visualização de um desenho gráfico em 2D e 3D

Esta técnica de representação de objetos permite a geração automática de perspectivas a partir do posicionamento do observador em qualquer posição do espaço em torno do objeto, e até mesmo posicionar o observador dentro do modelo olhando para fora, particularmente útil em trabalhos de arquitetura.

Embora não sejam as mais importantes, as aplicações em visualização são seguramente as mais empregadas e conhecidas utilizações dos modelos tridimensionais.

O desenho em 3D permite tornar o modelo tridimensional altamente preciso e completamente detalhado e, apesar dos desenhos em 2D também permitirem esta precisão, ele ajuda a evitar problemas potenciais que poderiam ser omitidos, se utilizadas as técnicas de visualização bidimensionais tradicionais.

Os modelos tradicionais podem formar a base para a construção de desenhos 2D. Planos, seções e elevações podem ser extraídas de um modelo tridimensional, e utilizadas como uma base sobre a qual é possível adicionar dimensões, notas e símbolos.

Além disso, pode-se interagir com os modelos tridimensionais, dando-lhes animação, para determinar o relacionamento entre os espaços ou as partes. Estes modelos também podem ser utilizados para determinar a ergometria ou verificar o valor estético do próprio design do objeto.

Com um modelo digital tridimensional, é possível discutir não só as questões estéticas da edificação, mas também, todo o processo construtivo. Isto se deve a possibilidade de trabalhar com os eixos (X,Y e Z) e a capacidade de simular diferentes pontos de observação, tanto internos quanto externos. O realismo constitui um dos pontos chave dos modelos gerados por computador, devido à tridimensionalidade, a representação dos elementos arquitetônicos em escala e a simulação de texturas e efeitos luminosos nas superfícies e volumes. A Figura 4.12 mostra posicionamento das câmeras e seus resultados obtidos através do 3D.

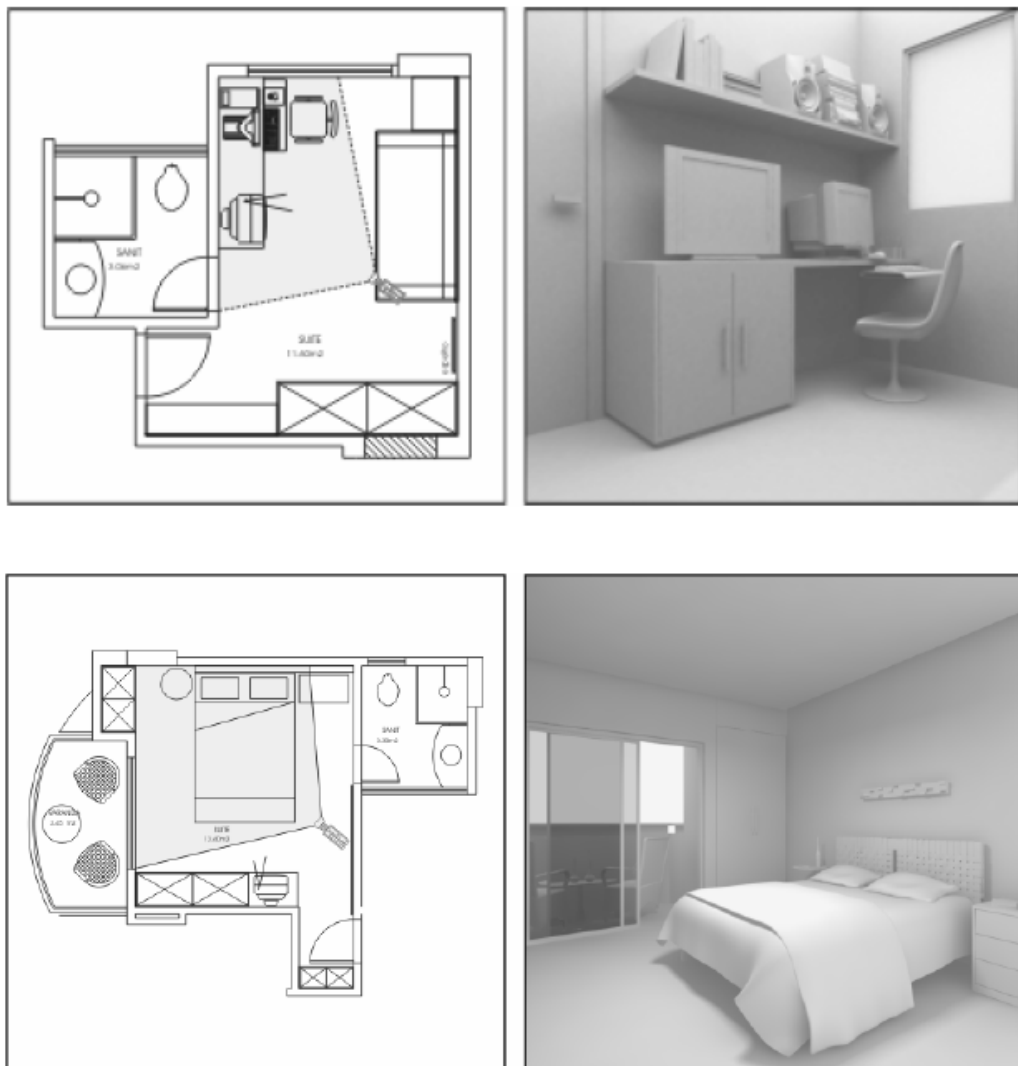


Figura 4.12: Planta baixa mostrando área de atuação da câmera e sua vista em 3D

Na construção civil, pode-se tirar bastante proveito da Realidade Virtual. O leque de possibilidades é bastante amplo, especialmente na área de ensino de Engenharia e Arquitetura, análise de projetos, projetos colaborativos, análise estrutural e desenho urbano. A Arquitetura pode ser potencialmente reformulada pela Realidade Virtual e contribuir para alterar as tecnologias disponíveis.

Sendo assim, imagina-se o estudo de uma tubulação de gás, rede elétrica ou lógica de um prédio sofisticado, sendo tratada com um modelo 3D, substituindo o velho isométrico, e de uma forma simples, ao alcance de qualquer escritório de engenharia que possua um computador. Existem no mercado inúmeros produtos que possuem esta função, é preciso entender que estas ferramentas auxiliam, e muito.

Os modelos desenvolvidos em sistemas CAD podem ser convertidos através de softwares específicos, para os formatos de arquivo VRML ou X3D e visualizado com os *plugins* para navegadores como COSMO Player ou CORTONA, entre outros.

A maioria dos programas destinados à elaboração de maquetes eletrônicas, como o AutoCAD, o Microstation, o 3D Studio Max, entre outros, já disponibilizam filtros para exportar a malha 3D para VRML. Desta forma, qualquer usuário CAD pode, sem maiores dificuldades, exportar desenhos 3D para visualização e interação em ambiente virtual no interior de um browser.

Mas, também tem suas limitações: Dependendo do formato de arquivo gerado (VRML, X3D, etc.), e no caso de uma conversão direta, terá um “custo computacional” significativo, exigindo equipamentos *High-end* para processar o modelo. Não basta exportar o modelo gerado, este deve ser criado para o VRML, observando-se suas características: malha, iluminação, propriedades dos materiais e o tamanho do arquivo. O modelo deve ser otimizado para o uso em RV.

Tratando-se do futuro da Realidade Virtual, é preciso olhar com cuidado para o X3D. Padrão aberto para distribuir conteúdo 3D, combinando geometria e descrições de comportamentos instantâneos em um simples arquivo que tem inúmeros formatos de arquivos disponíveis para isso, incluindo o *Extensible Markup Language* (XML). É a próxima revisão da especificação ISO VRML97, incorporando os avanços dos recursos disponíveis nos últimos dispositivos gráficos comerciais tanto quanto melhorias na sua arquitetura (MACLEOD, 1992).

5 - A FERRAMENTA SAP-RC

Como visto anteriormente, a necessidade de uma ferramenta que auxilie o profissional no projeto de Redes de Computadores, levou ao desenvolvimento, ainda que em fase inicial, de um software, que, tem como sua principal função, o projeto físico de Redes de Computadores, e sua integração a outros projetos de engenharia baseados em CAD, nas mais diversas modalidades.

Usualmente, apesar dos sistemas CAD não fazerem distinção de áreas de atuação, existem comercialmente soluções que atendem a algumas áreas principais como Projetos de Engenharia Civil, Mecânica, Elétrica e Hidráulica (Figura 5.1). Esta distinção passa a ser usual no meio dos Projetos em CAD, bem como os desenvolvedores, gerando uma acomodação natural no desenvolvimento das soluções específicas para o usuário final.

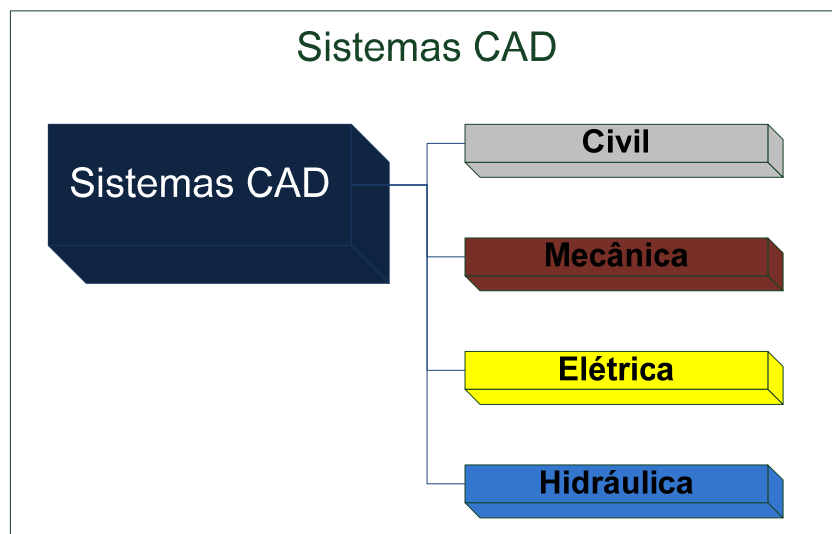


Figura 5.1 - Divisões usuais dos Sistemas CAD

Para atender a este conceito, surgiu a ferramenta SAP-RC.

O nome SAP-RC, foi escolhido por ser as iniciais de Sistema de Apoio a Projetos de Redes de Computadores, tendo como seu principal foco, o auxílio aos projetos, baseando-se nas normas técnicas vigentes, visando enquadrar-se em uma nova categoria de projetos CAD, além das tradicionais Civil, Mecânica, Elétrica e Hidráulica, voltada especificamente para Redes de Computadores (Figura 5.2).

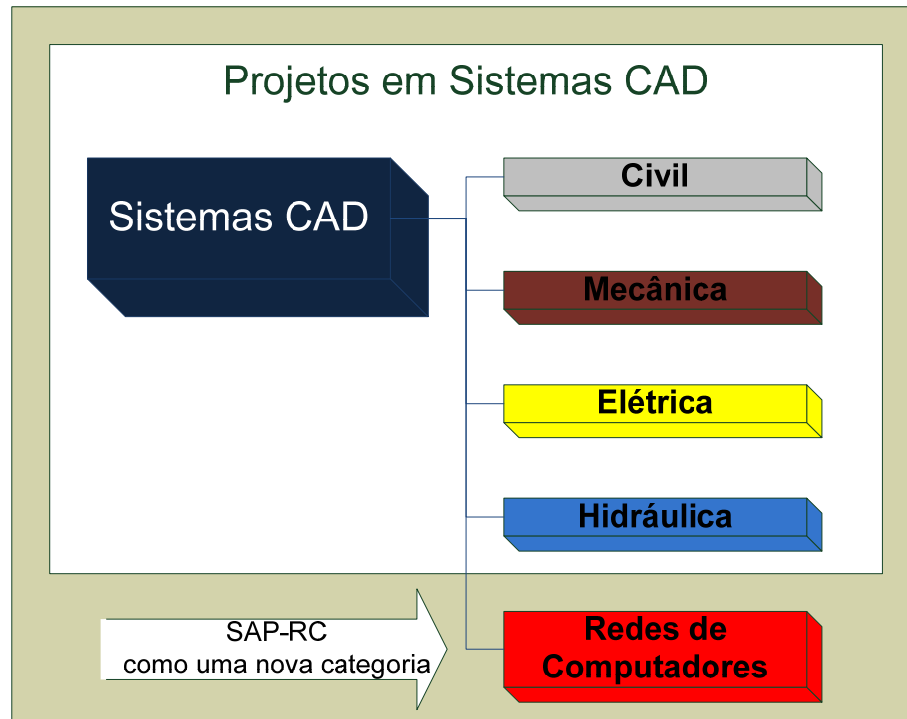


Figura 5.2 - Divisões usuais dos Sistemas CAD com a categoria proposta

Este software não tem como forte, o projeto civil do ambiente em si, isto é, não visa o projeto de um escritório, suas paredes, escadas, etc., mas sim, como no conceito dos Projetos em CAD, na modularidade, onde, a partir de uma planta baixa inicial, podem ser fornecidas cópias aos vários departamentos, onde cada um, em sua especialidade, trabalha em cima da planta original, podendo ser ou não agrupados posteriormente.

É aí que a ferramenta ganha destaque. Quando se envia projetos a diversos especialistas, muitas vezes, ao juntar novamente as partes, ocorrem sobreposições físicas de instalações nos projetos, só vistas, quando da execução da obra, gerando atrasos e custos adicionais.

Disponibilizando uma área de visualização em 3D, o projetista de redes, pode, prever estes problemas e adequar seu projeto aos requisitos técnicos e restrições impostas pelos demais projetos.

Sendo assim, de grande valia para o projetista evitar custos adicionais, e aperfeiçoar o processo de produção ou aplicação de seu projeto.

5.1 - Definição dos Requisitos

O desenvolvimento do software foi inicialmente norteado pela visão das licenças de software livre, onde poderia ser oferecida gratuitamente aos profissionais, ou pelo menos a um custo relativamente acessível e pela interoperabilidade ou portabilidade dos arquivos resultantes entre os diversos programas CAD existentes.

Para tal, entre os diversos formatos de arquivos compatíveis com os sistemas CAD atuais, optou-se pelo formato AutoCAD DXF (*Drawing Interchange Format*, ou *Drawing Exchange Format*). O DXF é um formato de arquivos CAD, desenvolvido pela Autodesk como uma solução própria para a interoperabilidade entre o AUTOCAD e outros programas. Mais informações sobre o formato dos arquivos DXF podem ser encontradas no Anexo B.

Com o formato do arquivo definido, viu-se a necessidade de alguma biblioteca que efetuasse a troca de informações entre o software e o sistema operacional, isto é, operando com o formato DXF e suas diversas versões.

Devido à complexidade da estrutura dos arquivos no formato DXF, optou-se, ao invés do desenvolvimento de uma biblioteca que efetuasse a interface necessária (importação, exportação e manuseio de arquivos no formato DXF), a busca por alguma solução já implementada (e gratuita), economizando tempo e recursos.

Em um primeiro momento, as pesquisas indicaram apenas códigos fonte proprietários ou com algum valor monetário envolvido. Uma dessas bibliotecas chamou a atenção pelo fato de ser elaborada para a plataforma .NET, o que permite o uso em qualquer linguagem desta plataforma. Esta biblioteca, de nome CADLIB, está em sua versão 2.0 e é de propriedade da empresa holandesa WOUT WARE.

Após uma pesquisa mais minuciosa, encontrou-se, outra biblioteca chamada também de CadLib, desenvolvida por Omid Shahabi, que pode ser acessada pelo endereço eletrônico <<http://www.codeproject.com/library/cadlib.asp>> (SHAHABI, 2006).

Esta biblioteca, desenvolvida em C++, apesar de gratuita, parecia muito promissora no seu enfoque. Continha funções de leitura, escrita e edição dos arquivos DXF, similares às encontradas em versões comerciais de bibliotecas. Mas, com sua utilização, tomou tempo precioso do projeto, onde, após muito tempo de

pesquisa e estudo, esta biblioteca não se tornou viável, devido à sua falta de documentação e assistência técnica por parte dos desenvolvedores. Assim, não recomenda-se o seu uso para desenvolvimento de qualquer software que requeira utilização de arquivos no formato DXF.

Optou-se então, mesmo que fugindo da linha inicial, do uso de bibliotecas de código aberto, pela utilização da biblioteca CADLIB da empresa holandesa.

Esta biblioteca, tem toda a sua estrutura de classes documentada e de fácil consulta, bastando algum tempo de trabalho e conhecimento da estrutura do arquivo DXF para começar a entender seu funcionamento.

Em resumo, esta biblioteca oferece as seguintes funcionalidades:

- Importação e exportação de arquivos DXF;
- Suporte a renderização de superfícies em OpenGL;
- Suporte para operações via mouse (seleção de objetos);
- Exportação do desenho para imagens nos formatos: .bmp/.jpeg/.png/.tiff/.gif;
- Exportação para PDF, PostScript, SVG;
- Cópia de entidades, mesmo entre arquivos DXF;
- Compatibilidade com os arquivos DXF versões 12, 13, 14, 2000, 2004-2007;
- Suporte a arquivos DXF no formato ascii e binário;
- Código 100% .NET.; e
- Todos os objetos DXF possuem classes .NET.

Outras funcionalidades podem ser vistas no website da empresa WOUT WARE pelo endereço: <<http://www.woutware.com/>>.

Sendo assim, restou apenas a definição da linguagem de programação a ser utilizada dentro das disponíveis na plataforma .NET.

Optou-se pelo Microsoft C# (C Sharp). O C# é uma linguagem de programação desenvolvida pela Microsoft que é completamente suportada pela plataforma .NET Framework. Abrange o poder e a versatilidade do Visual Basic, a força e a criatividade do C++ e a inteligência do Java para validações. Além disso, por ser derivado de C++ e C e por possuir uma grande semelhança com a linguagem de programação Java, permite que os desenvolvedores destas linguagens possam se adaptar com facilidade ao C#.

5.2 - Estrutura Básica

O SAP-RC, é composto basicamente por um módulo principal, ponto de partida para o desenvolvimento de um projeto de rede, de onde se pode ter acesso aos outros módulos que o complementam, está apresentado na Figura 5.3

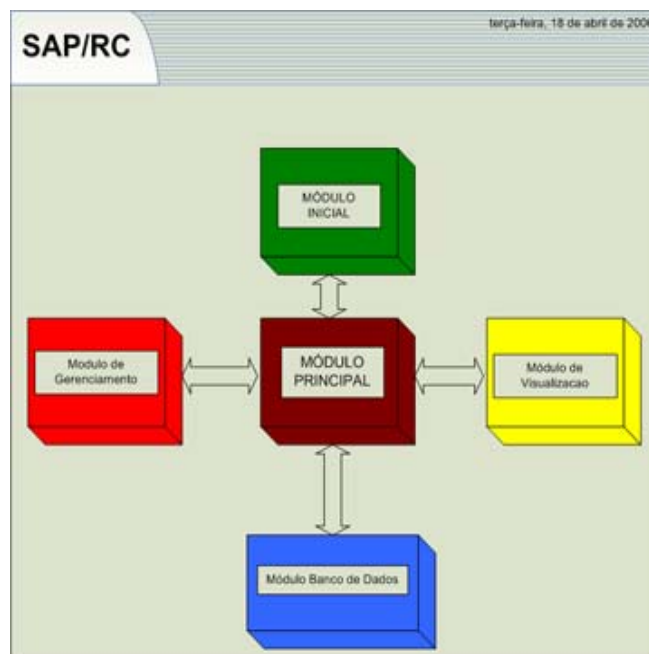


Figura 5.3 - Estrutura básica da ferramenta SAP-RC

O Módulo Principal, como o próprio nome diz, é considerado a parte central do sistema, de onde são efetuadas todas as etapas do desenvolvimento do projeto, o próprio projeto em si, as consultas aos bancos de dados, visualizações, e também, qualquer configuração que seja necessária para a alteração dos parâmetros do sistema. A partir deste módulo, temos acesso ao Módulo Inicial que faz a interface entre o Sistema Operacional e o Software (importação, exportação e manuseio de arquivos), o Módulo de Gerenciamento que fornece informações básicas de configuração ao Módulo Principal (escalas, tamanho de páginas, etc..), o Módulo de Banco de Dados que provê a conexão com os dados necessários ao projeto (Especificações Técnicas, Normas, etc.) e o Módulo de Visualização provê ao usuário uma pré-visualização online do projeto em que está trabalhando.

O software segue a seguinte linha de pensamento: “Ao abrir um arquivo, o projetista associa o arquivo a um projeto, começa seu trabalho, insere cabos,

equipamentos, tomadas, etc.. Após terminar, pode visualizar seu trabalho em 3D, gerar relatórios ou salvar o projeto ou arquivo do projeto”. Pode-se verificar melhor na Figura 5.4.

DIAGRAMA BÁSICO DA FERRAMENTA
Abertura do Arquivo, Definição do Projeto, Desenho,
Visualização ou Relatório

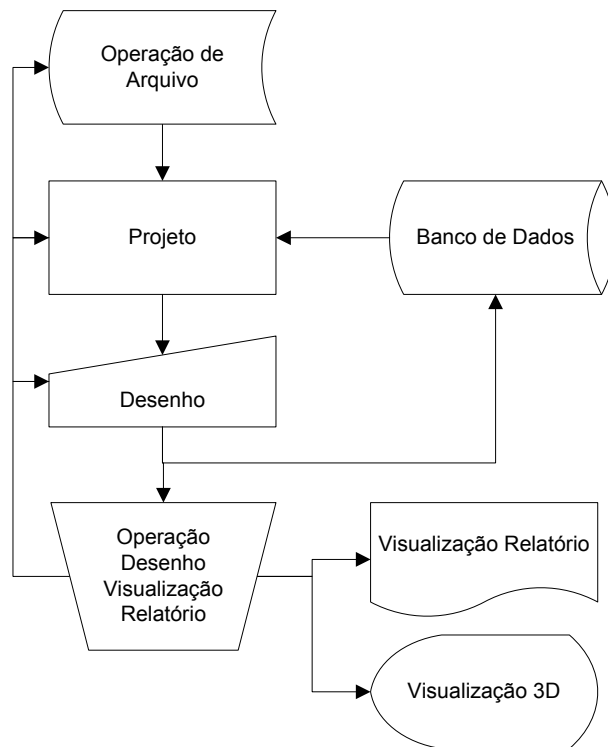


Figura 5.4 - Diagrama de fluxo da ferramenta SAP-RC

A estrutura básica do sistema só é operacionalizada através de uma interface simples com o usuário. A seguir, mostra-se como a interface foi definida.

5.3 - Interface

Trabalhando em um ambiente inteiramente visual, sob a plataforma Windows, a interface do sistema segue os mesmos padrões do Sistema Operacional.

Sendo bem limpa, possui quatro áreas principais, a saber (Figura 5.5):

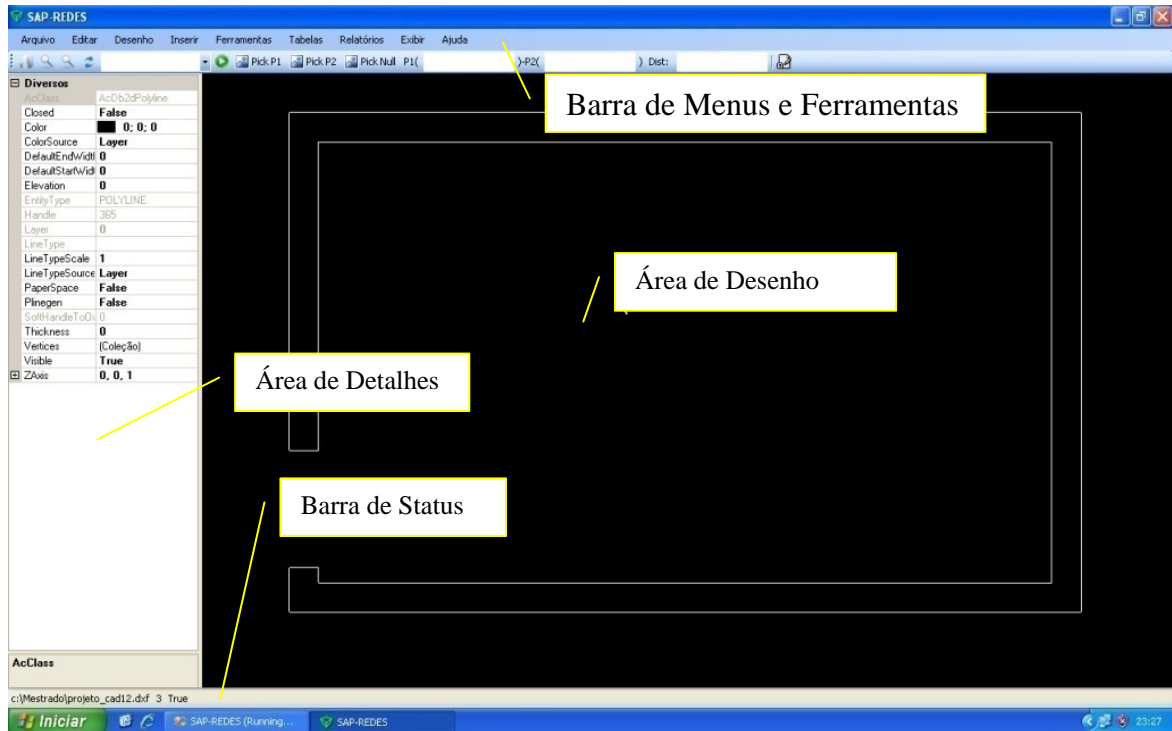


Figura 5.5 - Interface básica da ferramenta SAP-RC

- Barra de Menus e Ferramentas – Fornece o acesso às ferramentas de projeto e acesso a arquivos e dados;
- Área de Desenho – Onde o projetista efetua o desenho propriamente dito;
- Área de Detalhes – Onde pode-se verificar e/ou alterar algumas propriedades dos objetos;
- Barra de Status – Onde são mostradas as notificações de cada operação realizada.

Pensando na comodidade do projetista, optou-se por não deixar as janelas de projeto na mesma tela do desenho principal, pois, como sabe-se, não são todos os profissionais de TI que possuem estações de trabalho com monitores trabalhando em alta resolução, disponibilizando assim, um farto espaço na tela de trabalho, conforme Figura 5.6.

Pensou-se no usuário trabalhando em monitores com resolução de 800x600 dpi ou até 640x480 dpi, sem muito espaço útil na tela.

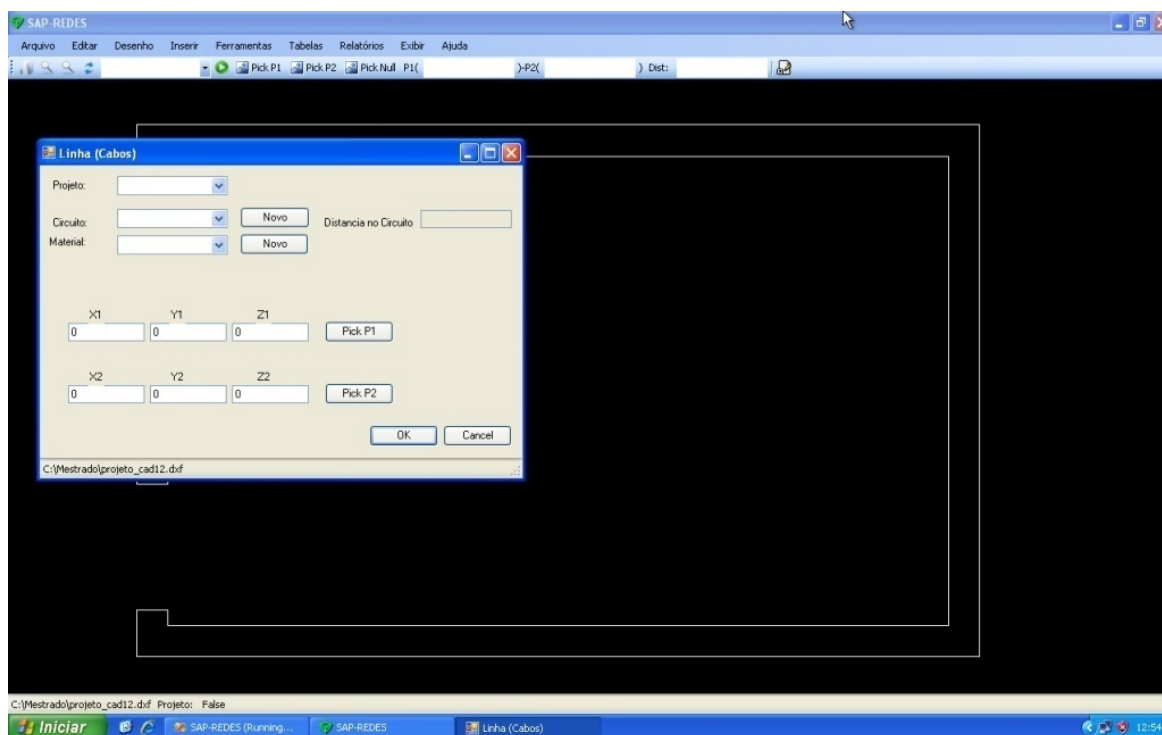


Figura 5.6 - Ambiente de trabalho limpo com opções em janelas não em barras laterais

5.4 - Banco de Dados

De grande importância para o correto funcionamento do Sistema, o Banco de Dados contém toda a informação pertinente às normas, equipamentos e valores que irão direcionar os projetos efetuados.

O Banco de Dados do sistema consiste em uma estrutura de dados, que pode ser acessada diretamente via ADO (*Data Access Object*) ou ODBC (*Open Database Connectivity*), portanto podendo ser portado para os diversos sistemas de Banco de Dados comerciais ou não, como por exemplo, MS-Access, MS-SQL Server, Oracle, MySQL entre outros.

As tabelas estão separadas de forma intuitiva e de fácil compreensão a um usuário um pouco mais experiente.

O diagrama básico das tabelas utilizadas pelo sistema é apresentado na Figura 5.7.

A tabela MATERIAIS é de extrema importância para o Sistema. É nesta tabela que estão cadastrados todos os tipos de Materiais utilizados nos Projetos. Os Materiais são; cabos, equipamentos, tubulações, emendas, cintas, canaletas, *racks*, conectores, e todos os outros componentes utilizados em uma Rede de Computadores. Também incluem principalmente o Custo do item no mercado, podendo compor relatórios financeiros.

Estes Materiais estão divididos em Grupos e SubGrupos, os quais são definidos na tabela GRUPOS, conforme visto na Figura 5.7. A tabela GRUPOS permite o agrupamento de itens completamente diferentes um dos outros, tendo também diferentes tipos de Especificações Técnicas. Assim, a cada item do Grupo, está associada uma tabela de Especificações Técnicas relevantes a este Grupo.

Assim como na tabela GRUPOS, a tabela MATERIAIS também possui uma tabela de Especificações Técnicas associada. É nesta tabela que figuram todas as especificações referentes ao item catalogado, como dimensões, unidades, frequências de trabalho, normas as quais atende (tabelas NORMAS e NORMAGRUPPO) entre outras.

As tabelas de Especificações fornecem ao Sistema, como sugestão ou restrição (de acordo com a Norma associada, os parâmetros padrões para os Projetos, como uma altura de trabalho, um diâmetro, um comprimento máximo, entre outros.

Por fim, a tabela LISTA_MATERIAIS contém todos os itens inseridos no Projeto pelo usuário. Recebendo informações das tabelas PROJETOS, CIRCUITOS e MATERIAIS, a cada tarefa executada, a tabela LISTA_MATERIAIS é preenchida até que o Projeto esteja terminado. É esta tabela que fornece os dados principais para o Relatório de Materiais Utilizados e Custos do Projeto, um dos atrativos do Sistema.

Logicamente, todas as outras tabelas componentes do Banco de Dados têm sua importância, mas, para um conceito básico do Sistema, as quatro tabelas citadas são as mais importantes.

Os dados dos materiais devem ser adicionados ao Banco de Dados antes do início do uso do Aplicativo, o que poderá ser feito por meio de formulário no próprio Sistema. Existe a possibilidade futura de alimentação por formulários via Internet ou outros meios viáveis, dependendo do uso da aplicação, por exemplo, uma empresa que se responsabilize pela atualização das tabelas de materiais, especificações

técnicas, etc., enquanto o usuário, em outro local, utiliza o sistema para efetuar o projeto e conseqüente lista de materiais.

5.5 - Visualização em 3D

Em qualquer etapa do desenvolvimento, o projetista pode gerar uma visualização tridimensional do projeto para sanar qualquer dúvida que venha a aparecer sobre alguma posição de equipamentos, cabos, armários, *racks*, etc..

Utilizando técnicas de Realidade Virtual, onde o usuário pode interagir com o projeto, a visualização permite um grande avanço na detecção de erros e sua imediata correção, diminuindo a incidência de ocorrências no decorrer da implantação do projeto pois as mesmas foram sanadas ainda na fase de projeto.

Esta visualização é feita, a partir da Barra de Menus, através do Item Ferramentas → VRML → View (Figura 5.8)(Figura 5.9).

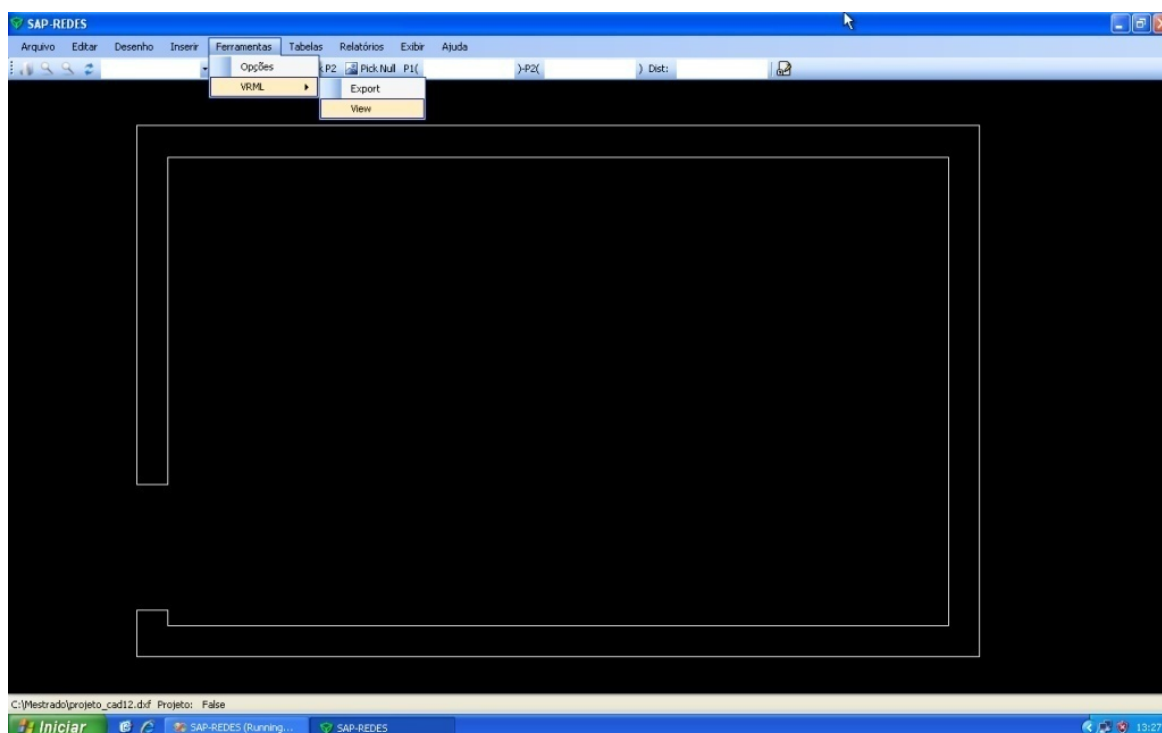


Figura 5.8 - Menu de acesso às visualizações 3D

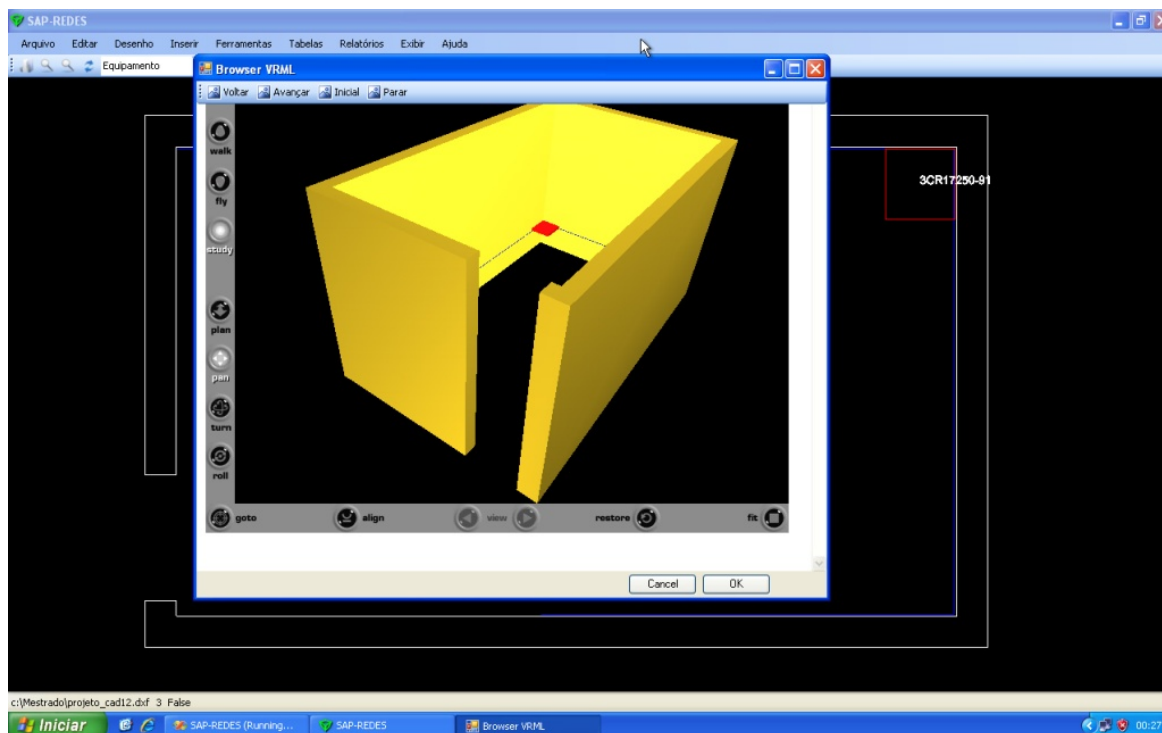


Figura 5.9 - Exemplo do formulário de visualização 3D

Lembrando que para a correta visualização do ambiente 3D, é necessário a instalação de um plug-in VRML. No caso, o Cortona VRML Player.

5.6 - Operação

A operação do sistema é feita de forma bem simples e intuitiva. Pelo fato do sistema trabalhar totalmente em ambiente gráfico e integrado ao ambiente do sistema operacional, o usuário sente-se à vontade com as telas, bastando apenas um pequeno e rápido aprendizado dos comandos necessários para iniciar um projeto.

Inicialmente, os dados dos equipamentos, cabos e outros acessórios pertinentes de uma Rede de Computadores devem ser inseridos no sistema de Banco de Dados, utilizando os Formulários de Cadastro e Manutenção, através da Barra de Ferramentas, no Item Tabelas.

Por exemplo: Ao cadastrar um Switch de determinado fabricante, são também inseridos no sistema, todas as informações comerciais e técnicas deste equipamento, como normas as quais atende, dimensões, consumo de energia, temperatura de operação, bem como seu custo entre outras.

Como visto na Figura 5.4, o conceito e as etapas de trabalho são:

Para um novo projeto:

- Criação ou abertura de um arquivo de trabalho no formato DXF;
- Criação de um novo projeto associado a este arquivo;
- Desenho (Cabos, Equipamentos, etc.);
- Visualização;
- Geração de Relatórios;
- Impressões; e
- Fechamento do arquivo de trabalho ou gravação do mesmo.

Para um projeto já iniciado;

- Abertura do projeto;
- Desenho (Cabos, Equipamentos, etc.);
- Visualização;
- Geração de Relatórios;
- Impressões; e
- Fechamento do arquivo de trabalho ou gravação do mesmo.

Sendo assim, primeiramente é necessária a criação ou abertura de um projeto, feito através da Barra de Ferramentas, no Menu Arquivo → Abrir (Escolher o arquivo), novamente no Item Arquivo → Projeto → Novo ou para abrir um projeto já existente, Item Arquivo → Projeto → Abrir, conforme podemos verificar na Figura 5.10.

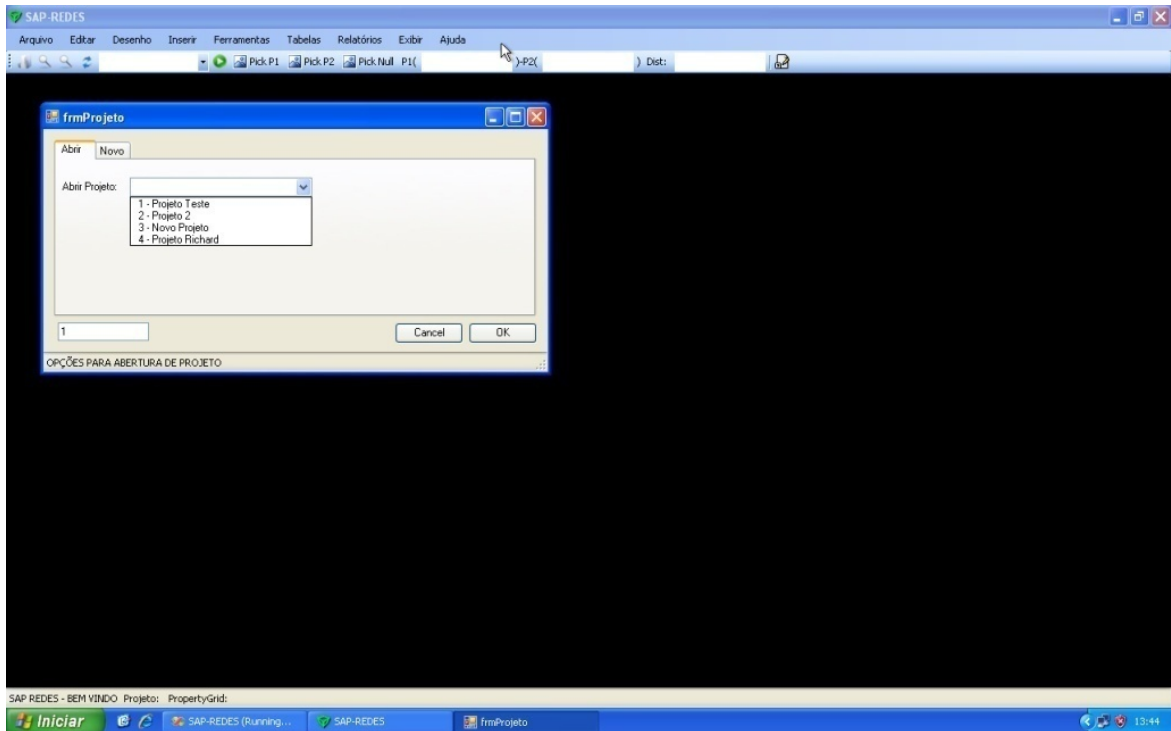


Figura 5.10 - Formulário de seleção de projeto

Após esta etapa, o projeto é associado ou carregado para a área de trabalho, conforme Figura 5.11

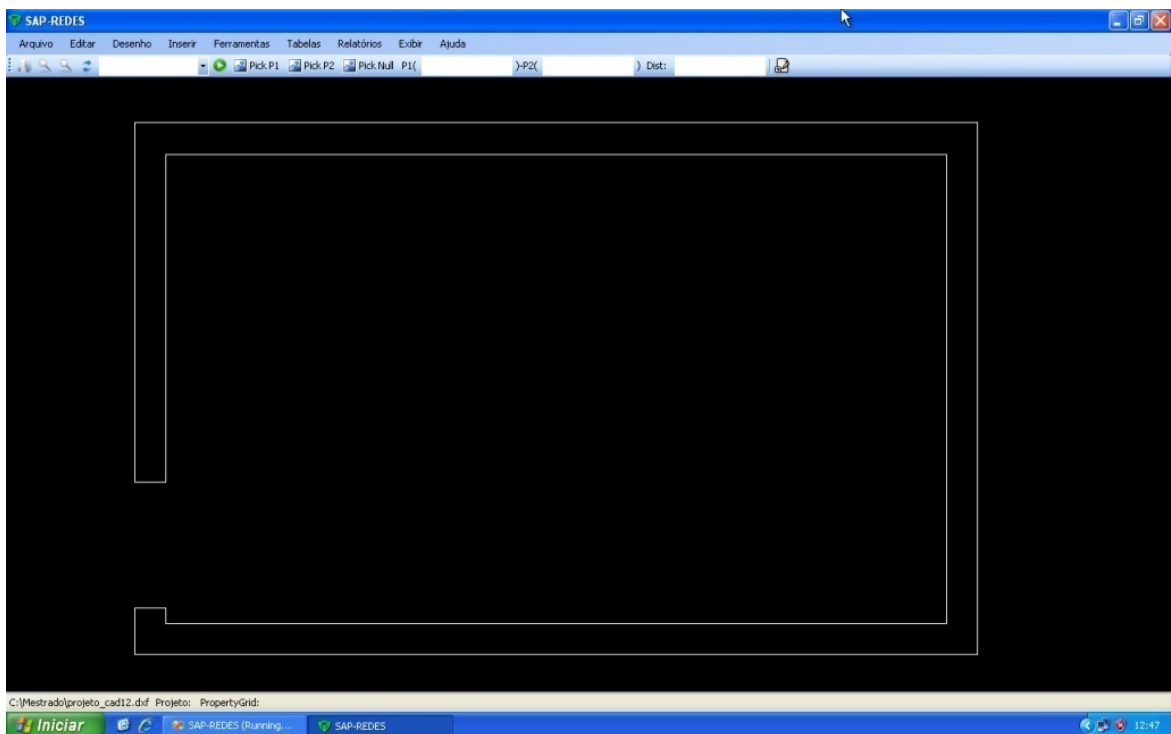


Figura 5.11 - Arquivo associado ao projeto carregado na área de desenho

A partir deste momento, inicia-se a etapa efetiva de desenho (projeto), onde são inseridos os equipamentos, cabeamento, tomadas, etc. e suas devidas correções caso sejam necessárias.

Como o sistema trabalha inteiramente com entidades vetoriais (como visto anteriormente, característica principal dos sistemas CAD), portanto, com definição de retas, círculos, etc., e seus pontos de início, fim, centro, raio, etc., todas as operações de desenho dependem da definição dos pontos iniciais, finais ou afins, que são definidos de acordo com a entidade a ser desenhada e obtidos diretamente junto ao projeto principal carregado, inclusive na sua própria escala.

Não importa se o projeto tenha 10 ou 1000 unidades de tamanho, a seleção dos pontos se dará em virtude da escala a qual o projeto está desenhado (Figura 5.12).

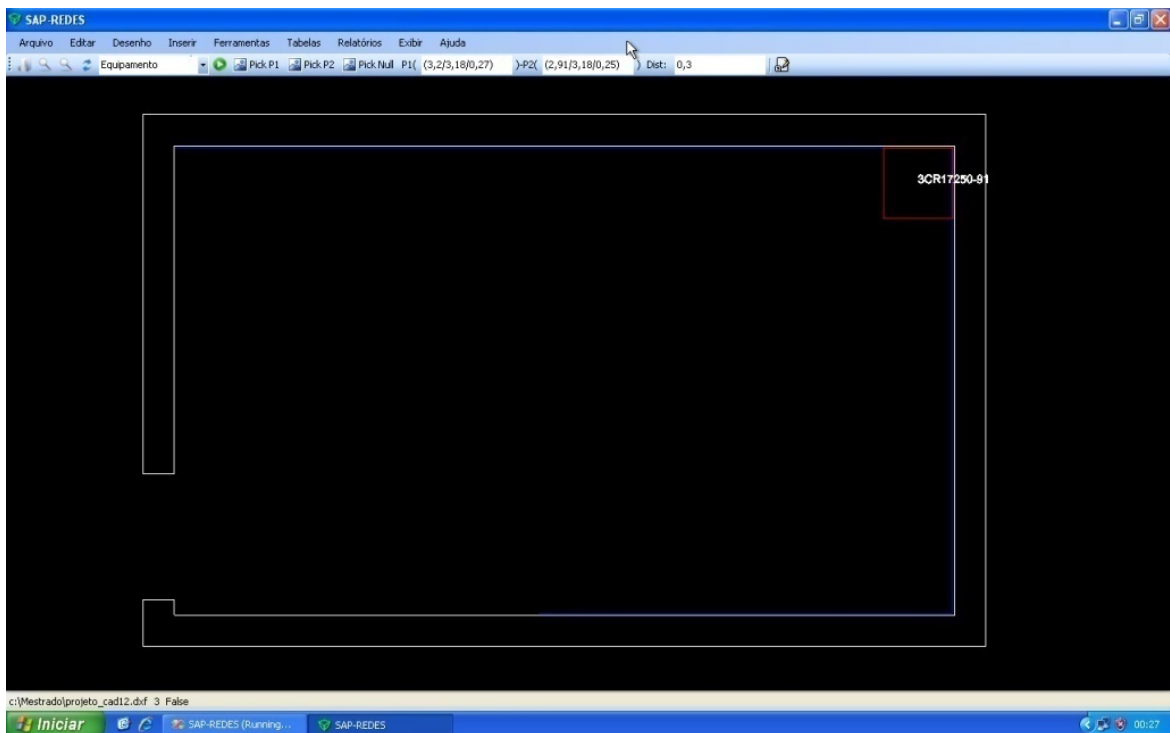


Figura 5.12 - Projeto concluído na área de desenho

Ao final do desenho, o projetista pode efetuar uma conferência do seu projeto, em um ambiente virtual, em 3D, em um mini navegador, interno ao software (Figura 5.13).

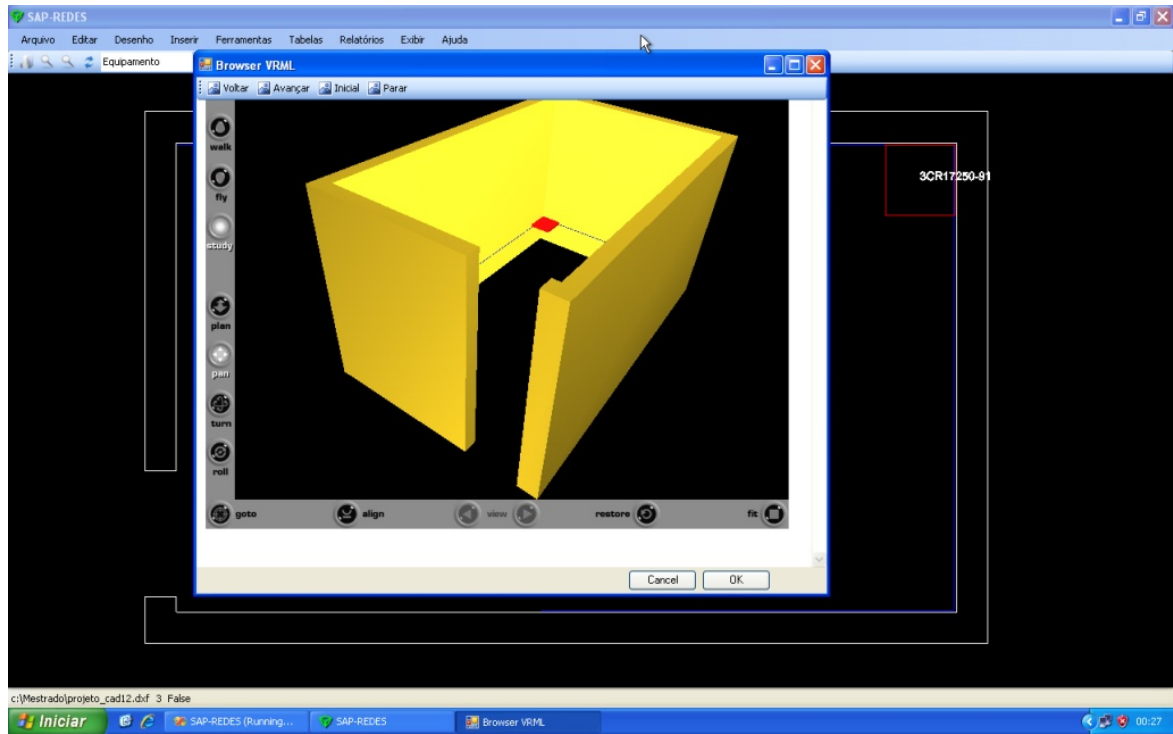


Figura 5.13 - Visualização do projeto utilizando RV

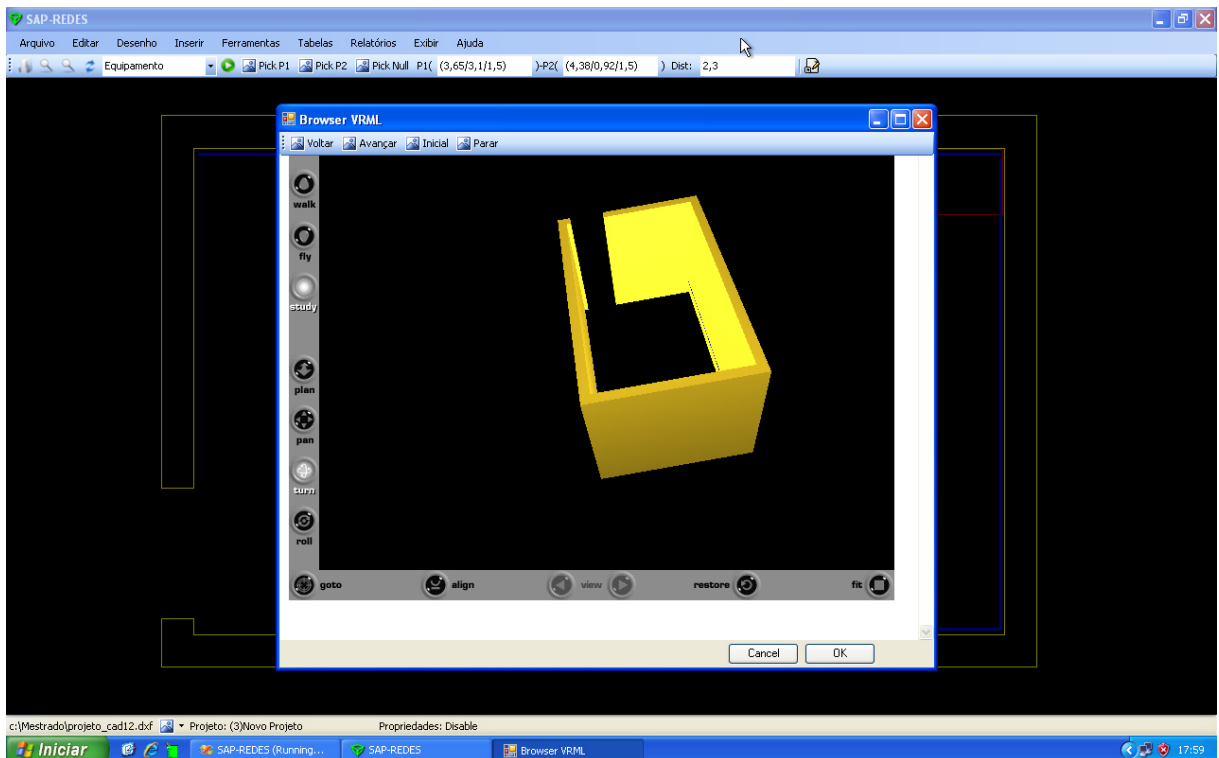


Figura 5.14 - Visualização de um outro ângulo de visão

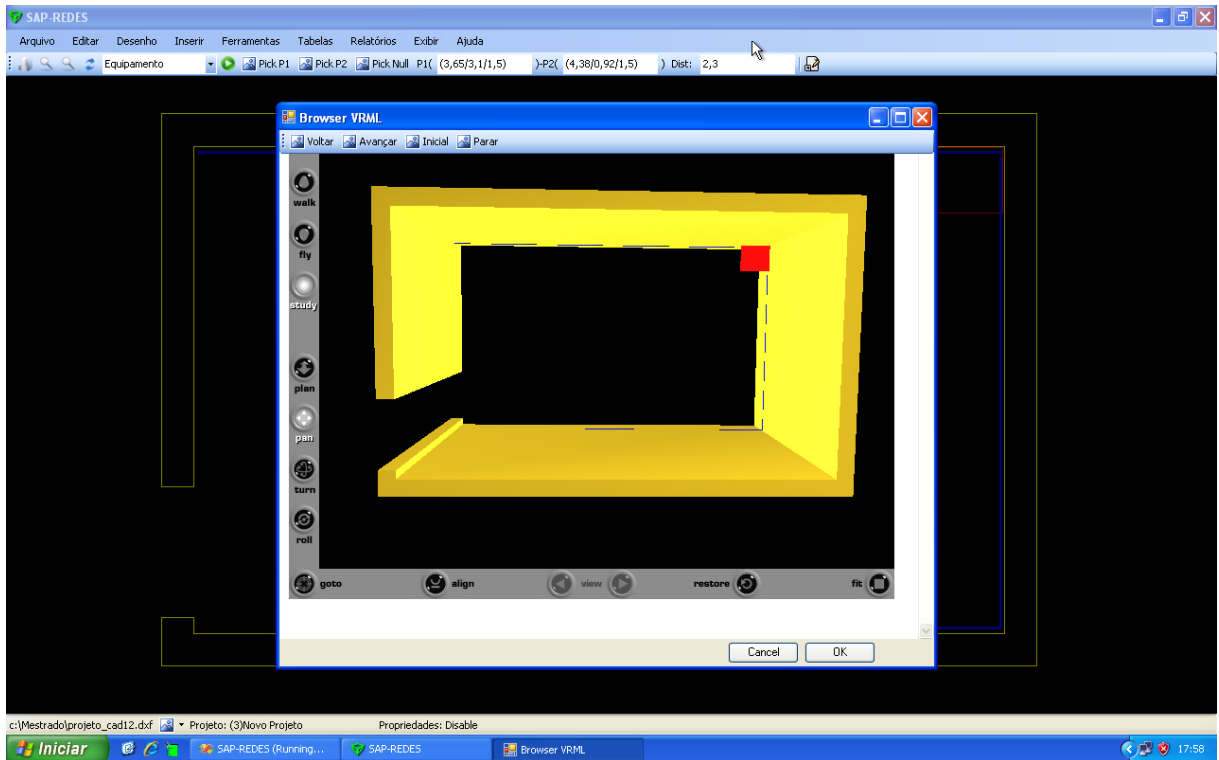


Figura 5.15 - Visualização em 3D de ângulo superior

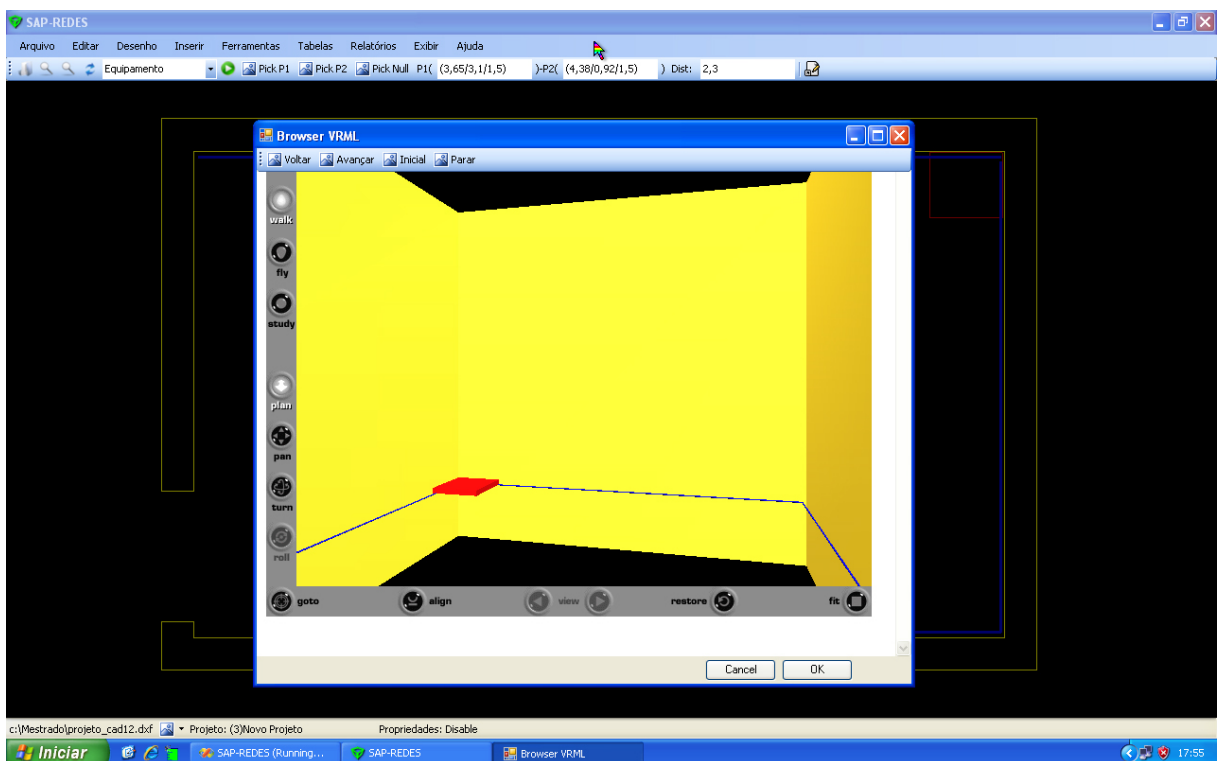


Figura 5.16 - Navegação pelo ambiente 3D gerado na visualização

O Projetista também tem a opção de gerar diversos relatórios sobre o projeto, como Lista de Projetos, Circuitos, Materiais de Referência, Equipamentos e,

principalmente, uma Lista de Materiais e Equipamentos utilizados no Projeto, através da Barra de Ferramentas, no Item Relatórios, conforme Figura 5.17:

SAP REDES - Lista de Materiais

IDP	Nome do Projeto	IDC	Circuito	IDM	Materiais	Quantidade
5	Projeto Grande		5 Sala 1 Circuito 1	1	24 AWG UTP	18,13
6			6 Sala 1 Circuito 2	1	24 AWG UTP	15,14
7			7 Sala 2 Circuito 1	1	24 AWG UTP	14,89
8			8 Sala 2 Circuito 2	1	24 AWG UTP	11,96
9			9 Sala 3 Circuito 1	1	24 AWG UTP	16,87
10			10 Sala 3 Circuito 2	1	24 AWG UTP	13,88
11			11 Sala 4 Circuito 1	1	24 AWG UTP	13,63
12			12 Sala 4 Circuito 2	1	24 AWG UTP	10,7
						115,2
5	Projeto Grande		13 Equipamentos	9	Mini Rack 19"	1
						1

Figura 5.17 - Relatório gerado pelo sistema

Como explanado anteriormente, o nível de dificuldade para operação do sistema é relativamente pequeno. O usuário necessita apenas de conhecimentos básicos sobre sistemas CAD, formato de arquivos DXF e conceitos de Projetos de Redes de Computadores. Sendo assim, o SAP-RC , com a sua finalidade mais básica, o Auxílio a Projetos de Computadores, pode ser utilizada por qualquer profissional de Informática e áreas afins, para uma melhoria de sua infra-estrutura de Redes.

6 - UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA E RESULTADOS

Com o desenvolvimento da ferramenta, também foram necessários diversos testes para verificar não só a sua funcionalidade como a compatibilidade com outros Sistemas CAD.

Assim, para exemplificar o trabalho executado pela ferramenta, foi elaborado um pequeno projeto, consistindo de uma sala de um ambiente de trabalho, composta de dois pontos de rede (um em cada canto da sala) e um *hub* ou *switch*.

Este projeto, simulando o ambiente real da Engenharia, onde um profissional realiza o projeto civil e distribui a outros profissionais de outras áreas como elétrica, hidráulica e por que não um profissional especializado em Redes de Computadores.

6.1 - Etapas de Trabalho

Como visto no Capítulo 5, a ferramenta possui algumas etapas de trabalho que devem ser seguidas para seu correto funcionamento, assim, cada etapa principal de criação do projeto, a imagem correspondente da operação será mostrada.

Para explanar sobre os resultados obtidos, foram selecionadas 09 (nove) etapas principais para criação de um projeto, a saber:

- Criação ou Associação do Projeto ao desenho;
- Criação dos Projetos
- Criação dos Circuitos
- Inserção dos componentes (cabos) nos circuitos
- Inserção dos Equipamentos (*switch*)
- Visualização dos Resultados em 3D
- Visualização de Relatórios
- Arquivamento do Projeto (salvar)
- Abertura do Projeto no AUTOCAD para mostrar compatibilidade.

Com as etapas de trabalho devidamente identificadas, veremos então a ferramenta em funcionamento no item a seguir.

6.2 - Resultados Obtidos

Criação ou Abertura do Projeto: O projeto pode ser iniciado de duas maneiras: A primeira, normalmente utilizada quando se trabalha com o arquivo recebido pela primeira vez. A segunda é quando já se trabalhou com o projeto e pretende-se continuar o trabalho. Estas etapas são obtidas, através da Barra de Menu → Arquivo → Abrir ou Barra de Menu → Arquivo → Projeto → Novo / Abrir (Figura 6.1).

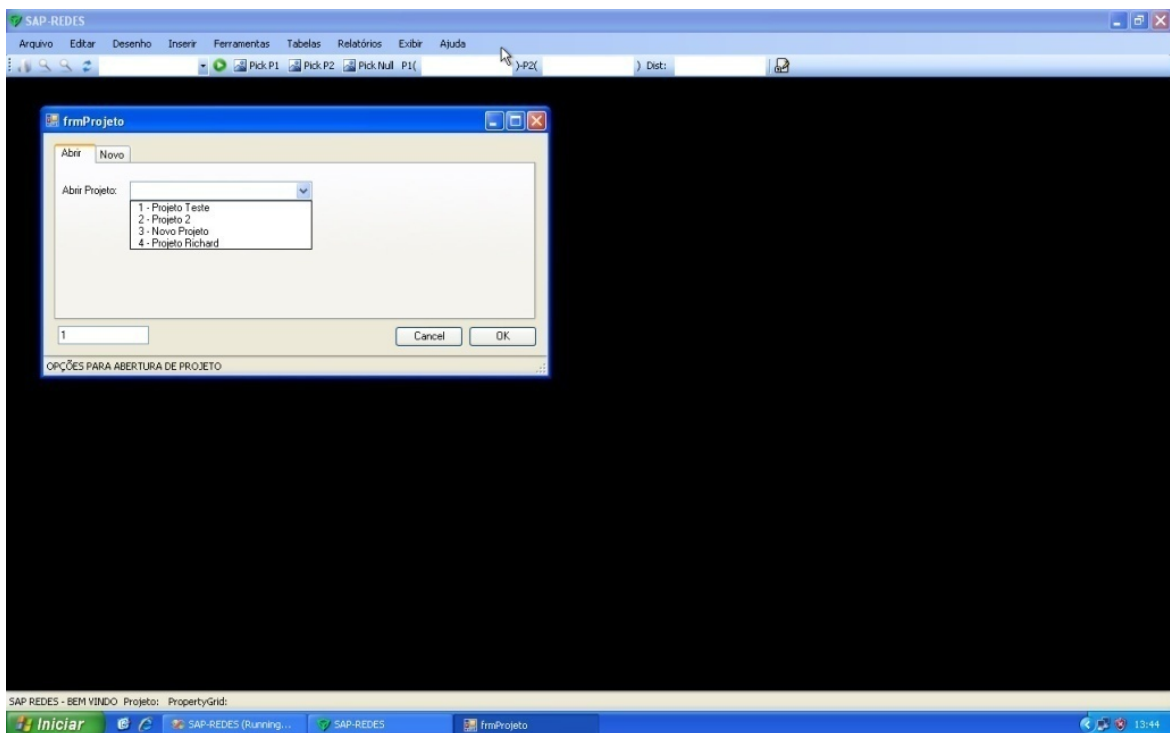


Figura 6.1 - Formulário de Abertura e Criação de Projetos

Criação dos Circuitos: Definido o projeto, passa-se à definição dos circuitos relacionados. Um circuito é considerado como sendo o trajeto de um cabo da sua origem até o destino, de ponta a ponta, incluindo-se *patch-cords*, tomadas, etc. No caso atual, apenas o trecho do cabeamento principal. Portanto, cada circuito deve ser definido previamente. Existe a possibilidade de sua criação durante o desenvolvimento do projeto.

A criação é feita através do formulário Circuitos, acessado através da Barra de Menu → Tabelas → Circuitos.

Um circuito também pode ser criado no momento da inserção de um objeto (cabo, equipamento, tubulação, etc.), por meio de um botão que remete ao mesmo formulário (Figura 6.2).

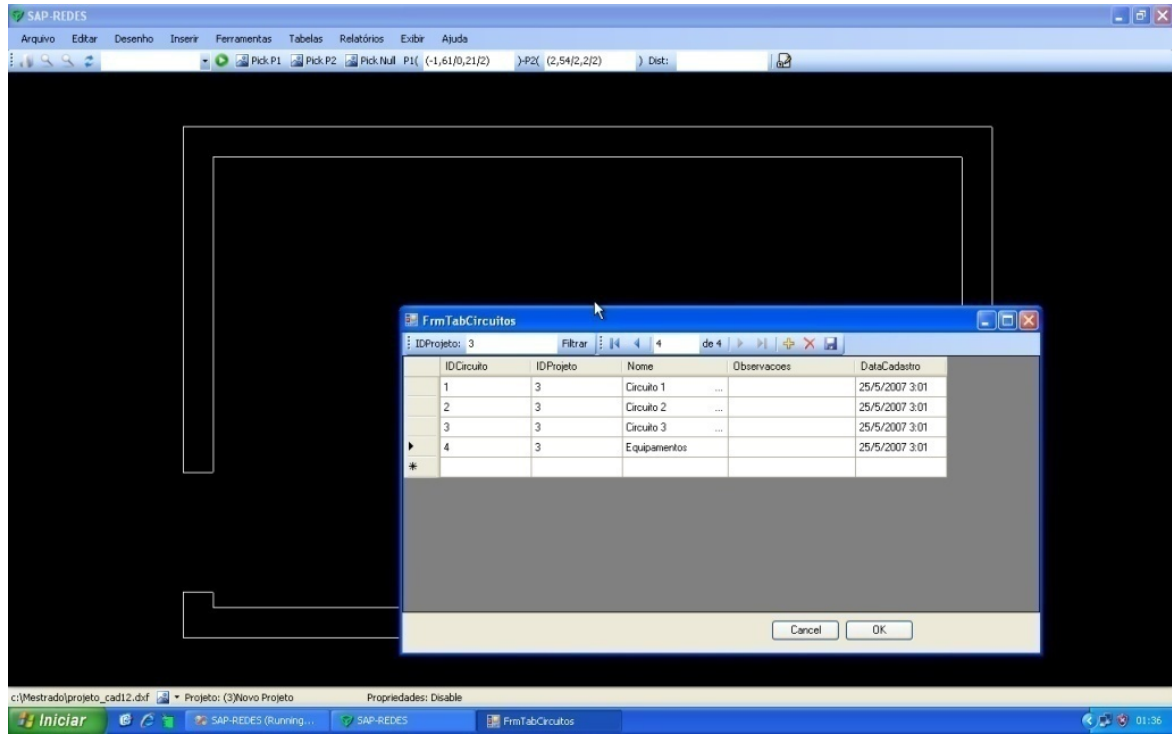


Figura 6.2 - Formulário de Criação de Circuitos

Inserção dos componentes (cabos) nos circuitos: Um cabo é tratado pelo sistema como sendo uma linha (por ser vetorial, a representação é mais simples). Um circuito pode conter vários trechos de linha, que devem seguir todo o trajeto especificado que o cabo deve fazer pela sala em questão.

Após a definição dos pontos inicial e final, feitos pelos botões Pick P1 e Pick P2 na Barra de Ferramentas, basta acessar a Barra de Menu → Inserir → Linha ou pelo *Drop-Down* na Barra de Ferramentas, pressionando após, o botão de acesso ao formulário.

Como cada tipo de cabo tem suas propriedades e normas técnicas, a cada trecho de circuito a ser inserido, o usuário é informado sobre o comprimento do trecho no circuito, o limite deste material em área de trabalho, a quantidade restante, ou seja, todas as informações pertinentes aos limites impostos pelas Normas Técnicas definidos quando do Cadastro do Material e suas especificações técnicas (Figura 6.3).

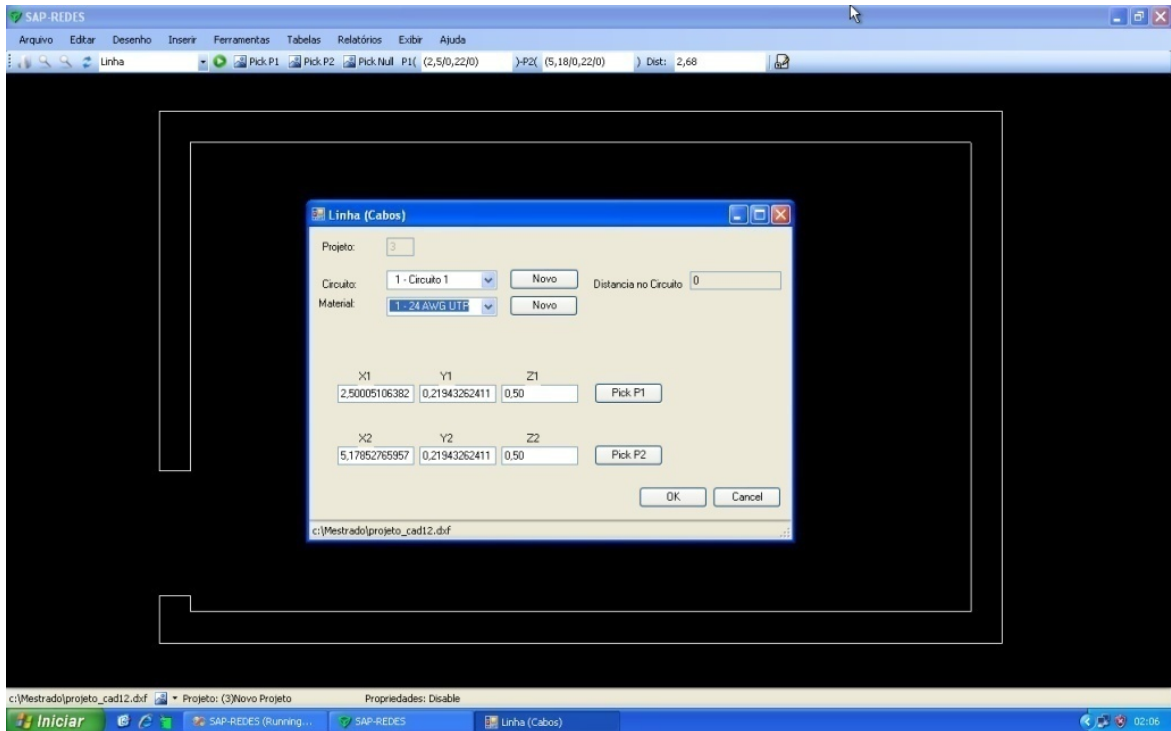


Figura 6.3 - Formulário de Criação de Linhas (Cabos)

Eventualmente, erros acontecem (Figura 6.4). As correções podem ser feitas diretamente na janela de desenho. Por medida de segurança, existe uma opção inicial de seleção, onde podem ser selecionados diversos objetos (cabos, equipamentos, etc.) e depois de confirmação da exclusão.

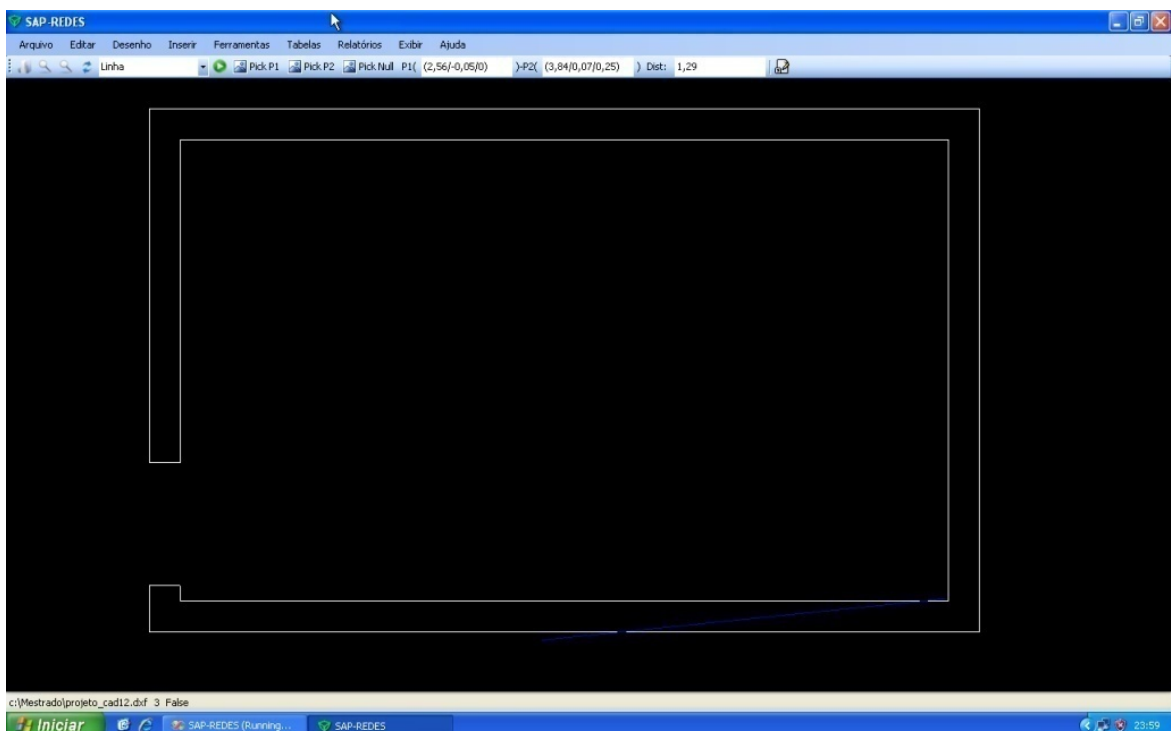


Figura 6.4 - Erro de projeto mostrando trecho de cabo cortando uma parede

Após a exclusão da linha desejada, repete-se a operação até todos os circuitos estarem “desenhados” (Figura 6.5) (Figura 6.6).

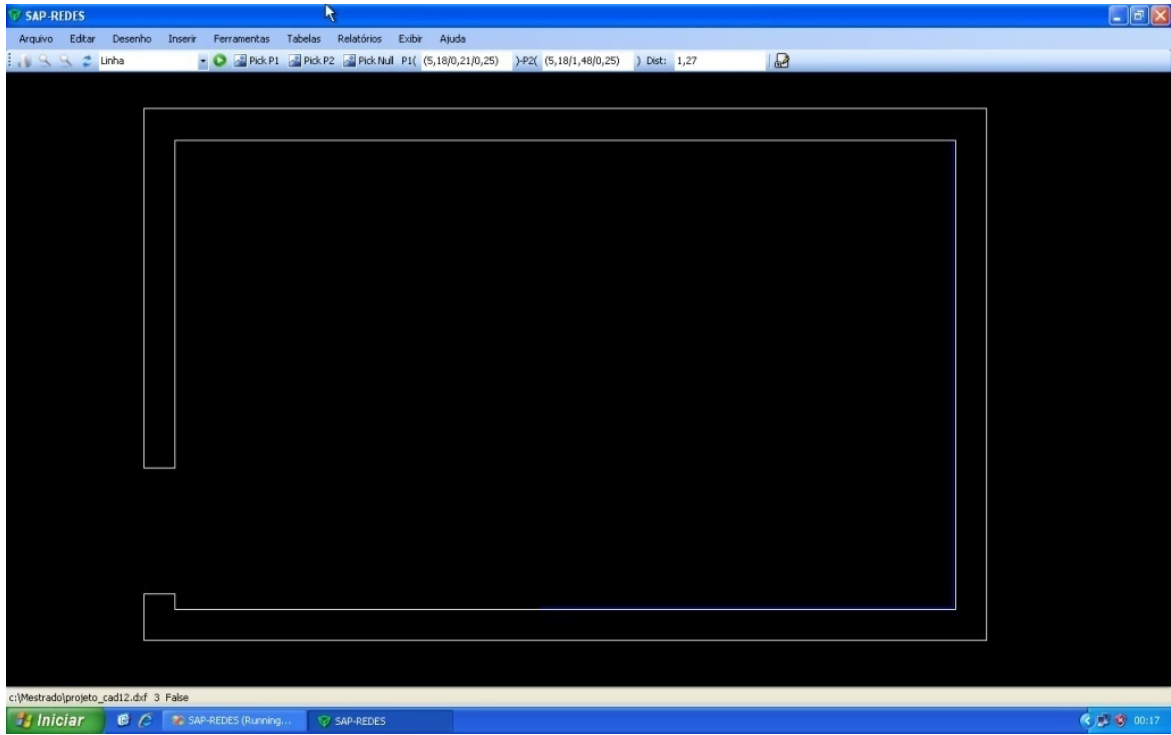


Figura 6.5 - Cabeamento do Circuito 1 criado (em azul)

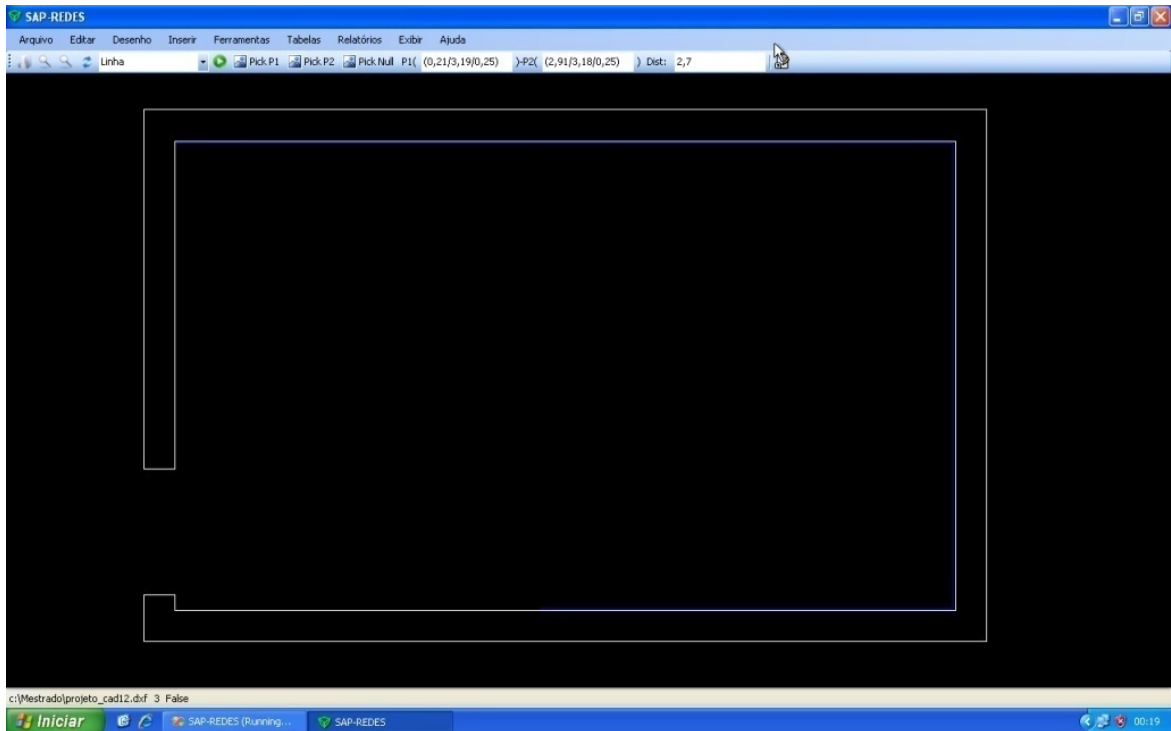


Figura 6.6 - Trecho de cabeamento relativo ao Circuito 2

Inserção dos Equipamentos (*swicth*): A inserção dos equipamentos de rede é feita através de formulário específico. Após selecionar o ponto de inserção, abre-se o formulário pela Barra de Menu → Inserir → Equipamento (Figura 6.7).

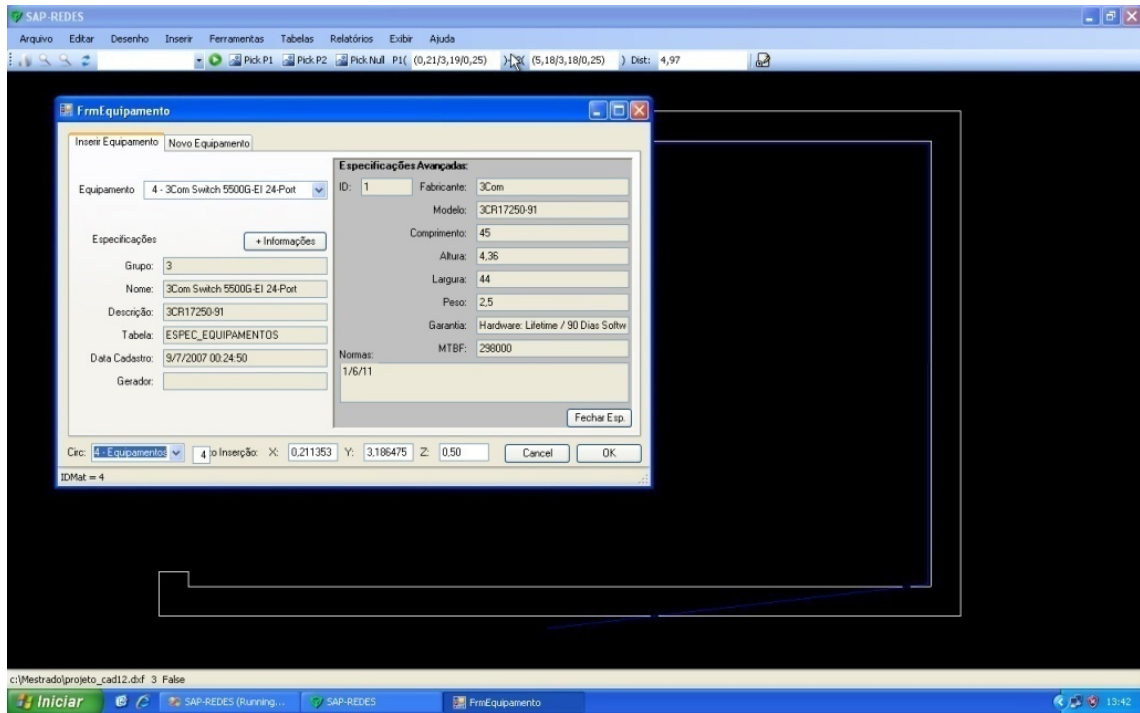


Figura 6.7 - Formulário de escolha e inserção de equipamentos ou infra-estrutura

No formulário, estão presentes alguns dados do equipamento escolhido, bem como as especificações técnicas principais como dimensões, peso, preço, normas técnicas, etc..

Após a escolha do modelo do equipamento a ser usado ser feita, basta confirmar o formulário para o mesmo ser inserido na área de desenho (Figura 6.8).

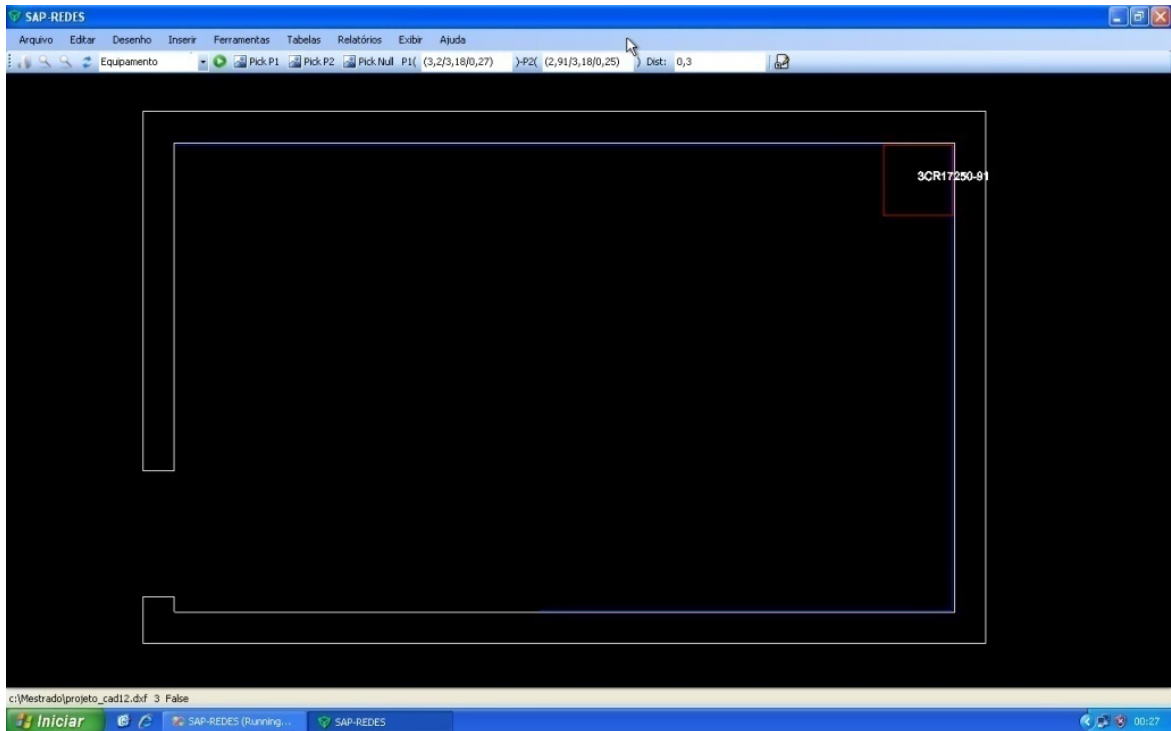


Figura 6.8 - Equipamento (em vermelho) inserido no projeto

Visualização dos Resultados em 3D: A cada momento do desenho, o usuário pode gerar uma visualização em 3D do estado de seu projeto. Esta visualização, em formato VRML é visualizada dentro de um formulário específico com todas as funcionalidades que o plug-in VRML escolhido pelo usuário proporcionar. No caso, o plug-in utilizado foi o Cortona VRML Player (Figura 6.9).

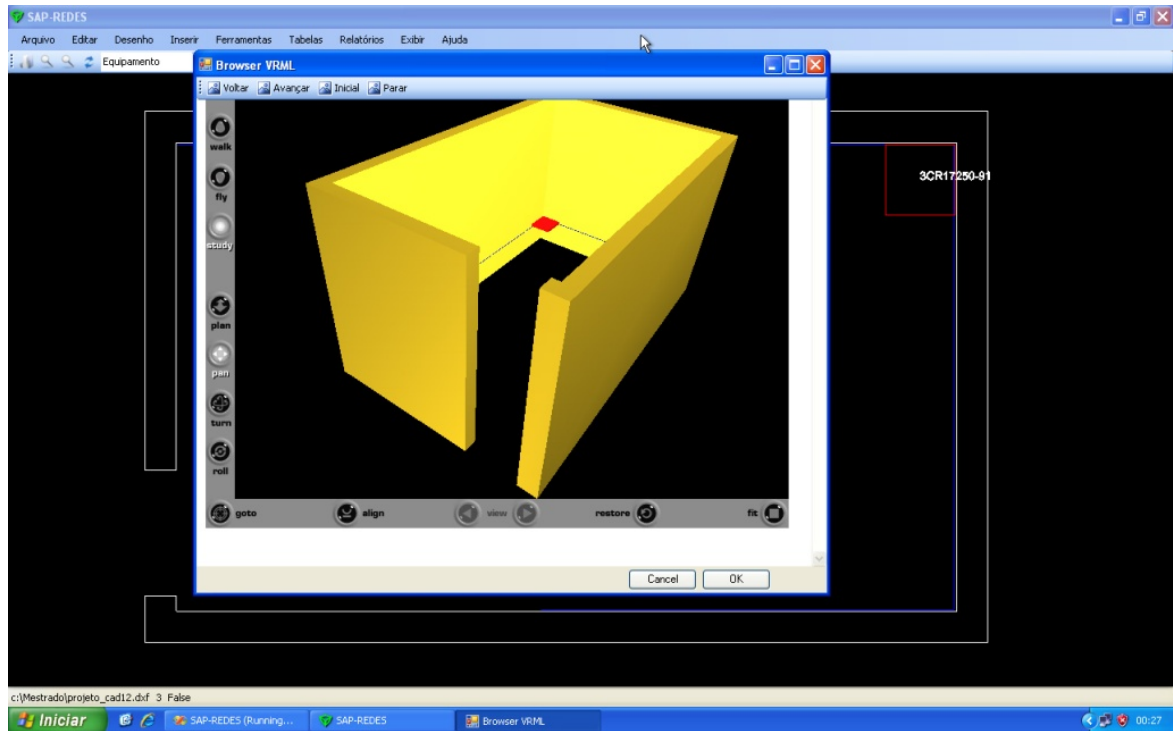


Figura 6.9 - Projeto visualizado em 3D por meio de janela interna com o Cortona

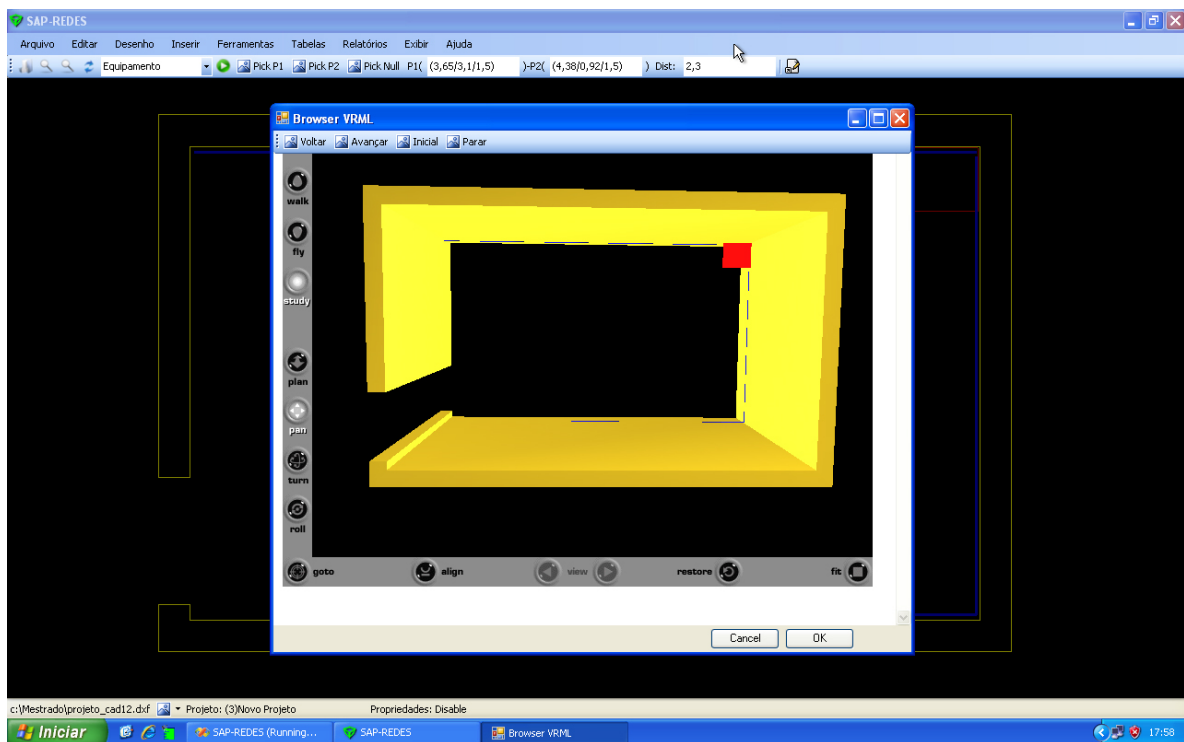


Figura 6.10 - Vista superior em 3D do mesmo projeto em janela interna.

Visualização de Relatórios: Uma das finalidades principais do projeto é a geração de relatórios com o conteúdo do projeto realizado. Também, a cada momento do projeto, o usuário pode verificar e conferir a quantidade, localização, bem como o custo estimado do projeto, tanto por materiais, circuitos, como totais gerais e custo financeiro.

Existem também opções de relatórios de Materiais cadastrados no sistema, Projetos, Circuitos, etc.. São acessados através da Barra de Menu → Relatórios (Figura 6.11).

SAP-RC
Lista de Materiais por Projeto

Projeto: 3 Novo Projeto

Circuito	ID - Material	Qtd	Preço	Total
Circuito: 1 Circuito 1	1 24 AWG UTP	2,68	0,40	1,07
	1 24 AWG UTP	2,96	0,40	1,18
	Totais:	5,64		2,26
Circuito: 2 Circuito 2	1 24 AWG UTP	4,96	0,40	1,98
	Totais:	4,96		1,98
Total do Projeto				4,24
Circuito: 4 Equipamentos	4 3Com Switch 5500G-EI 24-Port	1,00	900,00	900,00
	Totais:	1,00		900,00
	Total do Projeto			

Figura 6.11 - Lista de Materiais e custos estimados do projeto

Arquivamento do Projeto: O projeto pode ser armazenado diretamente sobre o arquivo recebido, por meio da Barra de Menu → Salvar ou então ser armazenado como um novo arquivo de trabalho, através da Barra de Menu → Salvar Como. Esta opção pode ser utilizada para preservar o arquivo original de trabalho recebido inicialmente (Figura 6.12).

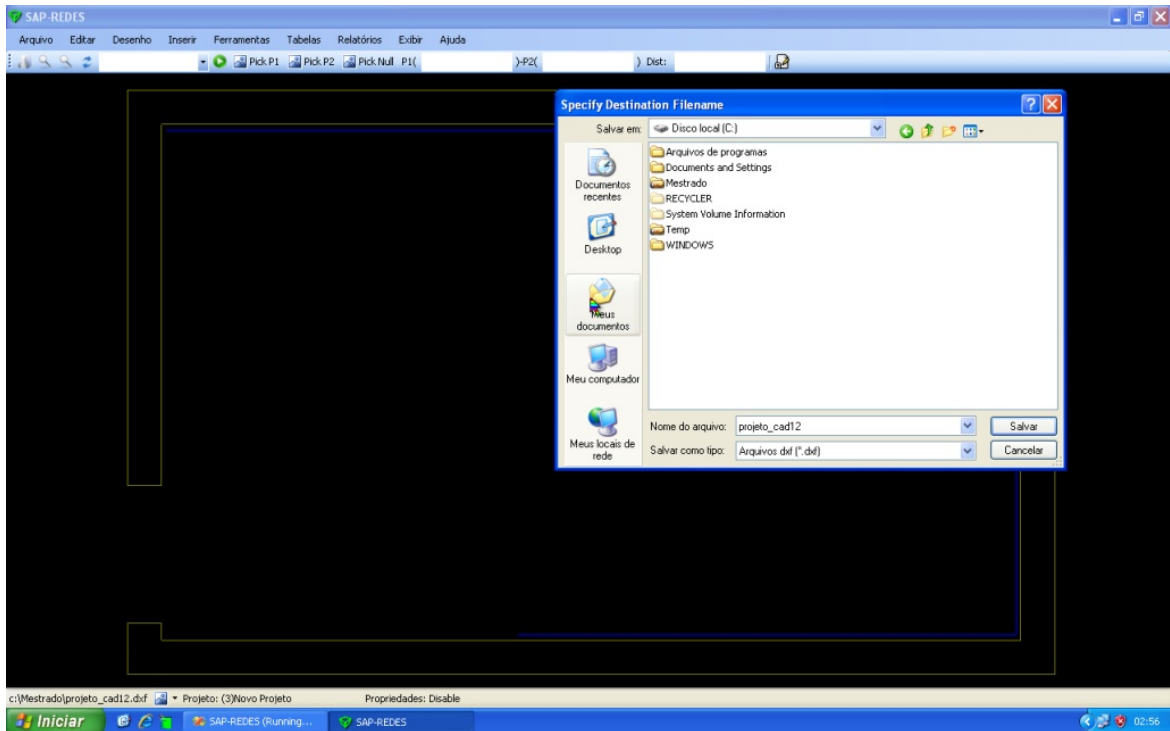


Figura 6.12 - Opções de salvamento do arquivo de trabalho

Abertura do Projeto no AUTOCAD para mostrar compatibilidade: Não bastante, outra premissa da ferramenta é a compatibilidade com os programas CAD existentes no mercado.

Após efetuar o arquivamento como se viu acima, foi efetuado o teste de compatibilidade abrindo o arquivo resultante no AUTOCAD 2007. O resultado pode ser visto na Figura 6.13.

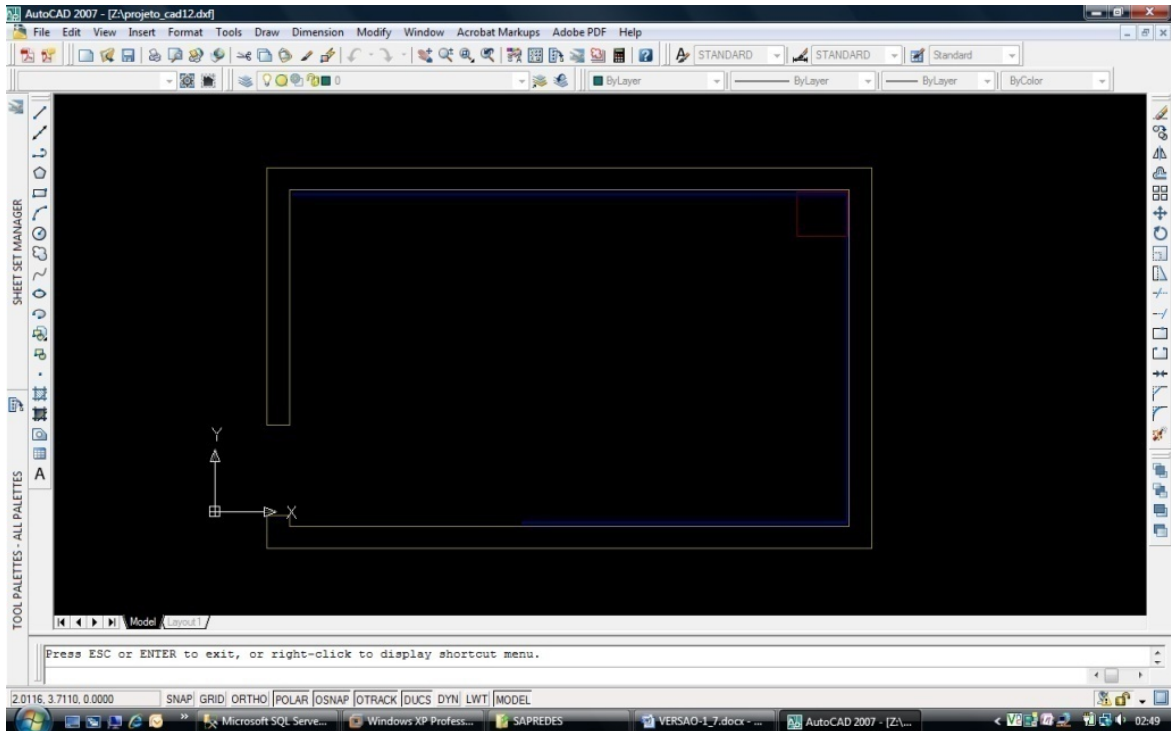


Figura 6.13 – Arquivo do SAP-RC importado pelo Autocad 2007

Também foi efetuada a troca do modo de visualização no AUTOCAD para uma nova Vista Isométrica, que permite a visualização em 3D do arquivo importado.

A Figura 6.14 mostra um novo ângulo de visão, que exemplifica também a diferença entre o desenho 3D visto em um ambiente 2D simulado pela vista superior, onde linhas verticais transformam-se em pontos e planos em linhas e um ambiente de desenho inteiramente 3D. Lembrando que o AUTOCAD trabalha em um ambiente de desenho inteiramente em 3D, onde o desenho em 3D é feito alterando os ângulos de visão (superior, lateral, isométrico, etc.) ou diretamente por coordenadas 3D, muito usado por desenhistas profissionais.

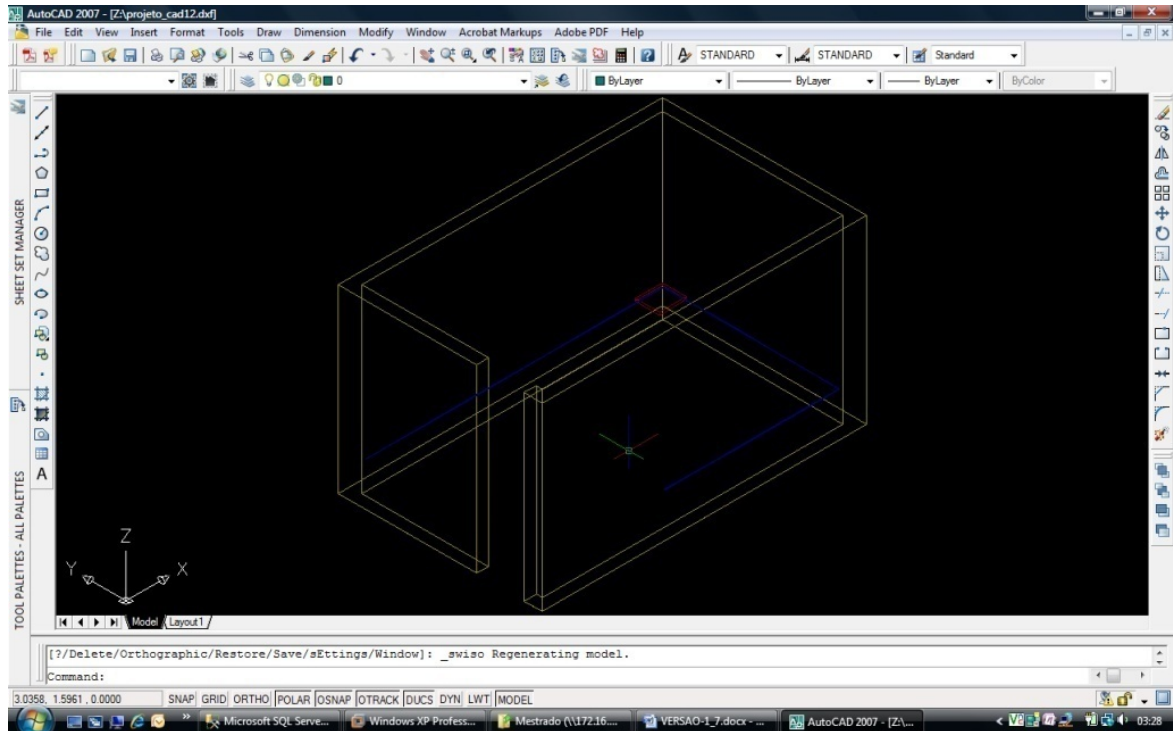


Figura 6.14 - Novo ângulo de visão do mesmo arquivo importado do SAP-RC

Sendo assim, após um correto funcionamento desde a abertura ou importação de um desenho fornecido pelo profissional de Engenharia, o usuário pode efetuar seu projeto de Redes de Computadores sem complicações e imprevistos que possam surgir em decorrência do meio físico em que o projeto será aplicado, pois todas as dúvidas tendem a serem sanadas ainda na fase de projeto.

7 - CONCLUSÃO

Por ser ainda um projeto piloto, a ferramenta SAP-RC ainda estando em fase de desenvolvimento e aprimoramento, pode receber melhorias, tanto nos recursos operacionais, como funcionalidades de seleção e informação, quanto nos recursos estruturais, como operação com arquivos diferenciados e versões dos arquivos DXF, pois, como foi mencionado no Capítulo 5, a biblioteca de trabalho CADLIB ainda encontra-se em fase de desenvolvimento evolutivo em virtude da complexidade do formato de arquivos DXF. Assim, com a evolução estrutural e operacional da ferramenta SAP-RC, esta tende a ser de grande valia aos profissionais de informática ligados a Projetos de Redes de Computadores.

A ferramenta não é limitada a pequenos projetos. Como se pode ver na Figura 7.1, um projeto um pouco mais elaborado realizado pela Ferramenta; na Figura 7.2, a visualização em 3D na própria ferramenta; na Figura 7.3, a mesma visualização de outro ângulo; na Figura 7.4, utilizando as funcionalidades de navegação do VRML; na Figura 7.5, um relatório da lista de materiais e custos do projeto e, finalmente na Figura 7.6, o mesmo projeto importado pelo AUTOCAD 2007. Os projetos de maior porte podem ser criados com certa facilidade, desde que o usuário tenha um bom conhecimento em estruturas espaciais, isto é, em 3D, e boa noção de desenho também em 3D, pois, quando se visualiza uma planta baixa, em 2D, uma linha vertical passa a ser um ponto. Uma parede vertical, torna-se um par de linhas, etc..

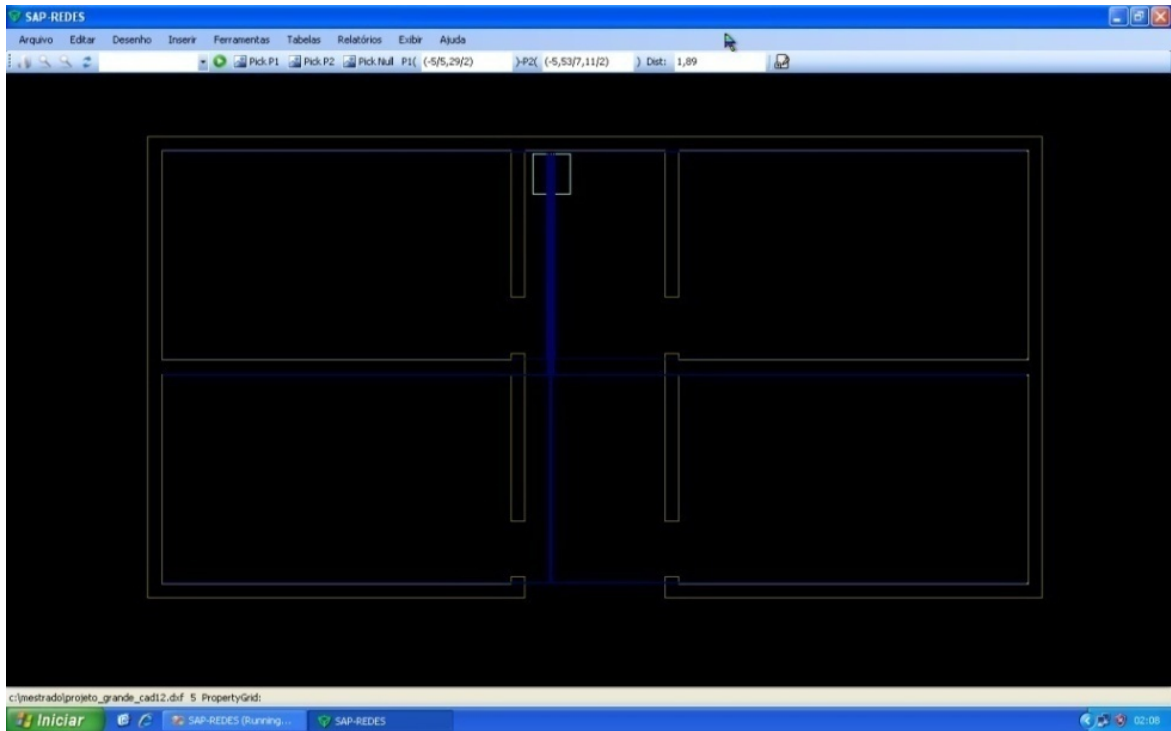


Figura 7.1 - Projeto mais elaborado de cabeamento criado pelo SAP-RC

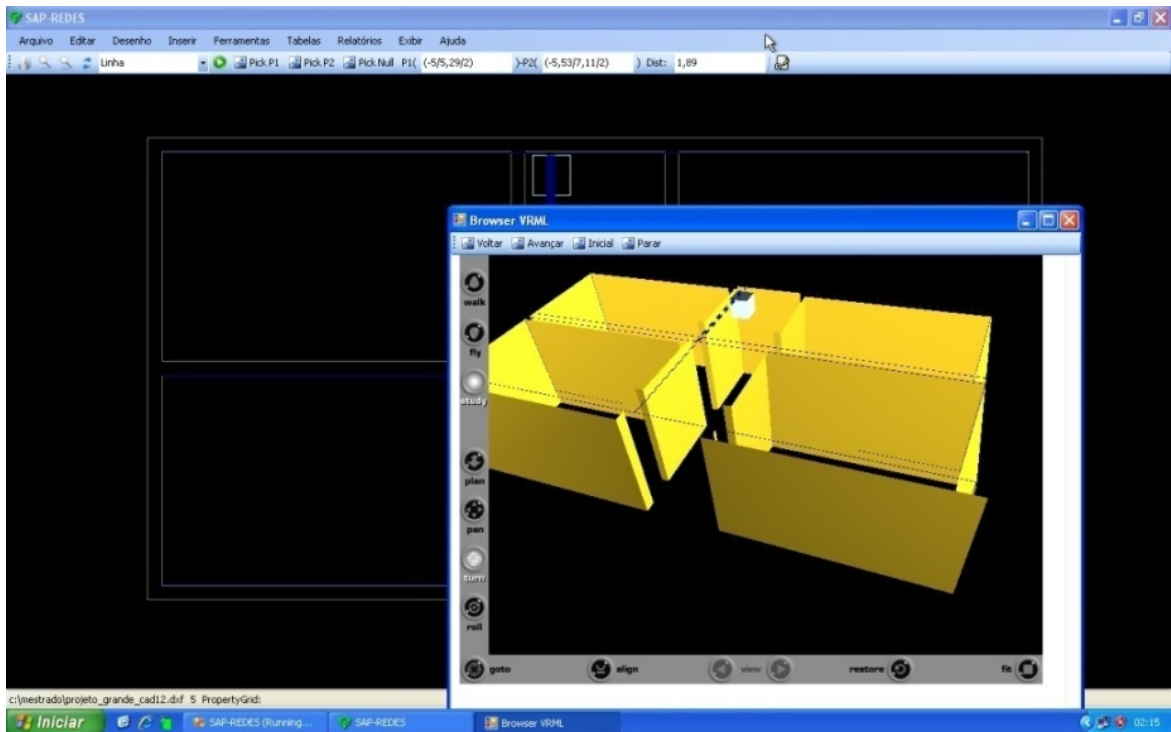


Figura 7.2 - Visualização em 3D do cabeamento de um projeto mais elaborado criado pelo SAP-RC

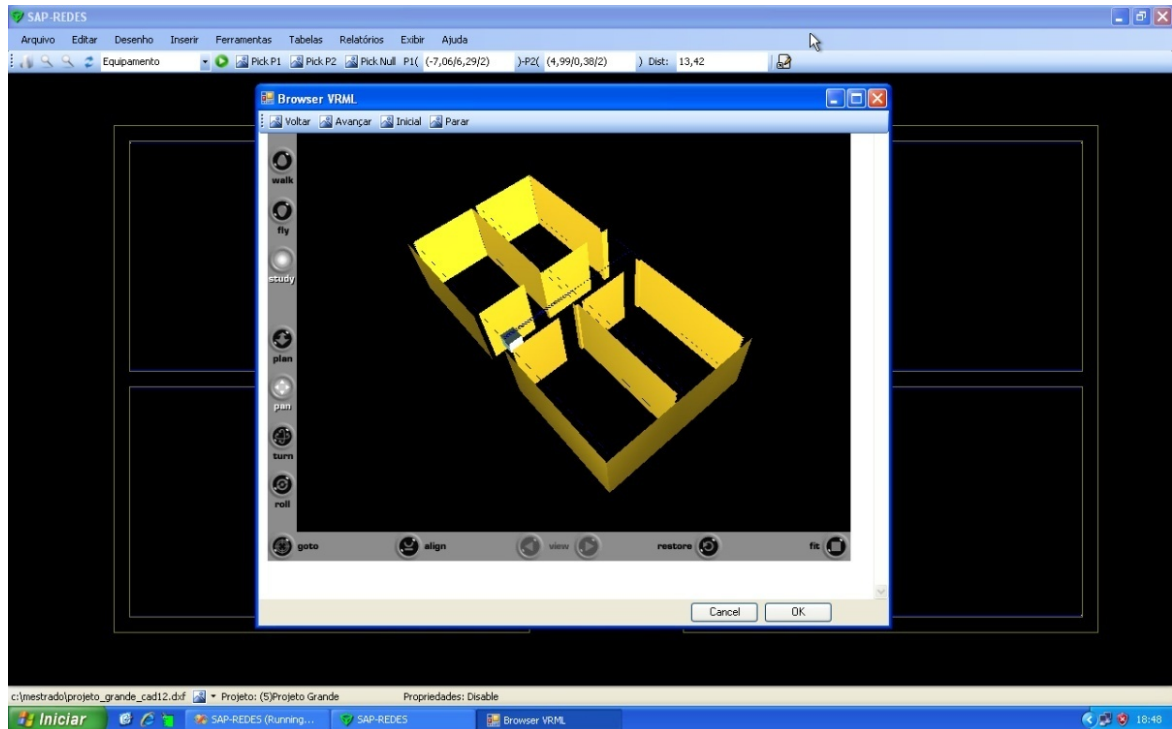


Figura 7.3 - Visualização em 3D do projeto por um outro ângulo de visão.

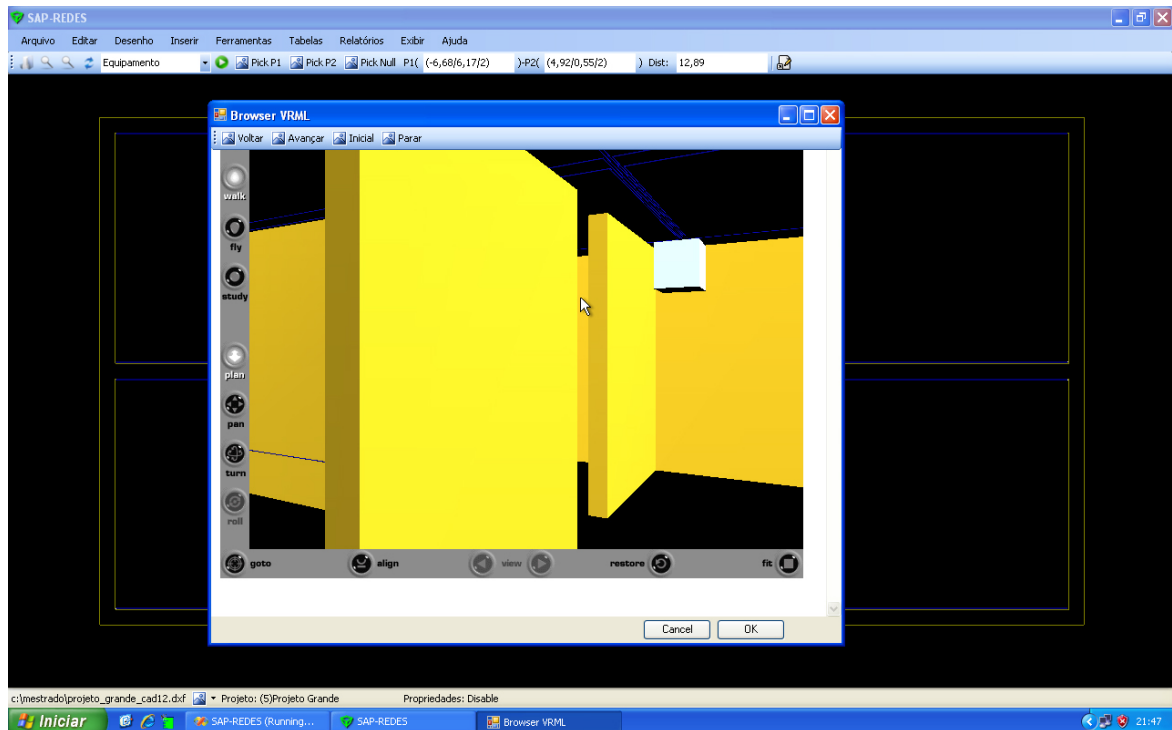


Figura 7.4 - Funcionalidades de navegação do VRML utilizado na visualização

Projeto: 5 Projeto Grande

Circuito	Sala	ID - Material	Qty	Preço	Total
Circuito: 5	Sala 1 Circuito 1	1 24 AWG UTP	2,60	0,40	1,04
		1 24 AWG UTP	2,60	0,40	1,04
		1 24 AWG UTP	6,80	0,40	2,72
		1 24 AWG UTP	6,13	0,40	2,45
Totais:			18,13		7,25
Circuito: 6	Sala 1 Circuito 2	1 24 AWG UTP	2,60	0,40	1,04
		1 24 AWG UTP	2,60	0,40	1,04
		1 24 AWG UTP	6,78	0,40	2,71
		1 24 AWG UTP	3,16	0,40	1,26
Totais:			15,14		6,06
Circuito: 7	Sala 2 Circuito 1	1 24 AWG UTP	2,60	0,40	1,04
		1 24 AWG UTP	2,60	0,40	1,04
		1 24 AWG UTP	6,76	0,40	2,70
		1 24 AWG UTP	2,93	0,40	1,17
Totais:			14,89		5,96
Circuito: 8	Sala 2 Circuito 2	1 24 AWG UTP	2,60	0,40	1,04
		1 24 AWG UTP	2,60	0,40	1,04

Figura 7.5 - Lista dos materiais utilizados por um projeto complexo com vários circuitos

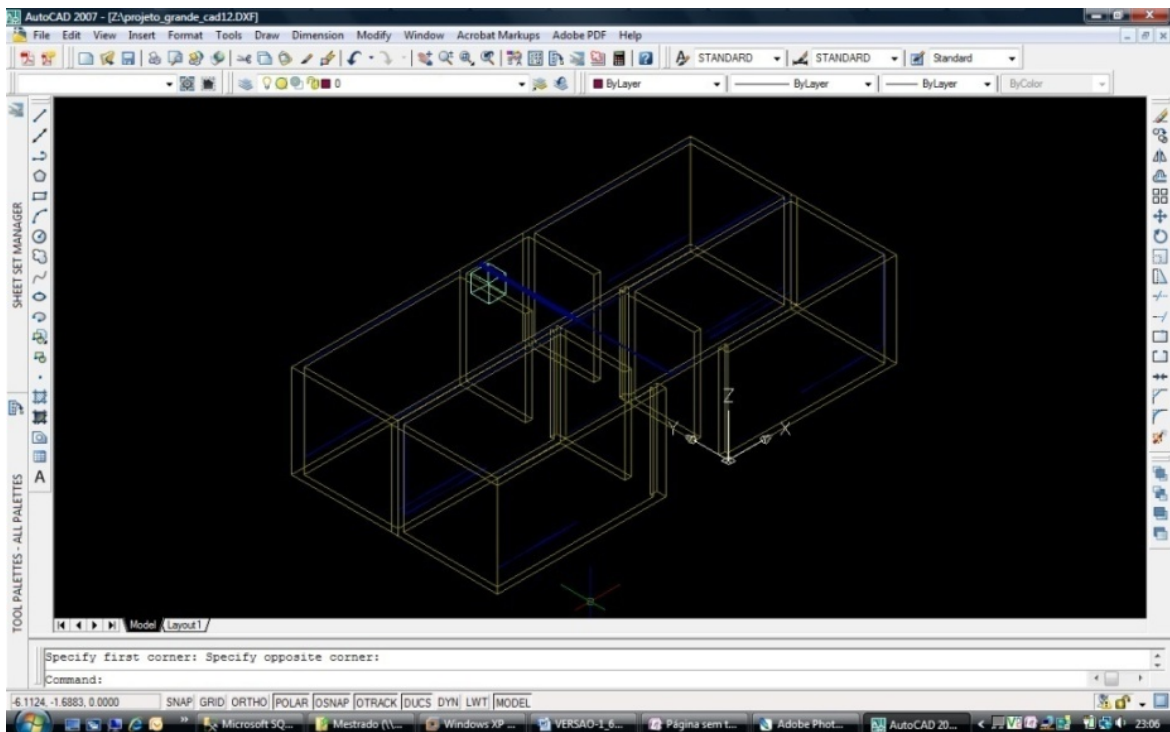


Figura 7.6 - Projeto complexo importado pelo programa AUTOCAD 2007

Conclui-se que a ferramenta possui um grande potencial não só entre os profissionais da área de computação, mas como de diversas outras áreas da

engenharia que necessitam de um projeto de Redes de Computadores, mas não têm o conhecimento suficiente para a realização correta e dentro das normas técnicas vigentes de Projetos de Redes de Computadores.

Não se pode esquecer o potencial comercial da ferramenta, que pode, assim que estiver em um estado avançado de desenvolvimento, ser portada como produto de venda, entrando em um mercado, paralelo as linhas hoje existentes focadas nas especialidades das engenharias, como o TQS, da empresa TQS Informática, voltado para cálculos estruturais de engenharia civil, CypeCAD, da empresa Multiplus Softwares Técnicos, concorrente do TQS. Citando ainda o PRO-Elétrica, software para projeto automático de instalações elétricas, o PRO-Hidráulica, para projeto de instalações de esgoto, águas pluviais, água quente, fria, incêndio e gás e o PRO-Ar Condicionado, para detalhamento completo e cálculo de carga térmica. Todos com linha de projetos específicos, também da empresa Multiplus. Assim, visando o mercado especialista, o SAP-RC tem um mercado praticamente novo e inexplorado, pois não há opções disponíveis que sejam específicas para projetos de Redes de Computadores.

Portanto, com um grande potencial tanto no meio acadêmico como no profissional e um futuro aberto para o mercado comercial, e, mais importante, atendendo a todos os requisitos básicos do desenvolvimento de uma Ferramenta de Suporte a Projetos Físicos de Redes de Computadores.

8 - TRABALHOS FUTUROS

Com todo o potencial que a ferramenta SAP-RC possui, pretende-se continuar a pesquisa e o desenvolvimento da ferramenta visando a inclusão de novos recursos e a melhora dos recursos atuais, preparando-a para a utilização prática pelos profissionais da área de computação.

É possível também a busca por alguma empresa fornecedora de equipamentos ou cabeamento que forneça recursos financeiros e técnicos para auxiliar no desenvolvimento da ferramenta.

Também visando uma futura comercialização, pode-se viabilizar o licenciamento da biblioteca CADLIB junto ao desenvolvedor, adequando os procedimentos às leis Brasileiras (Lei da Informática e Lei dos Direitos Autorais).

Segundo os artigos 2º da lei 9609 e 7º, XII da lei 9610, o software, programa de computador, encontra-se protegido em forma de obra literária, tendo sido definido da seguinte maneira pelo artigo 1º da lei 9609:

"Programa de computador é a expressão de um conjunto organizado de instruções em linguagem natural ou codificada, contida em suporte físico de qualquer natureza, de emprego necessário em máquinas automáticas de tratamento da informação, dispositivos, instrumentos ou equipamentos periféricos, baseados em técnica digital ou análoga, para fazê-los funcionar de modo e para fins determinados".

Pretende-se, mesmo durante o desenvolvimento continuado, atender às legislações vigentes, visando deixar o caminho para uma futura comercialização sem futuros imprevistos.

É possível também o desenvolvimento de um visualizador nativo (VRML, X3D, etc.), sem depender de plug-ins externos, disponibilização das imagens dos dispositivos, facilitando sua identificação na seleção e no próprio projeto.

Também a opção da edição interativa do projeto na tela de desenho bem como em sua visualização, permitindo assim, um melhor controle sobre as edições.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, L. **Visualização e realidade virtual**, Ed. Makron Books, pp. 255-259, São Paulo, 1994.

ANDRADE, Gustavo de Oliveira. **Integração de sólidos e superfícies**. Revista CADesign, São Paulo: Market Press, ano 10, n. 100, s./d., p. 50-51.

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.

AUTODESK. **Manual de referência AutoCad 2000**. <<http://www.autodesk.com>>. Autodesk. Acessado em 2006 e 2007

B. MUKHERJEE, **Optical Communication Networks**, McGraw-Hill, 1997.

BARBERATO, Edson. **A criação de novos produtos e a tecnologia CAD/CAM/CAE**. Revista CADesign, São Paulo: Market Press, ano 7, n. 68 s./d., p.66.

BARN em <<http://lsi.ugr.es/~jctorres/cad/teoria/trTema1.pdf>>. Acessado em 16 mar. 2006

BEGAULT, D. R. **3-D Sound for virtual reality and multimedia**, Academic Press, Cambridge, MA, 1994.

BIB - <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/>>. Acessado em 10 mar.2006

BOCHENSKI, Barbara. **Implementando Sistema Cliente/Servidor**. São Paulo: Makron Books, 1995.

BRUNET, P.: **Diseño gráfico y modelado geométrico**. MOMPÍN, J. (Ed.): Sistemas CAD/CAM/CAE. **Diseño y fabricación por ordenador**. Barcelona: Marcombo, 1986.

BRUNETTI, G. et al. **Virtual reality techniques supporting the product and process development**, 5º Seminário Internacional de Alta Tecnologia, UNIMEP, Santa Bárbara d'oeste, pp. 83-98, Outubro, 2000.

BURDEA, G. & COIFFET, P. **Virtual reality technology**, New York, N.Y, 1994.

CAMPBELL, Patrick T.. **Instalando redes em pequenas e médias empresas : resolvendo os problemas de rede em pequenos e médios ambientes**. São Paulo: Makron Books, 1997.

CARVALHO, de Oliveira Gustavo. **Gerência de Conectividade**. Universidade Estadual de Campinas, 1998.

CARVALHO, Jonas de. **Prototipagem Rápida (Rapid Prototyping)**. Disponível em: <http://www.numa.org.br/> Acessado em 12 mar. 2006.

CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito. **Arquitetura de redes de computadores OSI e TCP/IP**. 2ª ed. São Paulo: Brisa, 1997.

CEREDA, Ronaldo Luiz Dias; et al. **ATM o futuro das redes**. São Paulo: Makron Books, 1997.

COLCHER, Sérgio; LEMOS, Guido; SOARES, Luiz Fernando Gomes. **Redes de computadores : das LANs MANs e WANs às redes ATM**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 705p.

COMEAU, C. P. & BRYAN, J. S. **Headsight television system provides remote surveillance**, Electronics, pp. 86-90, 1961.

COMER, Douglas E. **Interligação em Rede com TCP / IP: Volume I**. Rio de Janeiro: Campus, 1998a

COMER, Douglas E. **Interligação em Rede com TCP / IP: Volume II**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

CRUZ-NEIRA, C. et al. **The CAVE audio visual experience automatic virtual environment**, Communication of the ACM, 35(6):64-72, 1992.

DANTAS, Mario. **Tecnologias de redes de comunicação e computadores**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2002.

DERFLER JR., Frank J.. **Guia para a interligação de redes locais**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

DERFLER JR., Frank J.; FREED, Les. **Tudo sobre cabeamento de redes**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

FERNANDES, S. L. **Implementação de um Programa Protótipo para Restituição Fotogramétrica**. Curso de Pós-graduação em Engenharia da Escola Politécnica da USP. São Paulo. 2001. 196p.

EARNSHAW, R. A. et al. **Virtual Reality applications**, Academic Press, 328 Pp., London, 1995.

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

FISHER, S. S. & TAZELAAR, J. M. **Living in a virtual world**, Byte, pp. 215-221, 1990.

GRADECKI, J. **Kit de montagem da realidade virtual**. São Paulo, Berkeley, 1994.

GRADECKI, J. **The virtual reality construction kit**, John Wiley & Sons, 340 Pp., 1995.

IEC Online Education. **“Optical Access.”**
<http://www.iec.org/online/tutorials/opt_acc/>. Acessado em Mar. 2006

JACOBSON, L. **Realidade virtual em casa**. Rio de Janeiro, Berkeley, 1994.

JACOBSON, L. **Virtual reality: A status report**, AI Expert, pp. 26-33, 1991.

KALAWSKY, R. S. **The science of virtual reality and virtual environments**, Ed. Addison- Wesley, 405 Pp., 1993.

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, 1996.

KRUEGER, M. W. **Artificial reality II**, Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1991.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W.. **Redes de computadores e a internet: uma abordagem top- down**. 3ª ed. São Paulo: Addison-Wesley, 2005.

LATERZA, Luiz Bandeira de Mello. **Do desenho técnico ao modelamento de sólidos**. Revista CAdesign, São Paulo: Market Press, ano , n.1, s./d., p.18-21.

LATTA, J. N. & OBERG, D. J. **A conceptual virtual reality model**, IEEE Computer Graphics & Applications, pp. 23-29, 1994.

LESTON, J. **Virtual Reality: the it perspective**, Computer Bulletin, pp. 12-13, 1996.

MACHOVER, C. **Four decades of computer graphics**, IEEE Computer Graphics and Application, pp. 14-19, 1994.

MACLEOD, D. **Computer: Virtual Reality. Progressive Architecture** April 1992; Pento Pub., Ohio, pp. 55-56.

MASSIP R.F. **Diseño industrial por computador**. Barcelona: Marcombo, 1987.

McELENY, John. **No futuro haverá um nível mais alto de integração**. Revista CAdesign, São Paulo: Market Press, ano 10, n. 100, s./d., p.26.

MORIE, J. F. **Inspiring the future: merging mass communication, art, entertainment and virtual environment**, Computer Graphics, 28(2):135-138, 1994.

MOTTA, Gustavo Dias. **O mundo é tridimensional**. Revista CAdesign, São Paulo: Market Press, ano 7, n. 78, s./d., p. 66, 2001

MOURA, José Antão Beltrão; et al. **Redes de computadores : serviços, administração e segurança**. São Paulo: Makron Books, 1999.

PIMENTEL, K. & TEIXEIRA, K. **Virtual reality - through the new looking glass**. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1995.

R. RAMASWAMI e K. SIVARAJAM. **Optical Networks: A Pratical Perspective**. Morgan Kaufman Publishers, 1998

RHEINGOLD, H. **Virtual reality**. New York, Touchstone, 1991.

ROBERTSON, G. G. et al. **Non-immersive virtual reality**, IEEE Computer, pp. 81-83

SALMON R.; Slater M. **Computer graphics: systems and concepts**. Massachusetts: Addison-Wesley 1987

SEN. **A Tribute to Morton Heilig**. Disponível em <<http://www.sensomatic.com/sensorama/>>. Acessado em março de 2006.

SHAHABI, Omid. **CadLib for creating DXF(Drawing Interchange Format) files**. Disponível em: <<http://www.codeproject.com/library/cadlib.asp>>. Acesso em: setembro de 2006.

SHEPHERD, B. J. **Rationale and strategy for VR standards**, Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium (VRAIS'93), Seattle, Washington, 18-22, 41-46, 1993.

SPECK, Henderson José. **Proposta de método para facilitar a mudança das técnicas de projetos: da prancheta à modelagem sólida (CAD) para empresas de engenharia de pequeno e médio porte**. Florianópolis, 2005.

SOARES NETO, Vicente; BOSCATO C. JUNIOR, Mário; SILVA, Adelson de Paula. **Telecomunicações – Redes de Alta Velocidade – Cabeamento Estruturado**. São Paulo: Érica, 2001

SOARES, Luiz Fernando Gomes et al. **Redes de Computadores: das LANs, MANs e WANs às Redes ATM**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

SOLINHO, José Luiz Guedes. **Novas perspectivas para aplicações de CAD**. Revista CADesign, São Paulo: Market Press, ano 8, n. 8, s./d., p. 66, 2002

STUTZ, Jeferson. **3D na Engenharia**. Revista CADesign, São Paulo: Market Press, ano 8 n. 89, s./d., p. 66.

TANENBAUM, Andrew S.. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

TEIXEIRA JUNIOR, José Helvécio et al. **Redes de Computadores: Serviços, Administração e Segurança**. São Paulo: Makon Books, 1999.

THOMAS, Robert M.. **Introdução às redes locais**. São Paulo: Makron Books, 1997.

TORRES, Gabriel. **Redes de Computadores: Curso Completo**. Rio de Janeiro. Axcel Books, 2001.

VALERIO NETTO, A. **Prototipação em ambientes virtuais para o desenvolvimento de máquinas-ferramenta**, Revista PESQUISA & TECNOLOGIA - Publicação da FEI, n. 19, pp. 19- 23, 2000.

VENDITTI, M.V.R. **Desenho técnico sem prancheta com AutoCAD 2002**. Florianópolis: Visual Books, 2003. p.207.

VINCE, J. **Virtual Reality Systems**, Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1995.

VOISINET, Donald D. **CAD – projeto e desenho auxiliados por computador. Introdução – conceitos – aplicações**. São Paulo: McGraw-Hill, 1998.

WASH. **The Super Cockpit and Human Factors Challenges**. Disponível em <http://www.hitl.washington.edu/publications/m-86-1/>>. Acessado em março 2006.

W. GORALSKI, **Optical Networking and WDM**, Osborne/McGraw-Hill, Berkeley, CA, 2001.

YOSHIDA, Waldomiro. **O CAD nosso de cada dia**. Revista CAdesign, São Paulo: Market Press, ano 8, n. 82, s./d., p. 66.

ANEXO A

RESUMO DAS NORMAS TÉCNICAS

Cabeamento para Voz e Dados

Os novos cabeamentos para telecomunicações oferecem muito mais qualidade, flexibilidade, valor e função para as necessidades presentes e futuras. Hoje, a sobrevivência de uma empresa depende de uma fonte de informação confiável e da troca de informação sobre os custos adequados. A explosão das tecnologias de rede de telefonia pública, PBX e LAN digital resultou em redes de complexo gerenciamento, compostas por numerosos protocolos, tipos de mídia e tecnologias de sinais. Assim, os profissionais de telecomunicações têm uma difícil tarefa para acessar, implementar e manter estes complexos sistemas.

Direção

Reconhecendo a necessidade de padronização, diversos profissionais representando fabricantes de equipamentos, consultores e usuários, reuniram-se sob orientação de organizações como TIA/EIA, IEEE, ANSI e BICSI para assegurar que as normas de produto e cabeamento atendam as diversas aplicações existentes. O principal objetivo era e ainda é permitir que diversos fabricantes estejam capacitados para construir equipamentos e componentes que sejam compatíveis em ambientes de cabeamento em edifícios.

Situação Atual

Várias organizações ainda continuam desenvolvendo padrões para assegurar que todos os protocolos, eletrônica de sinais, tipo de mídia e a infraestrutura de projeto sejam compatíveis. Hoje é essencial que os profissionais de telecomunicações familiarizem-se com os padrões existentes e pendentes para atender às necessidades atuais e requisitos futuros. Legalmente, a norma para cabeamento de edifícios comerciais válida para o Brasil é a norma internacional ISO/IEC 11801 de 2002, e a norma brasileira NBR - 14565.

Devido à grande influência das normas americanas nesse mercado, e mesmo nas normas brasileiras, é importante conhecer os principais aspectos das

normas ANSI/TIA/EIA 568-B que trata do cabeamento e 569-A sobre infraestrutura para suportar o cabeamento. Outras normas são a ANSI/TIA/EIA 606, sobre administração e identificação e a ANSI/TIA/EIA 607 sobre aterramento.

ISO/IEC

A ISO (International Organization for Standardization) e a IEC (International Electrotechnical Commission) formam o sistema de normatização internacional. Para a área de tecnologia de informação, ISO e IEC formaram um comitê conjunto (ISO/IEC JTC 1). Um sub-comitê chamado Interconnection of Information Technology Equipment elaborou a norma para cabeamento estruturado ISO/IEC 11801.

Essa norma especifica um cabeamento genérico para uso em edifícios comerciais que pode compreender um ou mais prédios em um campus, em áreas de raio até 3 km e até 1.000.000 m² de espaço de escritórios, atendendo entre 50 e 50.000 pessoas.

A edição atual foi publicada em 2002.

ANSI/TIA/EIA

No âmbito de cabeamento e componentes, a ANSI/TIA/EIA tem representado o grande avanço nesta área. Um grupo foi formado em 1985 num esforço para endereçar a falta de padrões para cabeamento para prédios. Sua intenção inicial foi identificar os requisitos mínimos que suportarão os ambientes multi-produtos e multi-provedores, permitindo o planejamento e a instalação de sistemas de telecomunicação sem o conhecimento do equipamento específico a ser instalado. Desde então, sofreu revisões e vários boletins técnicos (TSBS) foram emitidos procurando atualizar a norma de acordo com a evolução da indústria.

Olhando Mais de Perto

Ambas as normas (ISO/IEC 11801 e ANSI/TIA/EIA 568-B) especificam um cabeamento genérico para comunicação de voz e dados que deve suportar equipamentos independentemente de fornecedor.

São feitas recomendações de projeto de equipamentos e cabeamento para edifícios comerciais de forma a suportar as diversas necessidades de comunicação dos seus ocupantes. São estabelecidos critérios técnicos para vários tipos de cabos e hardware de conexão e para o projeto e instalação do cabeamento.

As especificações são orientadas a prédios e escritórios e espera-se que cabeamentos projetados de acordo com as normas tenham uma vida útil de mais de 10 anos.

Neste resumo são abordados apenas os principais aspectos relacionados ao cabeamento, de acordo com as normas ISO/IEC e ANSI/TIA/EIA, e são apontadas as diferenças entre elas.

No texto a terminologia da ANSI/TIA/EIA é adotada, por estar mais sedimentada no mercado brasileiro. Terminologias usadas na norma da ABNT também são apresentadas.

São definidos os seguintes subsistemas:

Cabeamento Horizontal (ou Secundário, para a ABNT) inclui o cross-connect horizontal (chamado de Floor Distributor na ISO/IEC 11801), o cabo horizontal, a tomada de telecomunicações e, opcionalmente, um ponto de consolidação (por exemplo para fazer a transição local de um cabo UTP 25 pares para vários cabos UTP e pares). A definição de ponto de transição da ISO/IEC 11801 engloba os dois tipos da ANSI/TIA/EIA 568-B.1, transição e consolidação;

Cabeamento Backbone (ou Primário, para a ABNT) inclui o cross-connect principal (ou Campus Distributor na ISO/IEC 11801), os cabos de backbone entre prédios (ou externos), o(s) cross-connect secundário(s) ou intermediário(s) (Building Distributor na ISO/IEC 11801), e os cabos de backbone internos;

Área de Trabalho;

Armário de Telecomunicações, onde normalmente se encontra o cross-connect horizontal;

Salas de Equipamentos, Principal e Intermediárias, onde se localizam os cross-connect principal e intermediários, respectivamente;

Sala de Entrada de Serviços.

ANSI / TIA / EIA – 568 – B.1

CABEAMENTO HORIZONTAL

Entende-se desde os conectores / tomadas da área de trabalho ao cross-connect horizontal instalado na sala de telecomunicações.

A topologia física é uma estrela (cada conector / tomada de telecomunicações tem a sua própria posição mecânica terminal no cross-connect horizontal no armário de telecomunicação).

Inclui:

Cabos Horizontais;

Conectores / tomadas de telecomunicações;

Terminais mecânicos no armário de telecomunicações;

Patch cords na sala de telecomunicações.

Meios de Transmissão Reconhecidos:

Cabo par trançado sem blindagem, 4 pares x 100 Ohms (UTP)



Cabo óptico multimodo de 2 fibras (52.5/125 µm)



Os meios de transmissão reconhecidos, se encapados conjuntamente (cabos híbridos) podem ser usados se compatíveis com o padrão especificado.

Nota: A ISO/IEC permite além dos tipos acima, a fibra multimodo 50/125 µm e o cabo UTP 120 Ohms. A TIA/EIA reconhece a fibra multimodo 50/125 µm em sua revisão.

Conectores / Tomadas de Telecomunicações

Um mínimo de duas tomadas são necessárias para cada 10 m²:

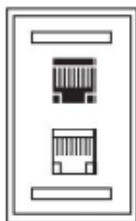
Compatível com um cabo 4 pares 100 Ohms, categoria 2 ou superior e conector associado.

Compatível com um dos seguintes cabos:

Cabo UTP 4 pares, 100 Ohms e conector (categoria 5 recomendado).

Cabo de fibra óptica de 2 fibras de 50/62.5/125 um e conectores.

O aterramento deve estar de acordo com a ANSI/TIA/EIA-607



Distâncias:

O comprimento do cabo horizontal deve estar limitado a um máximo de 90 metros para todos os tipos.

Patch Cords no cross-connect horizontal não devem exceder o comprimento de 5 metros.

Para locais onde são aplicadas tomadas multimídia, o comprimento máximo não deve exceder a 20 metros.

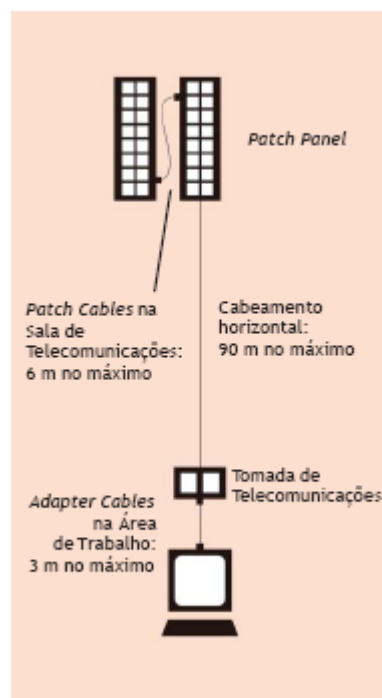
Pontos de Transição / Consolidação

No máximo um ponto de transição a 1 ponto de consolidação é permitido para cada enlace horizontal.

Um comprimento de 3 metros é permitido para adapter cables com a finalidade de conectar o equipamento na área de trabalho.

O comprimento total de cordões (patch cable e adapter cable) não devem exceder 10 metros.

Obs.: Seguindo-se a orientação de 6 m e 3 m será evitada a obrigatoriedade de verificar se a limitação de 10 m será excedida quando forem realizadas modificações.



CABEAMENTO BACKBONE

Possibilita as interconexões entre armários de telecomunicações, salas de equipamentos e facilidades de entrada.

Topologia:

Estrela hierárquica (cada cross-connect horizontal é cabeado a um cross-connect principal ou a um cross-connect intermediário e então a um cross-connect principal).

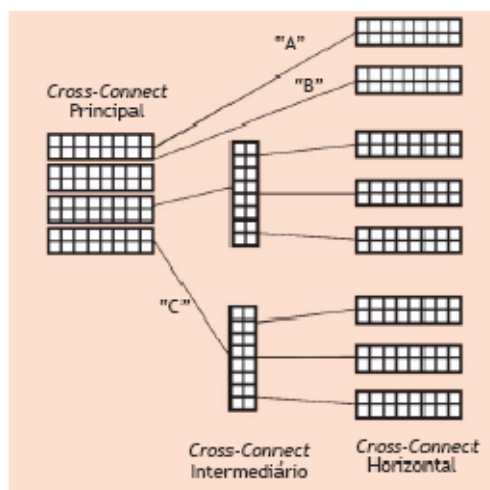
Não se passa mais do que um cross-connect do cross-connect horizontal para alcançar o cross-connect principal.

Cabeamentos para topologias barramento ou anel serão feitos se necessários, em adição à topologia estrela.

Inclui:

- Cabos backbone.
- Terminações mecânicas nos cross-connects intermediários e principal.
- Cordões de emenda ou jumpers usados para cross-connect backbone-a-backbone.

- Terminações mecânicas usadas para terminar o cabeamento backbone no cross-connect horizontal.
- Cabeamento entre edifícios.



Meios de Transmissões Reconhecidos:

Cabo par trançado sem blindagem, 100 Ohms (UTP).



Cabo óptico multimodo (62.5/125 µm).



Cabo óptico monomodo.



Nota: A ISO/IEC permite, além dos tipos acima, a fibra multimodo 50/125 µm e o cabo UTP 120 Ohms. A TIA/EIA reconheceu a fibra multimodo 50/125 µm em sua revisão.

Distâncias:

Para aplicações UTP (voz) e fibra, as distâncias do backbone do segmento "C" serão aumentadas se "B" for menor do que o máximo, mas o total dos dois não deve exceder os valores da coluna "A".

Cordões de emenda e intermediário jumpers cross-connect no cross-connect principal e intermediário não devem exceder 20 m.

Cabos para equipamentos devem ter até 30 m.

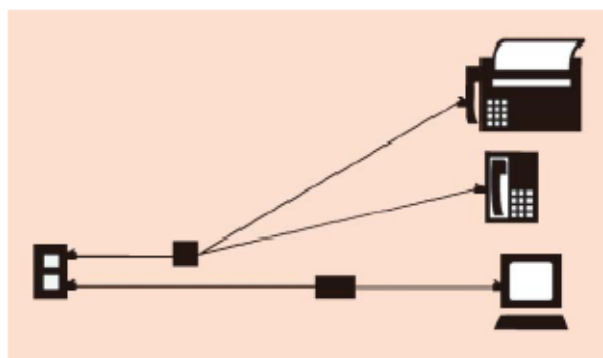
O aterramento deve atender a ANSI/TIA/EIA-607.

Meios de Transmissão	"A"	"B"	"C"
Fibra multimodo (62.5/125 µm)	2000 m	500 m	1500 m
Fibra monomodo	3000 m	500 m	2500 m
UTP (voz)	800 m	500 m	300 m
UTP (dados), STP-A	Aplicações para dados, limitado a um total de 90 m		

Área de Trabalho

Os componentes estendem-se desde tomadas/conectores de telecomunicações do cabeamento horizontal até os equipamentos da estação (estes encontram-se fora do escopo das normas).

Adaptadores necessários tais como: divisores, "baluns", filtros etc. devem ser externos ao conjunto tomada/conector.



Armários de Telecomunicações

Devem ser projetados conforme a ANSI/TIA/EIA-569 A.

Função primária da terminação para distribuição do cabeamento horizontal (cross-connects horizontais).

Pode conter cross-connects principais ou intermediários.

Proporciona um ambiente controlado para armazenar equipamentos de telecomunicações, hardware de conexão.

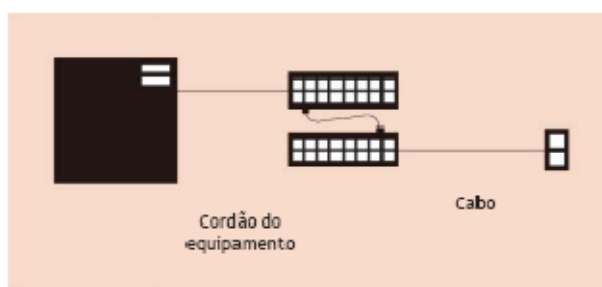
Cabeamento:

Cross-Connect x Interconexão

Cross-Connects

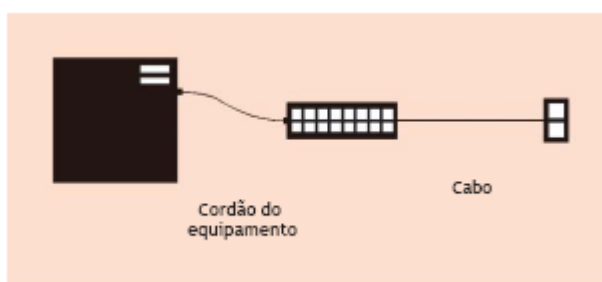
Cabos para equipamentos que consolidam muitas portas num único conector (exemplo: hub de 25 pares) são terminados num hardware de conexão designado (específicos para o sistema).

O hardware designado é então interconectado para terminações horizontais ou backbone.



Interconexões

Cabos de equipamentos que estendem uma aparência de porta única (exemplo: hub modular) são permanentemente terminados ou interconectados diretamente às terminações horizontais ou backbone.



Salas de Equipamentos

São consideradas distintas dos armários de telecomunicações devido a sua natureza ou a complexidade do equipamento que nelas estão contidas.

Podem cumprir algumas ou todas as funções de um armário de telecomunicação.

Deve ser projetada conforme ANSI/TIA/EIA-569-A.

Oferecem um ambiente controlado para armazenar equipamentos de telecomunicações, hardware de conexão, facilidades de aterramento e aparatos para proteção onde for aplicável.

Pode conter o cross-connect principal ou cross-connect intermediário e cross-connect horizontal para partes do edifício.

Freqüentemente contêm terminais auxiliares.

Sala de Entrada de Serviço

Consiste de cabos, hardware de conexão, e recursos de proteção e outros equipamentos necessários para conectar o serviço externo ao cabeamento existente.

Projetado conforme ANSI/TIA/EIA-569 A.

O aterramento deve estar conforme ANSI/TIA/EIA-607.

ANSI / TIA / EIA – 568 – B.2

SISTEMA DE CABEAMENTO DE 100 Ohms UTP

Categorias Reconhecidas de “Hardware” de Conexão de Cabos:

Categoria 3:	até 16 MHz. Equivalente à classe C da ISO/IEC 11801;
Categoria 4:	até 20 MHz. Equivalente à classe B da ISO/IEC 11801;
Categoria 5:	até 100 MHz. Equivalente à classe D da ISO/IEC 11801;
Categoria 5e:	até 100 MHz. (Com requisitos adicionais);
Categoria 6:	até 250 MHz. Equivalente à classe E da ISO;
Categoria 7:	até 600 MHz. Em projeto. Equivalente à classe F da ISO.

Obs.: É fortemente recomendado que as novas instalações sejam especificadas para satisfazer os requisitos da categoria 5e.

Especificações dos Cabos

Horizontal: 4 pares individualmente trançados.

Backbone: 4 pares ou multi-pares.

Condutores isolados sólidos 24AWG protegidos por capa.

Exceções (se os requisitos forem preenchidos):

Blindagem pode ser usada se necessária.

22 AWG pode ser usado.

Jumpers Cross-Connect

Devem atender aos requisitos de transmissão horizontal.

Código de cor: um condutor branco e um outro condutor de coloração distinta como o vermelho ou azul.

Patch Cables x Adapter Cables

Condutores trançados especificamente para terem flexibilidade.

Cabos que atendem aos requisitos de performance de transmissão horizontal (são permitidos valores de atenuação 20% acima dos permitidos para os cabos “permanentes” horizontais e de backbone).

Diâmetro de condutor isolado recomendado: 0,8 mm até 1 mm Máximo = 1,2 mm.

Terminais T568A ou T568B em ambas as extremidades.

Conectores e Configurações Reconhecidas

Um jack/plug modular de 8 posições na configuração T568-A ou na configuração T568-B.

Devido ao agrupamento idêntico de pares, patch cables e adapter cables com configuração, seja T568-A ou T568-B, são intercambiáveis, já que a pinagem em ambos os lados do mesmo cordão é a mesma (pino-a-pino).

Práticas de Instalação

Descasque o isolamento do cabo somente o suficiente para a terminação e mantenha os pares trançados o mais perto possível do ponto de terminação mecânica.

A distância máxima destrançada do par na conexão não deve ser maior que 13 mm.

Mantenha um raio de curvatura máximo de 4 vezes o diâmetro do cabo (cabos de 4 pares).

Use métodos apropriados para acomodar os cabos:

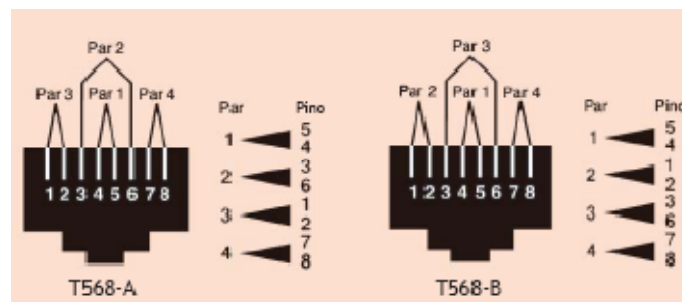
- Braçadeiras para fixação
- Bandejas para acomodar cabos
- Painéis para gerenciamento dos cabos
- Bandas removíveis de velcro
- Não torça o cabo demais, isto pode provocar o rompimento da capa.
- Não exceda 11 kgf de tensão de tracionamento.
- Não use um grampeador revólver para posicionar cabos.
- Use braçadeiras com folga e em intervalos não regulares.
- Evite o tracionamento excessivo do cabo.

Código de cores para 4 pares (marcas adicionais podem ser usadas)

Par	Cor
1	Branco-Azul/Azul
2	Branco-Laranja/Laranja
3	Branco-Verde/Verde
4	Branco-Marrom/Marrom

Código de cores para cordões de emenda (marcas adicionais podem ser usadas)

Par	Cor
1	Branco-Azul/Azul
2	Branco-Verde/Verde
3	Branco-Laranja/Laranja
4	Branco-Marrom/Marrom
Par	Cor
1	Verde/Vermelho
2	Preto/Amarelo
3	Azul/Laranja
4	Marrom/Cinza Escuro



ANSI / TIA / EIA - 569 - A

NORMA DE CONSTRUÇÃO COMERCIAL EIA/TIA-569 PARA ESPAÇOS E PERCURSOS DE TELECOMUNICAÇÕES

Esta norma foi criada em 1990 como resultado de um esforço conjunto da Associação Canadense de Normas (CSA) e Associação das Indústrias Eletrônicas (EIA). É publicada separadamente nos Estados Unidos da América e no Canadá, no entanto as seções centrais das duas são muito semelhantes. A edição atual é de fevereiro de 1998.

Esta norma indica os seguintes elementos para espaços e percursos de telecomunicações em construções:

- Percursos Horizontais.
- Armários de Telecomunicações.
- Percursos para Backbones.
- Sala de Equipamentos.
- Estação de Trabalho.
- Sala de Entrada de Serviços.

Percursos Horizontais

- Implicam em infra-estruturas para a instalação de cabo de telecomunicações proveniente do armário de telecomunicações e destinado a uma tomada/conector de telecomunicações.
- Os percursos horizontais podem ser dos tipos: canaleta sob o piso, piso de acesso, conduíte, bandejas e tubulações de fiação, forro e perímetro.
- As diretrizes e os procedimentos de projeto são diretamente especificadas para esses tipos de percursos.

Percursos para Backbones

- Consistem nos percursos internos (dentro de um edifício) e entre edifícios (externos).

Percursos Internos nos Edifícios

- Fornecem os meios para a colocação de cabos backbones a partir:
 - Da sala ou espaço de acesso para armários de telecomunicações.
 - Da sala de equipamento para a sala ou espaço de acesso, ou armários de telecomunicações.
- São compostos por conduíte, manga de conexão, aberturas e bandejas.

Percursos entre os Edifícios

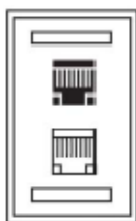
- São compostos por percursos de cabos subterrâneos, enterrados, aéreos ou em túneis.

Estação de Trabalho

- Espaço interno de um edifício onde um ocupante interage com dispositivos de telecomunicações.

Tomadas de Telecomunicações

- Localização do ponto de conexão entre o cabo horizontal e os dispositivos de conexão do cabo na área de trabalho.
- Refere-se à caixa (alojamento) ou espelho em geral, ao contrário das tomadas incluindo os conectores de telecomunicações individuais.
- É necessário uma tomada no mínimo, por estação de trabalho(duas por área de trabalho).
- A alocação de espaço de trabalho é tipicamente uma a cada 10 m².
- Pelo menos uma tomada de energia deve ser instalada perto de cada tomada de telecomunicações.



Armário de Telecomunicações

- Dedicado exclusivamente à infra-estrutura das telecomunicações.

- Equipamentos e instalações estranhos às telecomunicações não devem ser instalados nos armários de telecomunicações, nem passar através ou entrar neles.
- Mínimo de um armário por andar.
- Devem ser providenciados armários adicionais para cada área acima de 1.000 m² sempre que:
 - A área atendida do andar for maior que 1.000 m².
 - A distância horizontal ultrapasse 90 m.

DIMENSÕES RECOMENDADAS PARA O ARMÁRIO (BASEADO EM 1 ESTAÇÃO DE TRABALHO A CADA 10 m²)

Área Atendida (m ²)	Dimensões do Armário (mm)
1.000	3.000 x 3.400
800	3.000 x 2.800
500	3.000 x 2.200

Sala de Equipamentos

- Espaço direcionado para equipamentos de telecomunicações.
- Acomoda somente equipamentos diretamente relacionados com o sistema de telecomunicações e o sistemas de suporte ambiental correspondentes.
- Dimensionamento:
 - Para atender aos requisitos conhecidos do equipamento específico.
 - Se o equipamento for desconhecido planeje uma área de 0,07 m² de espaço para cada 10 m² de área de trabalho.
 - Deverá ter uma área mínima de 14 m².
 - Para os edifícios com utilização especial (hotéis, hospitais, laboratórios) o dimensionamento deve basear-se no número de estações de trabalho do seguinte modo:

ESPAÇO DE PISO NA SALA DE EQUIPAMENTOS PARA EDIFÍCIOS DE UTILIZAÇÃO ESPECIAL

Nº de Estações de Trabalho	Área (m ²)
Até 100	14
de 101 a 400	37
de 401 a 800	74
de 801 a 1.200	111

ESPAÇO MÍNIMO EM PAREDE PARA EQUIPAMENTO E TERMINAÇÃO

Espaço Bruto Área Atendida (m ²)	Comprimento da Parede (mm)
1.000	990
2.000	1.060
4.000	1.725
5.000	2.295
6.000	2.400
8.000	3.015
10.000	3.630

ESPAÇO MÍNIMO NO PISO PARA EQUIPAMENTO E TERMINAÇÃO

Espaço Bruto Área Atendida (m ²)	Dimensões da Sala (mm)
10.000	3.660 x 1.930
20.000	3.660 x 2.750
40.000	3.660 x 3.970
50.000	3.660 x 4.775
60.000	3.660 x 5.588
80.000	3.660 x 6.810
100.000	3.660 x 8.440

Salas de Entrada de Serviços

- Consiste na entrada dos serviços de telecomunicações ao edifício, incluindo o ponto de acesso através da parede e seguindo até a sala ou espaço de entrada.
- Todos os provedores de serviço e companhias operadoras de telecomunicação envolvidas devem ser contratadas para estabelecer seus requisitos e explorar alternativas para o fornecimento dos serviços.
- Pode conter os percursos de backbone que interligam outros edifícios nos ambientes de prédios distribuídos. Entradas de antenas também podem fazer parte da sala de entrada.
- Uma entrada de serviços alternativa deve ser providenciada onde houver requisitos especiais de segurança, continuidade do serviço ou outro qualquer.
- Equipamentos não relacionados à entrada de serviço de telecomunicação, como encanamento, bombas hidráulicas etc. não devem ser instalados nem passar através da sala.

- Tipicamente os serviços entram no prédio por uma ou mais vias: subterrânea, diretamente enterrada ou aérea, por túneis de serviço. Cada uma delas com particularidades e recomendações próprias.

Separação em Relação a Fontes de Energia Eletromagnética

- A instalação conjunta de cabos de telecomunicações e cabos de energia é governada pela norma de segurança elétrica aplicável.
- Os requisitos mínimos para separação entre circuitos de alimentação (120/240 V, 20 A) e cabos de telecomunicação nos EUA são dados pelo artigo 800-52 da ANSI/NFPA 70 que prevê:
 - cabos de telecomunicação devem estar fisicamente separados dos condutores de energia;
 - quando na mesma canaleta, deve existir separação por barreiras dentro das canaletas para os cabeamentos lógico e elétrico;
 - inclusive dentro de caixas ou compartimentos de tomadas, deve haver separação física total entre os cabeamentos.
- Para reduzir o acoplamento de ruído produzido por fiação elétrica, fontes de rádio-freqüência, motores e geradores de grande porte, aquecedores de indução e máquinas de solda, as seguintes precauções devem ser consideradas:
 - aumentar a separação física;
 - os condutores linha, neutro e terra da instalação elétrica devem ser mantidos juntos (trançados, presos com fita ou amarrados juntos) para minimizar o acoplamento indutivo no cabeamento de telecomunicações;
 - usar protetores contra surtos nas instalações elétricas para limitar a propagação de descargas;
 - usar canaletas ou conduítes metálicos, totalmente fechados e aterrados, ou usar o cabeamento instalado próximo a superfícies metálicas aterradas, estas são medidas que irão
 - limitar o acoplamento de ruído indutivo.

EIA/TIA 606

Objetivo da ANSI/TIA/EIA-606

O objetivo primário da norma de administração é providenciar um esquema de administração uniforme independente das aplicações. Espera-se diversas alterações das aplicações durante a vida útil das normas.

Áreas de Administração

A norma visa cinco áreas:

- Espaços de telecomunicações são as áreas onde as terminações estão localizadas: áreas de trabalho, armários de telecomunicações, salas de equipamentos, facilidades de entrada, caixas de passagem grandes e em tamanhos menores.
- Rotas de telecomunicações entre terminações que contém mídia de transmissão: rota de distribuição horizontal, backbone de distribuição intra-edifício, backbone de distribuição inter-edifícios, rota do sistema de aterramento e rota de entrada.
- Mídia de transmissão de telecomunicações é a mídia entre terminações: cabo de distribuição horizontal, cabo do backbone de distribuição intra-edifício, cabo do backbone de distribuição inter-edifícios e cabo de entrada.
- Hardware de terminação inclui as posições das terminações da mídia de transmissão: hardware de conexão-cruzada horizontal e posições de terminação, hardware de conexão cruzada principal e posições de terminação e informações da emenda.
- Links e aterramento aplicáveis à infra-estrutura de telecomunicações: equipamento vinculando condutores, barramento do aterramento e barramento principal do aterramento.
- Uso final e esquemas de aplicações específicas não são incluídas nesta norma.

Conceitos de administração

A norma ANSI/TIA/EIA-606 é baseada em três conceitos de administração:

- Identificadores Únicos
- Registros
- Ligações

Cada componente da infra-estrutura de telecomunicações atribui uma única etiqueta vinculando o componente ao seu registro correspondente. Registros contém informações ou relatórios sobre um componente específico. Todos os registros contém as informações exigidas, as ligações exigidas, informações adicionais e outras ligações. Ligações são consideradas conexões "lógicas" entre identificadores e registros bem como vínculos entre um registro e outro.

Codificação por cores dos campos de terminação

A codificação por cores dos campos de terminação pode simplificar a administração do sistema de cabeamento de telecomunicações. A codificação por cores é baseada nos dois níveis hierárquicos da configuração estrela do cabeamento do backbone.

O primeiro nível inclui o cabeamento da conexão cruzada principal ao armário de telecomunicações (TC) no mesmo edifício ou de uma conexão cruzada intermediária a um edifício remoto, como em um ambiente de campus.

O segundo nível inclui o cabeamento entre dois TCs em um edifício contendo a conexão cruzada principal ou entre uma conexão cruzada intermediária e um TC em um edifício remoto.

Todos os componentes do sistema de cabeamento precisam ser identificados e etiquetados. Há uma quantia mínima de informações a serem coletadas e registradas por cada componente com as informações exigidas e ligações a outros registros.

Registro do componente	Informação exigida	Ligações Exigidas
Espaços	Identificador do espaço Tipo do espaço	Registros das rotas Registros do cabo Registros do aterramento
Rotas	Identificador da rota Tipo da rota Ocupação da rota Carregamento da rota	Registros do cabo Registros do espaço (término e acesso) Outros registros da rota Registros do aterramento
Cabos	Identificador de cabo Tipo do cabo Par não terminado / número de condutores	Registros da posição da terminação (ambas as pontas) Registros da emenda

	Par danificado / número de condutores Par disponível / número de condutores	Registros da rota Registro do aterramento
Hardware de Terminação	Identificador do hardware de terminação Tipo do hardware de terminação Número de posições danificadas	Posição dos registros de terminação Registros do espaço Registros do aterramento
Posição de Terminação	Identificador da posição de terminação Tipo da posição de terminação Código do usuário Par do cabo / número de condutores	Registros do cabo Outros registros da posição da terminação Registros do hardware de terminação Registros do espaço
Emenda	Identificador da emenda Tipo da emenda	Registros do cabo (todos os cabos) Registros do espaço
Aterramento principal de telecomunicações (TMGB)	Identificador do TMGB Tipo do barramento Identificador do condutor de aterramento Resistência da terra Data que foi tomada a medida	Registros do condutor de link Registros do espaço
Condutor de link	Identificador do condutor de link Tipo de condutor Identificador do barramento	Registros do barramento do aterramento Registros de rota
Barramento do barramento de telecomunicações (TGB)	Identificador do barramento Tipo do barramento	Registros do condutor de link Registros do espaço

Regras Gerais

Etiquetas de terminação identificando as duas pontas do mesmo cabo precisam ser da mesma cor. Conexões cruzadas são feitas genericamente entre campos de terminação de duas cores diferentes.

Especificações de cores

São usadas estas cores ou suas equivalentes:

Cores	Elemento identificador
Laranja	Ponto de demarcação (terminação do escritório central)
Verde	Terminação de conexões de rede no ponto de demarcação (lado cliente)
Rosa	Terminação de cabos originada de equipamentos comuns (PBXs, computadores, LANs e multiplex)
Branco	Primeiro nível da terminação de mídia do backbone de telecomunicações no edifício contendo a conexão cruzada principal (conexão cruzada principal ao TC ou conexão cruzada principal ao local intermediário da conexão cruzada)

Cinza	Segundo nível da terminação de mídia do backbone de telecomunicações no edifício contendo a conexão cruzada principal (local intermediário da conexão cruzada ao TC)
Azul	Terminação da mídia da estação de telecomunicações; exigido somente no TC e sala de equipamentos ao final do cabo, e não no outlet de telecomunicações.
Marrom	Terminações do cabo do backbone inter-edifícios (conexão cruzada principal à conexão cruzada intermediária remota)
Amarelo	Terminação de circuitos auxiliares, alarmes, manutenção, segurança e outros circuitos menores.
Vermelho	Terminação

ANEXO A.5 - EIA/TIA 607

Aterramento significa acoplamento permanente de partes metálicas com o propósito de formar um caminho condutor de eletricidade tanto quanto assegurar continuidade elétrica e capacitar uma condução segura qualquer que seja o tipo de corrente.

Condutor de link para telecomunicações é um condutor usado para interconectar a infra-estrutura do link de telecomunicações ao servidor (fornecedor de energia) do edifício.

Aterramento efetivo refere-se a uma conexão intencional através da terra até um conector subterrâneo com impedância suficientemente baixa. É preciso haver corrente com capacidade suficiente para prevenir a acumulação de voltagem que potencialmente resultaria em um risco desnecessário a equipamentos e pessoas.

Aterro é uma intencional ou acidental conexão entre um circuito elétrico ou equipamento e solo ou corpo condutor servindo em algum lugar do solo.

Condutor subterrâneo de eletrodo (Ground electrode conductor) é um condutor usado para conectar o eletrodo subterrâneo:

- Ao equipamento condutor subterrâneo.
- Ao condutor subterrâneo do circuito no equipamento servidor.
- À fonte de um sistema separado.
-

Backbone de link de telecomunicações é um condutor de cobre usado para conectar o aterramento principal de telecomunicações ao aterramento de telecomunicações localizado no piso mais distante.

Backbone de link de telecomunicações interconectando condutor de link (TBBIBC) é um condutor usado para backbones de link de telecomunicações.

Barramento do aterramento principal de telecomunicações (TMGB) refere-se a uma busbar "linkada" a um servidor aterrada pelo condutor do link de telecomunicações. O TGB deve estar em um local conveniente e acessível.

Componentes de Links e Aterramento

Condutor de link de telecomunicações

Este condutor é usado para vincular o TMGB ao servidor o qual está conectado ao condutor de eletrodo subterrâneo. Existem três importantes considerações a respeito de condutores de link:

- O condutor central de cobre precisa ser isolado e ser ao menos do tamanho 6 AWG.
- Estes condutores não devem localizar-se em conduítes metálicos. Se isso não puder ser evitado, os condutores precisam ser vinculados a cada saída do conduíte se a distância for maior que 1m(3') de comprimento.
- Assegurar que estes condutores de link estão propriamente marcados com etiquetas verdes.

Backbone de link de telecomunicações (TBB)

Este é um condutor separado usado para interconectar todos os TGBs ao TMGB. O TBB inicia no TMGB e estende-se através do edifício usando rotas do backbone de telecomunicações. O TBB conecta-se aos TGBs em todos os armários de telecomunicações e salas de equipamentos. A função primária do TBB é reduzir ou compensar diferenças entre sistemas de telecomunicações vinculados ao ele. O projeto do TBB inclui:

- Ser consistente com o projeto do backbone de telecomunicações do sistema de cabeamento.
- Permitir múltiplos TBBs segundo o tamanho do edifício.
- Projetar o comprimento mínimo do TBB.
- Não usar o sistema de encanamento de água do edifício como um TBB.
- Não usar proteção metálica do cabo como um TBB em novas instalações.
- O tamanho mínimo do condutor é 6 AWG.
- Múltiplos TBBs verticais precisam estar vinculados no superior e a cada 3 andares usando um TBB interconectando o condutor do link.
- TBBs deverão ser instalados sem emendas.

Aterramento backbone de telecomunicações interconectando condutor aterramento (TBBIBC)

O TBBIBC é um condutor que interconecta TBBs.

Barramento do Aterramento Principal de Telecomunicações (TMGB)

O TMGB serve como uma extensão dedicada ao sistema de eletrodo subterrâneo do edifício da infraestrutura de telecomunicações. Também atua como ponto central de conexão para TBBs e equipamento. Algumas considerações do projeto de um TMGB:

- Tipicamente há um TMGB por edifício. O TMGB pode ser estendido usando e seguindo as regras dos TGBs.
- TMGB precisa ser acessível ao pessoal de telecomunicações. Normalmente localiza-se na sala de entrada ou na sala de telecomunicações principal. Sua localização deve minimizar o comprimento do condutor do link para as conexões de telecomunicações.
- Os TMGBs têm um mínimo de 6mm de espessura, 100mm de largura e comprimento variável. **Assegurar que o tamanho da barra permite futuro crescimento.**

Barramento do Aterramento de Telecomunicações (RGB)

Localizado em um armário de telecomunicações (TC) ou sala de equipamentos, pode servir como um ponto central de conexão para sistemas de telecomunicações e equipamentos na área servida pelo TC ou sala de equipamentos.

Características do TGB:

- Barramento de cobre pré-perfurado fornecido com padrão NEMA de buraco do parafuso e espaçamento para os tipos de conectores a serem usados.
- Mínimo de 6mm de espessura por 50mm de largura, comprimento variável.

Considerações de projeto do TGB

- TBBs e outros TGBs localizados no mesmo espaço precisam ser vinculados ao TGB.
- Condutores de link usados entre TBB e TGB precisam ser contínuos e utilizar o caminho mais curto, rota direta possível.
- Instalar o TGB tanto fechado quanto prático à mesa de controle.
- Vincule o TGB ao TBBIBC onde for necessário.

Links à Estrutura de Metal de um Edifício

- Em prédios onde as estruturas de metal estão efetivamente aterradas, vincular cada TGB à estrutura de metal no interior da sala usando um condutor nº 6 AWG. Se a estrutura de metal é externa mas acessível, vincule o TGB à estrutura de metla usando um condutor nº 6 AWG.

ANEXO B

O FORMATO DE ARQUIVO DXF

O AutoCAD DXF (Drawing Interchange Format, ou Drawing Exchange Format) é um formato de arquivos CAD, desenvolvido pela Autodesk como uma solução própria para a interoperabilidade entre o AutoCAD¹ e outros programas.

O formato DXF é uma representação “etiquetada” de dados, de toda a informação contida em um desenho do AutoCAD. Dados etiquetados significam que cada elemento de dados no arquivo é precedido por um número inteiro que é chamado “código de grupo”. O valor de um código de grupo indica o tipo de elemento de dados que virá a seguir. Este valor também indica o significado de um elemento de dados para um determinado tipo de objeto (registro). Virtualmente toda informação especificada pelo usuário em um arquivo de desenho pode ser representadas em formato de DXF.

Essencialmente um arquivo de DXF é composto de pares de códigos e valores associados. Os códigos, conhecido como “códigos de grupo”, indicam o tipo de valor que vem a seguir. Usando estes códigos de grupos e pares de valores, um arquivo de DXF é organizado em seções, compostas de registros que contém seus pares de código de grupo e item de dados. Cada código de grupo e valor está em sua própria linha no arquivo de DXF (AUTODESK, 2007).

Cada seção começa com um código de grupo “0” seguido pela string (item) “SECTION”. Isto é seguido por um código de grupo “2” e uma string que indica o nome da seção (por exemplo, “HEADER”). Cada seção está composta de códigos de grupo e valores que definem seus elementos. Uma seção termina com um “0” seguido pela string “ENDSEC”.(AUTODESK, 2007)

A estrutura do arquivo utiliza o padrão ASCII (American Standard Code for Information Interchange), ou seja, é interpretado pelo programa utilizado através da leitura das descrições textuais de seu conteúdo. Este formato tornou-se muito popular e pode ser facilmente portado para, ou, convertido em qualquer outro formato utilizado por sistemas CAD.

¹ Utilizamos como exemplo o Programa AutoCAD da fabricante Autodesk, por se tratar de software de referência na área de desenhos técnicos, sendo que a grande maioria dos softwares existentes hoje no mercado se espelham neste programa para promover suas funcionalidades, como a própria compatibilidade com o formato DXF, aberto, desenvolvido pela Autodesk

Estrutura Geral do DXF

Um desenho ou imagem DXF é simplesmente um arquivo de texto em ASCII com a extensão “.dxf” e especialmente estruturado.

Cada linha de comando é precedida de um número inteiro alinhado à esquerda chamado **Código de Grupo**.

Ele especifica o que vem a ser o código da próxima linha: se é uma variável ou um nome que indica o início ou o fim das secções do arquivo ou mesmo início e fim do próprio arquivo. A estrutura de um arquivo DXF é dividida em blocos principais, como segue:

HEADER

TABLES

BLOCKS

ENTITIES

EOF

Existem ainda algumas secções opcionais como: OBJECTS e CLASSES

SEÇÃO HEADER

A seção HEADER deve ser a primeira seção descrita em um arquivo DXF. Ela contém variáveis que configuram genericamente o desenho, descrevendo assim, diferentes variáveis como: layer (camada) atual (assim como a sua cor e tipo de linha), limites do desenho, isto é, o ponto inferior esquerdo e o ponto superior direito do desenho, dentre outras. Cada parâmetro contém um nome variável e seu valor associado.

Quando contidas em um arquivo DXF, estas variáveis devem ser antecedidas pelo código de grupo “9”. Abaixo, um exemplo da seção HEADER.

Arquivo DXF

Comentário explicativo não contido no arquivo

0	(o código de grupo que sempre inicia uma seção);
SECTION	(indica que virá na seqüência uma seção);
2	(antecede o nome da seção seguinte);
HEADER	
9	(precede o nome de uma variável na seção HEADER);
\$LIMMAX	(nome da variável HEADER que define o canto superior direito do desenho);
10	(precede a coordenada X do canto superior direito);
653162.812500	
20	(precede a coordenada y do canto superior direito);
7400148.000000	
30	(precede a coordenada z do canto superior direito);
0.0	
0	
ENDSEC	(String que indica o fim de uma seção).

SEÇÃO DE TABLE

A seção TABLE descreve as características relacionadas com as entidades gráficas que são, antes da sua criação, configuradas em tabelas. Como exemplos, pode-se citar: tabela de camadas ou layers, tabela de estilo de texto (TEXT STYLE), tabela de estilo de linha (LTYPE), dentre outras. Após os códigos característicos de início de uma seção, o código de grupo (CG)"2" antecede o string "TABLES". Na seqüência, aparece CG "0" e o string "TABLE" para se iniciar a descrição de um tipo de tabela específico (LAYER, STYLE, LTYPE, etc.). Abaixo, alguns tipos de Variáveis que podem estar dentro do da seção TABLES e um exemplo de um trecho de uma tabela de "LAYER".

APPID (tabela de identificação de aplicação)

BLOCK_RECORD (tabela bloco de referência)

DIMSTYLE (tabela de estilo de dimensão)

LAYER (tabela de camada)

LTYPE (tabela de tipo de linha)

STYLE (tabela de estilo de texto)

UCS (tabela de Sistema de Coordenada do Usuário - UCS)

VIEW (tabela de visualizações)

VPORT (tabela de configuração das visualizações)

Arquivo DXF	Comentário explicativo não contido no arquivo
0	(indica o início de uma nova seção);
SECTION	(string que precede o início de uma seção específica);
2	(indica o tipo de seção);
TABLES	(indica que a seção iniciada é a de tabelas);
0	(indica o início de uma tabela);
TABLE	(indica que uma tabela específica será descrita);
2	(precede a descrição do tipo de tabela);
LAYER	(indica que a tabela de layers será iniciada);
70	(indica o número de layers criados para o desenho);
2	(2 layers);
0	(indica que os layers que serão descritos na seqüência);
LAYER	
2	(precede o nome do layer criado);
PAREDES	(nome do layer);
70	(indica se o layer está congelado ou não) ;
0	(o layer não está congelado, se 1, o layer estaria congelado);
62	(precede a descrição da cor do layer);
7	(cor do layer);
6	(precede a descrição do tipo de linha);
CONTINUOUS	(tipo de linha);
0	
ENDTAB	(string que indica o fim da edição das tabelas);
0	(indica o fim da seção);
ENDSEC	(string que indica o fim da seção TABLE).

SEÇÃO ENTITIES

A seção ENTITIES (ENTIDADES) está relacionada com os objetos gráficos. Nessa seção são descritos os tipos de entidades desenhadas (POINT, LINE, POLYLINE, CIRCLE, RECTANGLE, TEXT, etc.), as coordenadas dos vértices das mesmas, bem como a layer utilizada para a sua edição e o tipo de linha utilizado para o traçado. Abaixo está o exemplo de uma seção “ENTITIES”, para o caso específico de uma entidade do tipo POLYLINE (poli-linha ou múltiplas linhas em seqüência).

Arquivo DXF	Comentário explicativo não contido no arquivo
0	
SECTION	
2	
ENTITIES	

0	(precede a descrição do tipo de entidade gráfica);
POLYLINE	(tipo de entidade gráfica a ser desenhada);
8	(indica o layer utilizado para a edição da entidade gráfica);
PAREDES	(layer utilizado para a confecção da entidade gráfica);
66	(indica que a entidade será descrita na seqüência);
1	
70	(os códigos 70 e 1 indicam que se trata de uma polilinha fechada);
1	
0	(indica o início da descrição dos vértices da polilinha);
VERTEX	(string que precede a descrição dos vértices);
8	(precede a descrição do layer utilizado para confecção da polilinha);
PAREDES	(layer utilizado para confecção da polilinha);
10	(precede a descrição da coordenada X do vértice);
250	(coordenada X);
20	(precede a descrição da coordenada Y do vértice);
250	(coordenada Y);
30	(precede a descrição da coordenada Z do vértice);
0	(coordenada Z);
70	(precede a descrição das dimensões do vértice);
32	(indica que o vértice descrito pertence à uma polilinha 3D);
0	(indica o fim da descrição do 1º vértice e início da descrição do 2º vértice);
...	(descrição do próximo vértice);
0	(indica o fim da descrição da seqüência de vértices);
SEQEND	(string que indica o fim da descrição da seqüência de vértices);
0	
ENDSEC	(fim da seção 'Entities');

SEÇÃO BLOCKS, CLASSES E OBJECTS

A seção BLOCKS (BLOCOS) contém as definições dos blocos e as entidades do desenho que compõem cada bloco referência no desenho.

A seção de CLASSES fornece informação para aplicação de classes definidas cujos exemplos aparecem nos BLOCOS, ENTIDADES, e seções de OBJETOS do banco de dados. Uma definição de classe é permanentemente fixa na hierarquia de classe.

A seção OBJECTS (OBJETOS) contém os objetos não gráficos no desenho. Todo objeto que não está na tabela de entidades ou símbolos ou na própria tabela de símbolos, está nessa seção. Exemplos de entradas na seção de OBJETOS são dicionários que contêm estilos mline e grupos.

Estudo do Formato

Um estudo mais aprofundado do formato DXF, mostrou que, para escrever um desenho com os códigos neste formato, é possível excluir uma série de códigos e strings que conteriam o mesmo desenho, caso fosse criado dentro do AutoCAD. Com isto conseguiu-se estabelecer um roteiro de como escrever um arquivo no formato DXF com a menor quantidade de campos possíveis, diminuindo consideravelmente o esforço de programação para gerar um arquivo deste tipo. Para algumas seções, o AutoCAD, ao ler o arquivo, atribui para as variáveis que não aparecem no arquivo, um valor padrão. Como por exemplo: se o layer atual não foi declarado na seção HEADER, o AutoCAD assumirá como default o layer "0".

"If you use the Select Objects option of the SAVE and SAVEAS commands, the resulting DXF file contains only the ENTITIES section and the EOF marker. The ENTITIES section contains only the objects you select for output. If you select an insert entity, the corresponding block definition is not included in the output file." (AUTODESK, 2007)

A parte mais importante no trecho do texto anterior, retirado dos manuais do DXF da Autodesk, diz que, no próprio AutoCAD, se utilizarmos a opção "salvar" ou "salvar como" (DXF), com a opção de salvar objetos selecionados ativada, ele criará um arquivo somente com as seções ENTITIES (Entidades) e a marca de final de arquivo EOF.

Assim algumas peculiaridades foram verificadas:

A seção HEADER pode ser excluída do arquivo, escrevendo-se somente o código de grupo "2" seguido pelo string "HEADER" e o código de grupo "0" seguido do string "ENDSEC".

A seção TABLE também pode ser quase toda excluída com exceção à tabela de estilos de linhas. A tabela de layers pode ser dispensada. Ex: uma POLYLINE descrita na seção ENTITIES com um layer que não foi declarado na seção TABLE, o AutoCAD, ao ler o arquivo, criará automaticamente na tabela de LAYERS, um layer com o nome, cor e tipo de linha na qual foi descrito na seção ENTITIES. A tabela STYLE, que descreve um estilo de texto configurado pode ser

excluída. Caso excluída, a entidade TEXT será editada com o estilo de texto “standard” do AutoCAD.