

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE**

**REPRESENTAÇÃO VIRTUAL DE PROJETO ARQUITETÔNICO DO
EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO COLINAS DO POTENGI, COM A UTILIZAÇÃO
DE FERRAMENTAS 3D**

ADEMAR JOSÉ MEDEIROS DE OLIVEIRA

Monografia apresentada ao Curso de
Bacharelado em Sistemas de Informação da
Faculdade Natalense para o
Desenvolvimento do Rio Grande do Norte
como requisito obrigatório para obtenção do
grau de Bacharel em Sistemas de
Informação.

Orientador: Luiz Gonzaga Damasceno,
M.Sc.

**REPRESENTAÇÃO VIRTUAL DE PROJETO ARQUITETÔNICO DO
EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO COLINAS DO POTENGI, COM A UTILIZAÇÃO
DE FERRAMENTAS 3D**

NATAL/RN

2008

ADEMAR JOSÉ MEDEIROS DE OLIVEIRA

**REPRESENTAÇÃO VIRTUAL DE PROJETO ARQUITETÔNICO DO
EMPREENHIMENTO IMOBILIÁRIO COLINAS DO POTENGI, COM A UTILIZAÇÃO
DE FERRAMENTAS 3D**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito obrigatório para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Luiz Gonzaga Damasceno, M.Sc.

Catálogo na Publicação – Biblioteca da FARN

Oliveira, Ademar José Medeiros de
Representação virtual de projeto arquitetônico do empreendimento
Imobiliário colinas do Potengi, com a utilização de ferramentas 3D / Ademar
José Medeiros de Oliveira. – Natal: FARN, 2008
94f

Orientador: Luiz Gonzaga Damasceno (Msc.)
Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Faculdade
Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte

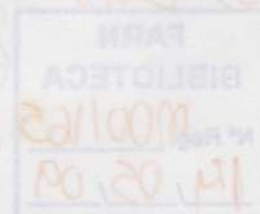
CS, M. Maria da Rocha Neto, M. Sc.
Arquitetura e Urbanismo

1. Software – Monografia. 2. TV Computação Gráfica – Monografia. 3.
AutoCAD – Monografia. 4. Arquitetura 3D – Monografia. I. Título.

RNFARNBC CDU 004.78

NATAL/RN

2008



ADEMAR JOSÉ MEDEIROS DE OLIVEIRA

REPRESENTAÇÃO VIRTUAL DE PROJETO ARQUITETÔNICO DO
EMPREENHIMENTO IMOBILIÁRIO COLINAS DO POTENGI, COM A UTILIZAÇÃO
DE FERRAMENTAS 3D

Monografia apresentada ao Curso de
Bacharelado em Sistemas de Informação da
Faculdade Natalense para o
Desenvolvimento do Rio Grande do Norte
como requisito obrigatório para obtenção do
grau de Bacharel em Sistemas de
Informação.
Orientador: Luiz Gonzaga Damasceno
M.Sc.

Catálogo na Publicação – Biblioteca da FARN

Oliveira, Ademar José Medeiros de

Representação virtual de projeto arquitetônico do empreendimento
imobiliário colinas do Potengi, com a utilização de ferramenta 3D / Ademar
José Medeiros de Oliveira. – Natal: FARN, 2008.
94f.

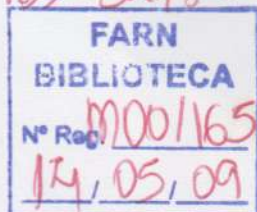
Orientador: Luiz Gonzaga Damasceno (Msc.)

Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Faculdade
Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

1. Software – Monografia. 2. TV Computação Gráfica – Monografia. 3.
AutoCAD – Monografia. 4. Arquitetura 3D – Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

CDU 004.78



004.78
045h
2008
ex. 01

Setor de Processos Técnicos

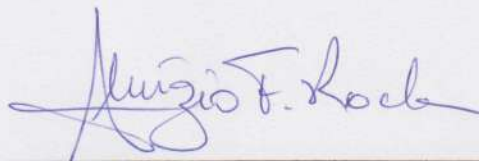
ADEMAR JOSÉ MEDEIROS DE OLIVEIRA

**REPRESENTAÇÃO VIRTUAL DE PROJETO ARQUITETÔNICO DO
EMPREENHIMENTO IMOBILIÁRIO COLINAS DO POTENGI, COM A UTILIZAÇÃO
DE FERRAMENTAS 3D**

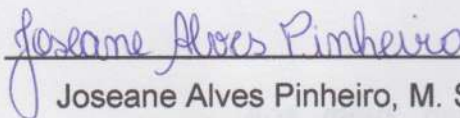
Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte e aprovada em 22 de dezembro de 2008 pela banca examinadora composta dos seguintes membros:



Luiz Gonzaga Damasceno, M. Sc.
Orientador



Aluizio Ferreira da Rocha Neto, M. SC.
Membro examinador



Joseane Alves Pinheiro, M. SC.
Membro examinador

Luiz Eduardo, Carolina

AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus colegas da turma de BSI - FARN - 2000 pelas demonstrações de carinho, amizade e, principalmente, paciência pra corrigir.

*Aos meus netos Luis Eduardo, Carolina,
Murilo e Mateus*

RESUMO

AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus colegas da turma de BSI - FARN – 2008 pelas demonstrações de carinho, amizade e, principalmente, paciência pra comigo.

Palavras-chave: AutoCAD 3D. Desenho arquitetônico 3D. Projeto arquitetônico 3D.

RESUMO

Desde que desenhos em vistas e cortes passaram a ser o padrão de representação de elementos de projetos de engenharia e arquitetura, problemas de compreensão e comunicação entre os técnicos que manuseiam e produzem esses desenhos e os leigos que de forma direta ou indireta se envolvem com eles, resultam em decepções ou até mesmo grandes prejuízos. Seja um cliente que deseja comprar um apartamento, seja um operário de uma obra que vai executar um trabalho, todos acabam tendo dificuldades em transformar mentalmente os desenhos, às vezes espalhados por diversas pranchas, num objeto do mundo real conforme estão habituados a enxergar. No entanto, se for apresentada a esses mesmos leigos uma fotografia, que também não passa de uma figura de um objeto com três dimensões, representado em duas dimensões, a compreensão é imediata. A presente monografia fundamenta-se no aprendizado de ferramentas de computação gráfica com a finalidade de transformar desenhos técnicos em duas dimensões, exatamente como eles chegam às obras de engenharia, em representações em três dimensões semelhantes a fotografias, com o intuito de demonstrar como a comunicação entre técnicos e leigos podem melhorar com a adoção destas.

Palavras-chave: AutoCAD 3D. Desenho arquitetônico 3D. Projeto arquitetônico 3D.

Palabras clave: AutoCAD 3D. Dibujo arquitectónico 3D. Proyecto arquitectónico 3D.

RESUMEN

Desde que los planos definidos en vistas y cortes se han convertido en el estándar de representación para objetos de proyectos de ingeniería y arquitectura, los problemas de comprensión y comunicación entre los expertos, que manejan y producen estos dibujos técnicos, y entre otros personajes muchas veces, legos en la materia, que directa o indirectamente se relacionan con ellos, resultan en decepciones o muchas veces en grandes pérdidas. Sea un cliente que desea comprar un departamento, o sea un obrero que en una construcción ejecutará un trabajo que requiere consultar un proyecto, todos terminan teniendo dificultades para transformar mentalmente los diseños preparados en dos dimensiones, muchas veces dispersos en diversas láminas, en un objeto del mundo real como están acostumbrados a ver. Sin embargo, si se muestra a ellos una fotografía, que también es sólo una imagen de un objeto con tres dimensiones, representado en dos dimensiones, el entendimiento es inmediato. Esta monografía está basada en el aprendizaje de herramientas de gráficos por ordenador, bajo la finalidad de transformar los dibujos técnicos de dos dimensiones, tal y como llegan a la obras de construcción, en representaciones en tres dimensiones, similares a fotos, con el propósito de demostrar cómo la comunicación entre los expertos y los legos pueden mejorar con la adopción de estas.

Palabras llave: AutoCAD 3D. Dibujo arquitectónico 3D. Proyecto arquitectónico 3D.

FIGURA 13 – Exibindo Rotas de Ferramentas	31
FIGURA 14 – Arrastando Cortes para a Viewspace	32
FIGURA 15 – Regras de Mão Direita	33
FIGURA 16 – Configurando a Base do Statue	34
FIGURA 17 – Configuração da Função Object Osnap	35
FIGURA 18 – Ponto Notável (Midpoint) do Object Snap Ligado	36
FIGURA 19 – Configurando Units	37
FIGURA 20 – Configurando Viewports	38
FIGURA 21 – Escolhendo Vistas Múltiplas	39
FIGURA 22 – Tela Layer Properties Manager	41
FIGURA 23 – Criando e Nomeando Bloco	42
FIGURA 24 – Painel Dashboard	43
FIGURA 25 – Plantas Salvas do Projeto Arquitetônico	45
FIGURA 26 – “Eaqueiros” do Projeto	46
FIGURA 27 – Desenhos Base para Extrusões	47
FIGURA 28 – Paredes Prontas para Extrusão	48
FIGURA 29 – Paredes Extrudadas	49
FIGURA 30 – Extrusão de Paredes	50

FIGURA 31 – Movendo Objetos	LISTA DE FIGURAS	30
FIGURA 32 – Extrusão de Paredes		31
FIGURA 1 – Aba Files		17
FIGURA 2 – Aba Display		19
FIGURA 3 – Aba Open and Save		20
FIGURA 4 – Aba Users Preferences		21
FIGURA 5 – Opções de Aba Drafting		23
FIGURA 6 – Opções de Aba Selection		24
FIGURA 7 – Aba Profiles		25
FIGURA 8 – Área de Trabalho do AutoCAD®		27
FIGURA 9 – Barras de Ferramentas (TOOLBARS) do AUTOCAD®		28
FIGURA 10 – Tela Inicial do AUTOCAD®		29
FIGURA 11 – Criando um Novo Ambiente de Trabalho (WORKSPACE)		30
FIGURA 12 – Criando um Novo Ambiente de Trabalho (WORKSPACE)		30
FIGURA 13 – Escolhendo Barras de Ferramentas		31
FIGURA 14 – Arrastando Botões para o Workspace		32
FIGURA 15 – Regras da Mão Direita		33
FIGURA 16 – Configurando a Barra de Status		34
FIGURA 17 – Configuração da Função Object Osnap		35
FIGURA 18 – Ponto Notável (Midpoint) do Object Snap Ligado		36
FIGURA 19 – Configurando Units		37
FIGURA 20 – Configurando Viewports		38
FIGURA 21 – Escolhendo Vistas Múltiplas		39
FIGURA 22 – Tela Layer Properties Manager		41
FIGURA 23 – Criando e Nomeando Bloco		42
FIGURA 24 – Painel Dashboard		43
FIGURA 25 – Plantas Salvas do Projeto Arquitetônico		45
FIGURA 26 – “Esqueleto” do Projeto		46
FIGURA 27 – Desenhos Base para Extrusões		47
FIGURA 28 – Paredes Prontas para Extrusão		48
FIGURA 29- Paredes Extrudadas		49
FIGURA 30 – Extrusão de Paredes		50

FIGURA 31 – Movendo Objetos de um Layer	50
FIGURA 32 – Extrusão de Paredes	51
FIGURA 33 – Extrusão de Elementos	52
FIGURA 34 – Simplificando o Projeto	53
FIGURA 35 – Projeto Simplificado	53
FIGURA 36 – Seção de um Marco de Porta	54
FIGURA 37 – Determinação do Caminho para Comando Sweep	55
FIGURA 38 – Portas à Direita e à Esquerda	56
FIGURA 39 – Criando um Bloco	56
FIGURA 40 – Preparo de uma Janela de Alumínio	57
FIGURA 41 – Componentes Já Extrudados	58
FIGURA 42 – Janela de Alumínio	58
FIGURA 43 – Escada em Vista Superior	59
FIGURA 44 – Escadas com Lances Extrudados	60
FIGURA 45 – Escada Acabada	60
FIGURA 46 – Seção do Reservatório de Fibra de Vidro	61
FIGURA 47 – Preparo da Seção para o Comando Revolve	62
FIGURA 48 – Reservatório de Fibras de Vidro	62
FIGURA 49 – Componentes de um Edifício	63
FIGURA 50 – Reta Referência	64
FIGURA 51 – Pavimentos TIPO e PILOTIS Montados	65
FIGURA 52 – Edifício Montado	66
FIGURA 53 – Linha de Corte	67
FIGURA 54 – Plano de Corte	68
FIGURA 55 – Corte: Vista Frontal	68
FIGURA 56 – Corte: Vista em 3D	69
FIGURA 57 – Localização da Câmera	70
FIGURA 58 – Detalhe da Localização da Câmera	70
FIGURA 59 – Quadro de Diálogo para Vista através da Câmera	71
FIGURA 60 – Vista através da Câmera	72
FIGURA 61 – Primeira Renderização	73
FIGURA 62 – Paleta Materials do Dashboard	74

FIGURA 63 – Editor de Materiais	75
FIGURA 64 – Tratamento das Superfícies	77
FIGURA 65 – Edifício Acabado	78
FIGURA 66 – Projeção dos Edifícios na Planta de Situação	79
FIGURA 67 – Edifícios Implantados no Terreno	79
FIGURA 68 – Arco de Entrada – Projeto Estrutural	80
FIGURA 69 – Seções do Arco de Entrada em Vista Superior	81
FIGURA 70 – Seções do Arco Posicionadas no Espaço 3D	81
FIGURA 71 – Caixa de Diálogo do COMANDO LOFT	82
FIGURA 72 – Arco e Guarita	83
FIGURA 73 – Representação Virtual do Projeto Arquitetônico I	85
FIGURA 74 – Representação Virtual do Projeto Arquitetônico II	85
FIGURA 75 – Projeto Renderizado – Ângulo I	86
FIGURA 76 – Projeto Renderizado – Ângulo II	86
ANEXO A – Planta de Situação do Empreendimento	10
ANEXO B – Planta Baixa do Pilotis	10
ANEXO C – Planta Baixa do Pavimento TIPO	20
ANEXO D – Planta de Cobertura	21
ANEXO E – Corte Longitudinal	26
ANEXO F – Corte Transversal	27
ANEXO G – Fachada Principal	28
ANEXO H – Fachada Lateral	28
4.1.1.4 Abs Profiles	32
4.1.2 Preparação da Área de Trabalho	36
4.1.3 Coordenadas do AutoCAD®	32
4.1.4 Regas da Mão Direita	33
4.1.5 Funções de Precisão do AutoCAD®	34
4.1.6 Configurando as Unidades de Precisão	36
4.1.7 Utilização do Mouse	37
4.1.8 ViewPorts	38
4.1.9 Layers	39
4.1.10 Blocks	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVOS GERAIS	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	JUSTIFICATIVA	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1	AUTOCAD® V.2008	16
4.1.1	Configurações e Conceitos Gerais	16
4.1.1.1	Configuração do AutoCAD®	17
<u>4.1.1.1.1</u>	<u>Aba Files</u>	17
<u>4.1.1.1.2</u>	<u>Aba Display</u>	18
<u>4.1.1.1.3</u>	<u>Aba Open and Save</u>	19
<u>4.1.1.1.4</u>	<u>Aba Plot and Publish</u>	20
<u>4.1.1.1.5</u>	<u>Aba System</u>	20
<u>4.1.1.1.6</u>	<u>Aba Users Preferences</u>	20
<u>4.1.1.1.7</u>	<u>Opções de Aba Drafting</u>	21
4.1.1.2	Aba 3D Modeling	23
4.1.1.3	Aba Selection	23
4.1.1.4	Aba Profiles	25
4.1.2	Preparação da Área de Trabalho	25
4.1.3	Coordenadas do AutoCAD®	32
4.1.4	Regas da Mão Direita	33
4.1.5	Funções de Precisão do AutoCAD®	34
4.1.6	Configurando as Unidades de Precisão	36
4.1.7	Utilização do Mouse	37
4.1.8	ViewPorts	38
4.1.9	Layers	39
4.1.10	Blocos	41

4.1.11 Painel Dashboard	42
5 METODOLOGIA	44
5.1 MODELAGEM EM 3D	44
5.2 MODELAGEM DE UM EDIFÍCIO	44
6 DESENVOLVIMENTO	47
6.1 EXTRUSÃO DOS ELEMENTOS	48
6.1.1 Detalhes	54
6.1.1.1 Portas de Madeira	54
6.1.1.2 Esquadrias de Alumínio	57
6.1.1.3 Escadas	59
6.1.1.4 Reservatório de Água	61
6.2 COMPOSIÇÃO DE UM EDIFÍCIO	63
6.3 MONTAGEM FINAL DE UM EDIFÍCIO	65
6.4 CORTES	66
6.5 CÂMERAS	69
6.6 RENDERIZAÇÃO PRELIMINAR	72
6.7 MATERIAIS	73
6.7.1 Aplicação de um Material-Padrão	74
6.7.2 Editor de Materiais	74
6.8 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	76
6.9 ACABAMENTO FINAL DE UM EDIFÍCIO	77
6.10 COMPOSIÇÃO FINAL DO PROJETO	78
6.10.1 Implantação dos Edifícios no Terreno	78
6.10.2 Arco de Entrada	80
7 CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICES	

INTRODUÇÃO

Até a década de 1980, os projetos de arquitetura e engenharia eram elaborados em desenhos com duas dimensões, o que significava que para termos uma noção de uma peça, fosse ela qual fosse, teríamos que manusear no mínimo dois, às vezes três desenhos distintos, tais como plantas, cortes e vistas entre outros e daí, imaginarmos como seria o aspecto do objeto no espaço do mundo real. Isto tornava a compreensão de um projeto algo muito técnico, quase inacessível para um leigo. Para amenizar um pouco essa dificuldade, os profissionais da área lançavam mão de desenhos em perspectivas e maquetes para tentar transmitir a esse leigo, o que seus complicados desenhos significavam. Ambas as soluções são, porém, limitadas. As perspectivas exigem dos profissionais uma boa dosagem de arte na sua confecção, o que os leva quase sempre, para facilitar a compreensão do leigo, a acrescentar detalhes que não vão existir no objeto real, distorcendo o aspecto final de uma obra, muitas vezes iludindo seu observador, gerando nele falsas expectativas. As maquetes, por outro lado, embora tentem reproduzir em miniatura o que será o objeto, exigem um elevado grau de improvisação na simulação de materiais e objetos que não existem nas dimensões miniaturizadas, sacrificando assim a qualidade e o aspecto final do trabalho, sem contar seu alto custo, pois utiliza mão de obra altamente especializada, e o consumo elevado de tempo no seu preparo.

A partir de 1990, a popularização do computador pessoal permitiu a rápida evolução dos equipamentos de hardware. Máquinas com grande capacidade de armazenamento e imagens com resoluções cada vez mais perfeitas saíram do imaginário para fazerem parte do dia a dia das pessoas. Foi nessa época que surgiram os softwares gráficos projetados para desenhos em duas dimensões, muito bem assimilados pelos escritórios de projetos que trataram de difundi-los, permeando-os até ao ambiente das obras. No entanto, o problema da comunicação entre técnicos e leigos permanecia, pois a dificuldade de imaginar no espaço desenhos apresentados em duas dimensões continuava. Nessa época também surgiram os primeiros softwares para representação de objetos em três dimensões. Estes, entretanto, não tiveram uma recepção muito calorosa por parte dos profissionais da área de projetos. Por terem a representação dos objetos na tela do computador, que ser feitas em linguagem de programação, ficaram restritos a

escritórios de projetos altamente especializados, principalmente da indústria aeronáutica e automobilística.

Somente neste começo de século com o surgimento de softwares para desenvolvimento de desenhos em três dimensões com interfaces gráficas, de fácil interação com o usuário e bibliotecas cada vez mais completas, a modelagem 3D parece ter tomado impulso e começa a chegar aos escritórios de projeto, notadamente em forma de maquetes eletrônicas.

Paralelamente, estes softwares se desenvolveram numa velocidade assombrosa, tanto em quantidade de produtos quanto em qualidade de resolução. Mesmo consumindo uma grande quantidade de memória, o que atualmente não chega a ser um problema. Eles evoluíram tanto, que hoje sentimos dificuldade em distinguir o que é um gráfico computacional e uma imagem real, principalmente quando misturados numa mesma apresentação.

O domínio de ferramentas e técnicas de representação de objetos no espaço tri-dimensional certamente se tornará imprescindível para um técnico que lide com projetos e tenha que traduzi-los para outras pessoas sem o devido embasamento técnico para compreendê-los.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAIS

- Reproduzir em ambiente tridimensional o projeto arquitetônico do empreendimento denominado Condomínio Colinas do Potengi, de autoria da Arquiteta Ana Cecília de Albuquerque Chrispim, que será construído na zona norte da cidade de Natal, RN, sendo composto de sete edifícios, com sete andares cada um e com quatro apartamentos por andar.

2.2 ESPECÍFICOS

- Aprofundar os conhecimentos em Computação Gráfica aplicada ao ambiente tridimensional.
- Aprofundar os conhecimentos do Software Autocad, principalmente no tocante ao ambiente 3D.
- Compreender os conceitos de aplicação de texturas, cores, rotação, translação, iluminação e animação dos objetos construídos.

3 JUSTIFICATIVA

Há mais de cem anos o engenheiro civil desempenha o papel de tradutor entre os desejos dos profissionais de projeto e os operários de obras, esses últimos, normalmente, pessoas de um baixo grau de instrução. Observe também que os clientes desse mesmo segmento de mercado, ou seja, os proprietários de futuros imóveis têm muita dificuldade em imaginar como serão estes depois de construídos, principalmente no que diz respeito às dimensões e proporcionalidade dos ambientes com objetos como o mobiliário.

Munidos apenas de projetos bidimensionais compostos de plantas baixas, cortes e vistas, esses técnicos traduzem para os operários e clientes, a tridimensionalidade resultante dos desenhos 2D que manuseiam. Por não ter formação artística, em projetos de certo grau de complexidade, os engenheiros têm muita dificuldade para mostrar aos seus interlocutores, munidos apenas do uso da palavra e de desenhos à mão livre o que o projeto representa nas três dimensões do mundo real. Essas dificuldades têm levado a grandes erros nas obras, ocasionando, conseqüentemente, grandes desperdícios de materiais, mão de obra e tempo na execução de projetos.

Por outro lado, praticamente todas as obras de médio porte para cima, hoje, têm computadores instalados em seus canteiros para usos diversos, inclusive com softwares para visualização e manipulação de projetos, usualmente o AutoCAD® 2D, estando assim tecnicamente aptas a abrigar os softwares 3D.

Não é difícil prever que dentro de muito pouco tempo, as ferramentas 3D que ainda chegam timidamente aos escritórios de projetos, normalmente em forma de maquetes eletrônicas, chegarão aos canteiros de obras com a mesma desenvoltura que as ferramentas de desenho em 2D o fazem atualmente, transformando-se assim no principal elemento de comunicação entre técnicos e leigos.

A escolha da representação de um projeto arquitetônico deveu-se por nele poder-se praticar mais intensamente os conceitos de textura, iluminação, renderização e outras técnicas que certamente serão utilizadas separadamente em outros tipos de projetos, como de instalações ou estruturais.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente Referencial Teórico tem por objetivo apresentar os principais fundamentos do software AutoCAD® desenvolvido pela Autodesk Inc e que será utilizado ao longo de todo este trabalho. Serão abordadas aqui tanto as configurações mais importantes para uma ótima interação software / usuário quanto os principais conceitos sobre os quais foi montado o programa e que devem ser do conhecimento de quem se aventura a compreender a tri-dimensionalidade do mundo que o rodeia.

4.1 AUTOCAD® V.2008

O AutoCAD® é um editor gráfico desenvolvido pela empresa americana Autodesk®, que reproduz na tela de um computador, com vantagens, todos os resultados que se obtém ao desenhar um objeto utilizando-se ferramentas de desenho convencionais. Posteriormente, o resultado obtido no computador pode ser impresso em papel, ficando com o aspecto final semelhante às antigas cópias heliográficas utilizadas nos mais diversos trabalhos de engenharia e arquitetura.

O AutoCAD® é a ferramenta mais utilizada atualmente por projetistas em todo mundo, em todas as áreas onde se necessite de desenhos de precisão, não sendo nenhum exagero dizer que substituiu em quase 100% as pranchetas e instrumentos de desenho utilizados nos escritórios de projetos até há muito pouco tempo.

Os objetos do mundo real podem ser representados no AutoCAD® tanto na visão em duas dimensões como é apresentada atualmente a grande maioria dos projetos de engenharia e arquitetura, quanto na de três dimensões que embora mais trabalhosa, facilita o entendimento do leigo, através de vistas que muito se assemelham a fotografias desses objetos dos ângulos em que se deseje mostrá-los.

4.1.1 Configurações e Conceitos Gerais

Antes de iniciar o trabalho propriamente dito, é conveniente que se configure o software e a área de trabalho de acordo com as necessidades do

usuário, pois isso agilizará sensivelmente o desenvolvimento do projeto. É também muito importante que se compreenda alguns conceitos básicos do AutoCAD®.

4.1.1.1 Configuração do AutoCAD®

De acordo com Baldam, Costa (2008) e também com Bugay, para tornar mais amigável o ambiente de trabalho, deve-se ajustar algumas variáveis da maneira que melhor convier ao usuário. Para isso pode-se usar o comando Options no prompt de comando ou seguir com o mouse o caminho Tools → Options. Abre-se então uma janela com dez abas de configuração do AutoCAD® que só serão descritas com detalhes as que forem importantes para o presente trabalho:

4.1.1.1.1 Aba Files

Nesta aba estão indicadas as informações sobre as localizações dos arquivos utilizados pelo AutoCAD®, tais como arquivos temporários, inclusive os caminhos para se chegar até eles.

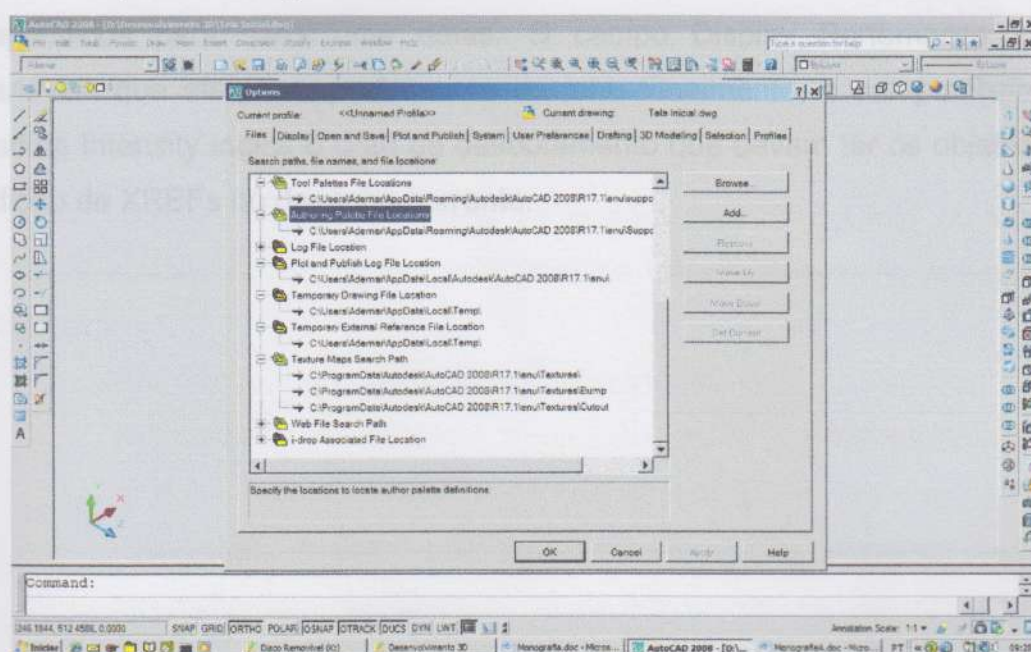


FIGURA 1 – Aba Files

Fonte: Elaboração Própria (2008)

4.1.1.1.2 Aba Display

É nessa aba que se configura o monitor de vídeo. Ela está dividida em seis campos. No campo Windows Elements define-se os parâmetros da área de desenho, ou seja, da área gráfica da tela onde serão executados os desenhos. Nela pode-se escolher exibir ou esconder as barras de rolagem da tela, o menu de tela, o tamanho dos botões das barras de ferramentas, dicas (tooltips) e atalhos quando se move o cursor sobre os botões das toolbars. A ele também pertencem os botões Colors que controla as cores do desktop e o botão Fonts que monitora os tipos de fonte de letra que se deseja usar na apresentação do desktop. O campo Layouts Elements controla as opções para o layout.

O campo Crosshair controla o tamanho do cursor na tela. O campo Display Resolution controla a qualidade dos objetos na tela. Melhor qualidade implica em menor performance. Nele controlam-se a suavidade das curvas e arcos, a quantidade de segmentos para gerar uma curva, a suavidade da apresentação das curvas na renderização e o número de linhas de contorno por face de objeto. Não é necessário preocupar-se com estas variáveis, pois o AutoCAD® possui comandos específicos para cada uma delas. O campo Display Performance controla as variáveis que afetam a performance da tela. Finalmente, o campo Reference Edit Fading Intensity indica o grau de desbotamento que devem ter os objetos durante a edição de XREFs no desenho corrente.

- **File Save:** em save se escolhe-se em qual formato se quer que o AutoCAD® salve automaticamente os arquivos. Pode-se inclusive escolher qual a versão do programa na qual se quer salvar esses arquivos.
- **File Safety Precautions:** ajuda na prevenção de perda de dados e na detecção de erros. Entre as várias alternativas se destacam as opções de salvamento automático de arquivos, inclusive com a escolha do intervalo de tempo de cada um desses salvamentos e as opções de criação de arquivos de back up e log.
- **File Open:** indica o número de arquivos recentemente usados que serão exibidos no menu File para rápido acesso. Também permite definir se será

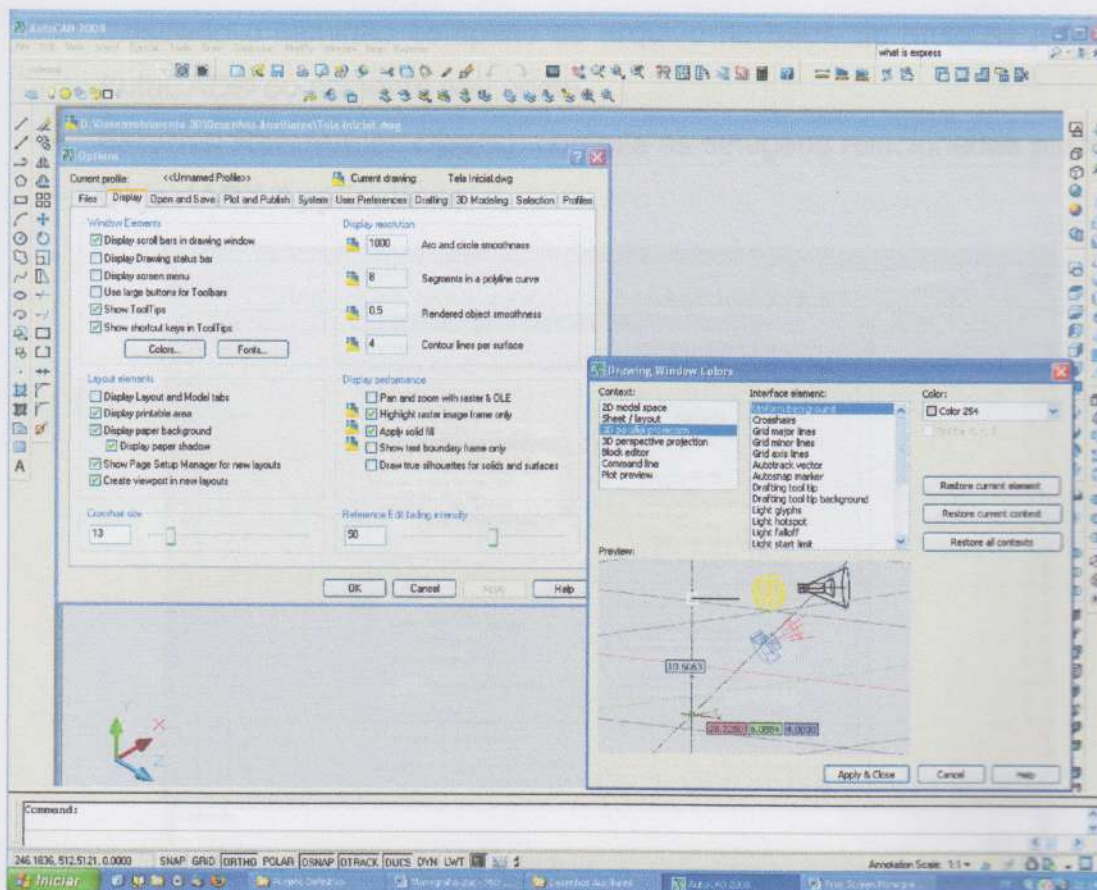


FIGURA 2 – Aba Display

Fonte: Elaboração Própria (2008)

4.1.1.1.3 Aba Open and Save

Nesta aba configuram-se as preferências do usuário no trato com os arquivos que se vai manipular. Está dividida em cinco campos entre os quais se destacam:

- **File Save:** em save as escolhe-se em qual formato se quer que o AutoCAD® salve automaticamente os arquivos. Pode-se inclusive escolher qual a versão do programa na qual se quer salvar esses arquivos.
- **File Safety Precautions:** ajuda na prevenção de perda de dados e na detecção de erros. Entre as várias alternativas se destacam as opções de salvamento automático de arquivos, inclusive com a escolha do intervalo de tempo de cada um desses salvamentos e as opções de criação de arquivos de back up e log.
- **File Open:** indica o número de arquivos recentemente usados que serão exibidos no menu File para rápido acesso. Também permite definir se será

- mostrando o caminho completo do arquivo na barra de título na janela do AutoCAD® ou somente seu nome.
- **External References (Xrefs):** controla as setagens relacionadas a Xrefs.
- **ObjectARX Applications**

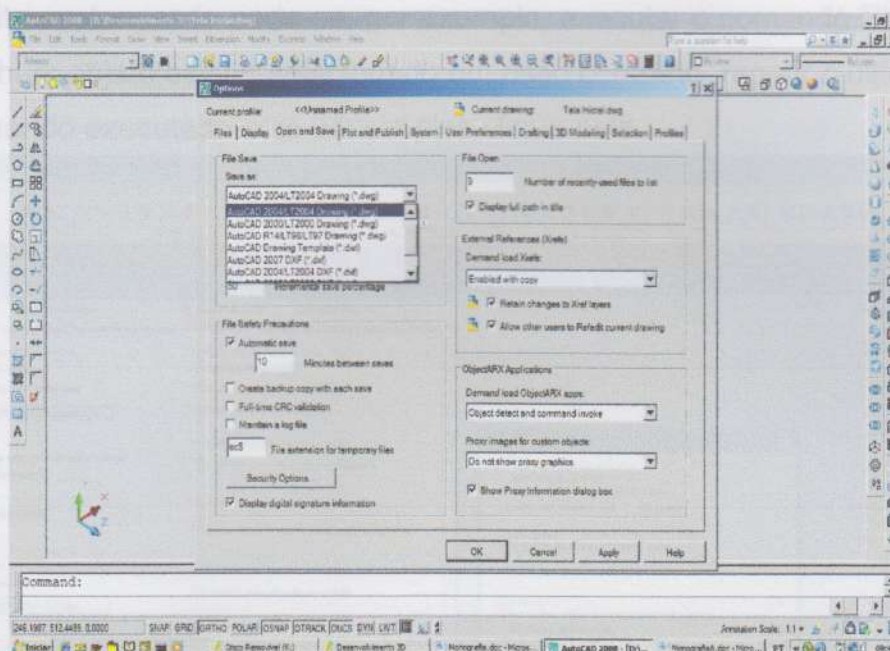


FIGURA 3 - Aba Open and Save
Fonte: Elaboração Própria (2008)

4.1.1.1.4 Aba Plot and Publish

Esta aba controla as opções de plotter do programa. Não faz parte do escopo deste trabalho.

4.1.1.1.5 Aba System

Esta aba também não faz parte do escopo deste trabalho.

4.1.1.1.6 Aba Users Preferences

O usuário define preferências de trabalho ao utilizar o AutoCAD®. É dividida em sete campos e dois botões.

- **Windows Standard Behavior:** controla o comportamento das teclas de atalho e do botão direito do mouse.
- **Double Click Editing:** sub-campo que controla a edição de propriedades dos objetos pelo duplo-clique do mouse.
- **Shortcut menus in drawing área:** sub-campo que se define ao acionar.

- **Shortcut menus in drawing área e Right-click Customization (customização do botão direito):** É extremamente interessante que estes sub-campos estejam marcados e configurados, pois dão uma enorme agilidade aos comandos executados pelo usuário. Com o botão direito customizado pode-se, por exemplo, executar o comando ENTER se nenhum objeto estiver selecionado ou, caso contrário, repetir o último comando executado com um simples clique nele.

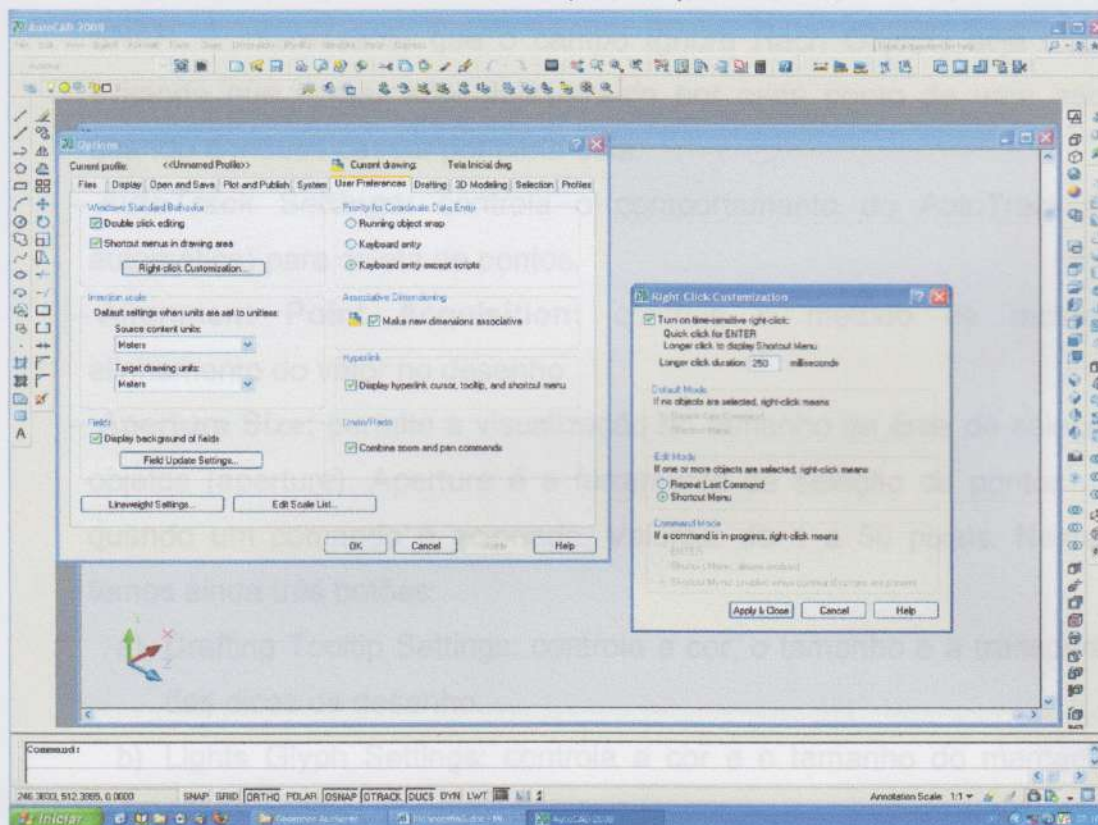


FIGURA 4 - Aba Users Preferences
Fonte: Elaboração Própria (2008)

4.1.1.1.7 Opções da Aba Drafting

A Aba Drafting divide-se em seis campos, dentre os quais se destacam os seguintes:

- **AutoSnap Settings:** Conforme explica em BALDAM, COSTA (2008) controla os comportamentos associados a pontos notáveis dos objetos, como centro, fim, meio, perpendicular etc.
 - a) **Maker:** controla a visibilidade do marcador para indicar a obtenção de um ponto notável.
 - b) **Magnet:** define se, quando o cursor estiver próximo a um ponto notável de um objeto, será “atraído” automaticamente pra esse ponto.

c) Display AutoSnap tooltip: mostra uma "dica" (tooltip) sobre o object snap que é acionado no momento pelo AutoSnap.

d) Colors: abre a janela de configuração das cores dos elementos da tela.

– **AutoSnap Maker Size:** define o tamanho para o marcador do AutoSnap que pode variar de 1 a 20 pixels.

– **Object Snap Options:** define as opções para os object snaps do comando SNAP. É interessante que o campo Ignore Hatch Objects seja marcado evitando que o marcador seja atraído por cada ponto de uma hachura quando o mouse passar por cima dela.

– **AutoTrack Settings:** controla o comportamento do AutoTrack (trilha automática) para coleta de pontos.

– **Alignment Point Acquisition:** controla o método de mostrar o alinhamento do vetor no desenho.

– **Aperture Size:** permite a visualização do tamanho da área de seleção de objetos (aperture). Aperture é a ferramenta de seleção de pontos usada quando um comando é acionado. Valores: de 1 a 50 pixels. Nesta aba temos ainda três botões:

a) Drafting Tooltip Settings: controla a cor, o tamanho e a transparência das dicas de desenho.

b) Lights Glyph Settings: controla a cor e o tamanho do marcador de ponto de luz.

c) Câmeras Glyph Settings: controla a cor e o tamanho do marcador de ponto da câmera 3D.

Uma boa configuração das opções dessa aba facilita e agiliza muito a representação de objetos assim como melhoram a precisão do desenho.

– Display UCS icon: define se o ícone será exibido na tela.

– Dynamic Input: controla a entrada dinâmica das coordenadas.

– 3D Objects: controla as configurações para apresentação de sólidos e superfícies.

– 3D Navigation: define a forma de navegação em 3D.

4.1.1.3 - Aba Selection

É nesta aba que se configura como será a seleção do AutoCAD®.

- **Pickbox Size:** controla o tamanho do quadrado que aparece na mira do cursor para selecionar objetos (pickbox). Seus valores variam de 1 a 50 pixels. O tamanho padrão é 3 pixels.
- **Selection Preview:** destaca os objetos quando o cursor passa sobre eles:
 - a) **When a command is active:** gera uma pré-visualização quando o comando está ativo.
 - b) **When no command is active:** gera uma pré-visualização quando um comando não está ativo.
 - c) **Visual Effect Settings:** botão que controla a aparência dos objetos durante a pré-visualização. Seu acionamento abre um quadro com diversas opções.
- **Selection Modes:** Controla setagens relacionadas com os métodos de seleção de objetos.
- **Grip Size:** Controla o tamanho dos grips.
- **Grips:** trata-se de pequenos quadrados coloridos mostrados em um objeto quando ele é selecionado sem que nenhum comando esteja ativo.

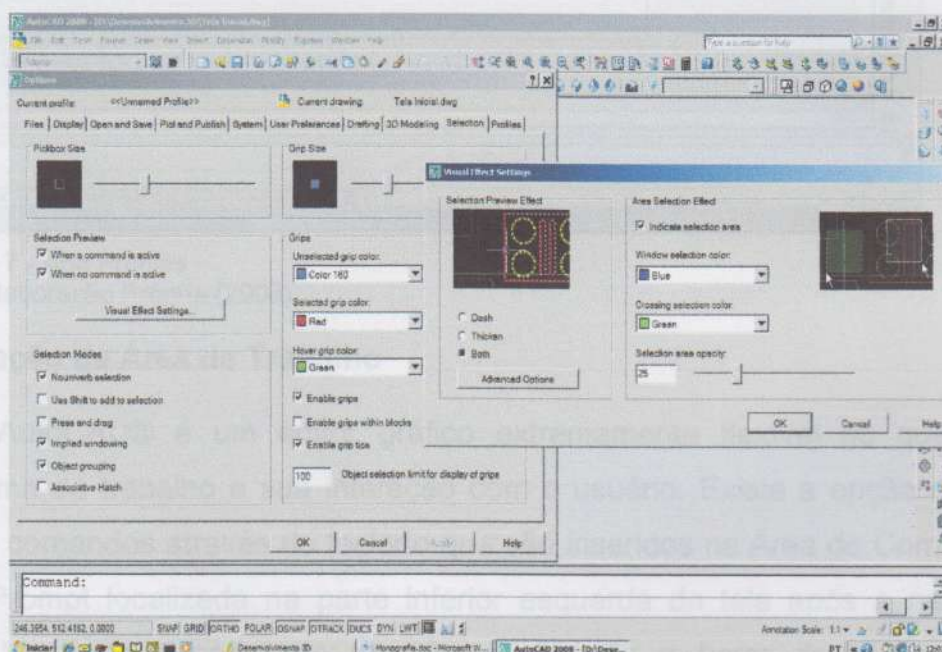


FIGURA 6 – Opções da Aba Selection
Fonte: Elaboração Própria (2008)

4.1.1.4 Aba Profiles

Segundo BALDAM, COSTA (2008), Profiles (perfis) são ambientes de trabalho gerados de acordo com o gosto do usuário. Assim um Profile é a soma de todas as características escolhidas por cada usuário dentro do comando OPTIONS, tais como: performance, plotters, mouse etc. Dessa forma é possível personalizar a característica visual do AutoCAD® para cada usuário e recupera-la a qualquer momento que se queira.

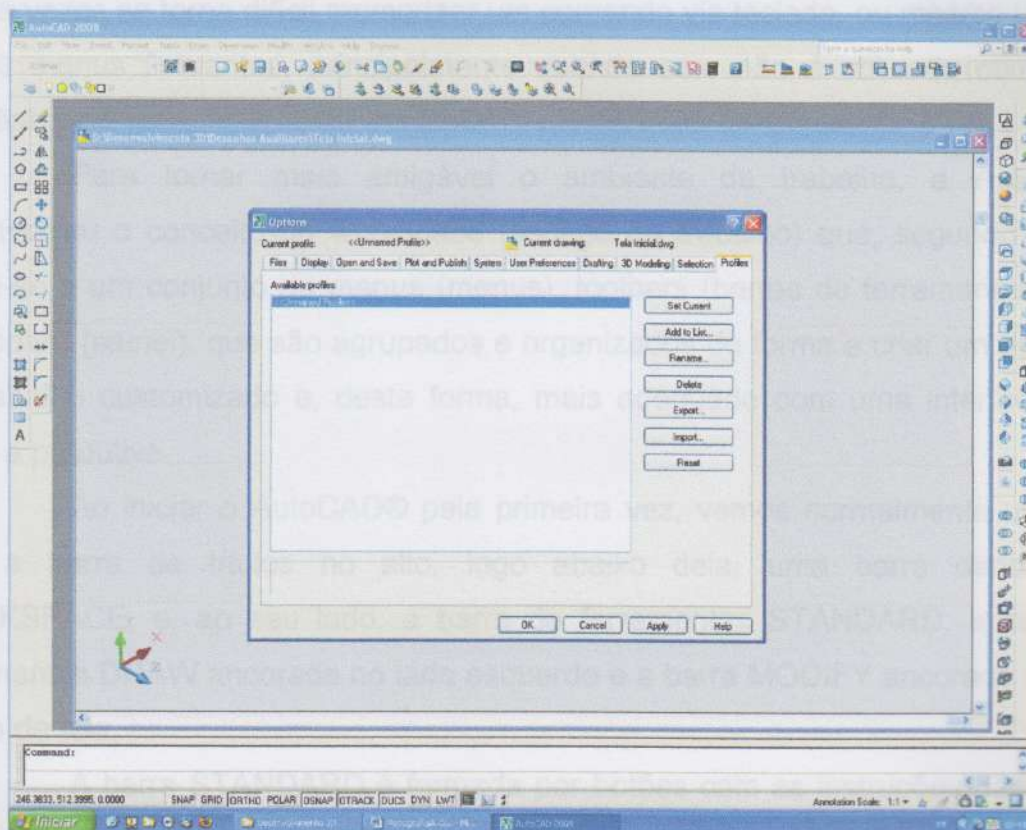


FIGURA 7 - Aba Profiles

Fonte: Elaboração Própria (2008)

4.1.2 Preparação da Área de Trabalho

O AutoCAD® é um editor gráfico extremamente flexível no que diz respeito à forma de trabalho e sua interação com o usuário. Existe a opção de se trabalhar com comandos através do teclado que são inseridos na Área de Comando ou Área de Prompt localizada na parte inferior esquerda da tela após a palavra "Command". Na parte superior da tela fica localizada a barra de títulos que apresenta as seguintes opções: File, Edit, View, Insert, Format, Tools, Draw, Dimension, Modify, Windows, Help e Express não necessariamente nessa ordem

uma vez que o AutoCAD® permite escolher e até ocultar esses títulos como se verá mais adiante.

Cada um dos títulos disponibiliza ao click do mouse esquerdo, um menu flutuante (menus pull-down) onde ficam ocultos, praticamente todos os comando do AutoCAD®. Existem ainda os chamados screen menus que, segundo Baldam, Costa (2008), eram utilizados com mais intensidade nas versões DOS.

Devido à grande quantidade de comandos disponíveis no AutoCAD®, muitas vezes se torna difícil memorizar um comando via teclado, ou mesmo localizá-lo nos menus flutuantes, principalmente quando este não é utilizado com muita frequência.

Para tornar mais amigável o ambiente de trabalho, a Autodesk® desenvolveu o conceito do workspace (espaço de trabalho) que, segundo Bugay, refere-se a um conjunto de menus (menus), toolbars (barras de ferramentas) e um dashboard (painel), que são agrupados e organizados de forma a criar um ambiente de trabalho customizado e, desta forma, mais adequado com uma interface mais limpa e produtiva.

Ao iniciar o AutoCAD® pela primeira vez, vemos normalmente uma tela com a barra de títulos no alto, logo abaixo dela, uma barra denominada WORKSPACE, e, ao seu lado, a barra de ferramentas STANDARD, a barra de ferramentas DRAW ancorada no lado esquerdo e a barra MODIFY ancorada no lado direito da tela.

A barra STANDARD é formada por botões com as instruções básicas do AutoCAD® e tem a aparência da maioria dos editores gráficos existentes no mercado com os quais podemos fazer uso dos comandos Salvar, Copiar, Colar e outros.

As barras DRAW e MODIFY, tem botões de comandos para desenho em 2D. Essas barras dispõem de botões bastante intuitivos que quando clicados, apresentam na Linha de Interface com o Usuário, todas as instruções ou solicitações de entrada de dados que nos guiam, ensinando-nos praticamente a desenhar.

No AutoCAD® todos os comandos são associados a botões que, por sua vez, pertencem a uma barra de ferramentas. Se clicarmos com o botão direito em qualquer local fora do ambiente gráfico, aparecerá uma pequena caixa de diálogo que na linha AUTOCAD® mostrará todas as 37 barras de ferramentas (toolbars) já pré-configuradas pelo programa. As que estão assinaladas com um ☒ são as que

acabamos de apresentar. Todas as vezes que se clica sobre uma barra de ferramentas desta caixa de diálogo, esta barra é aberta na tela ficando ali, disponível.

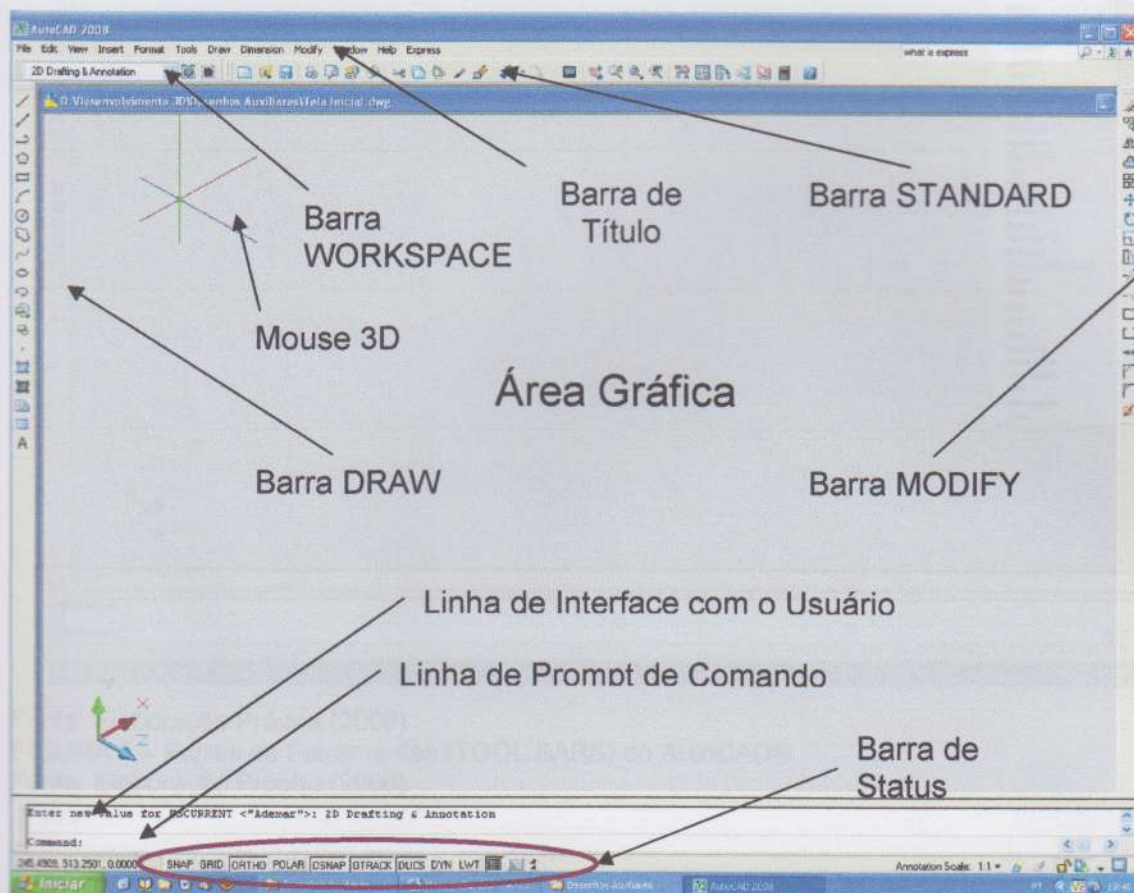
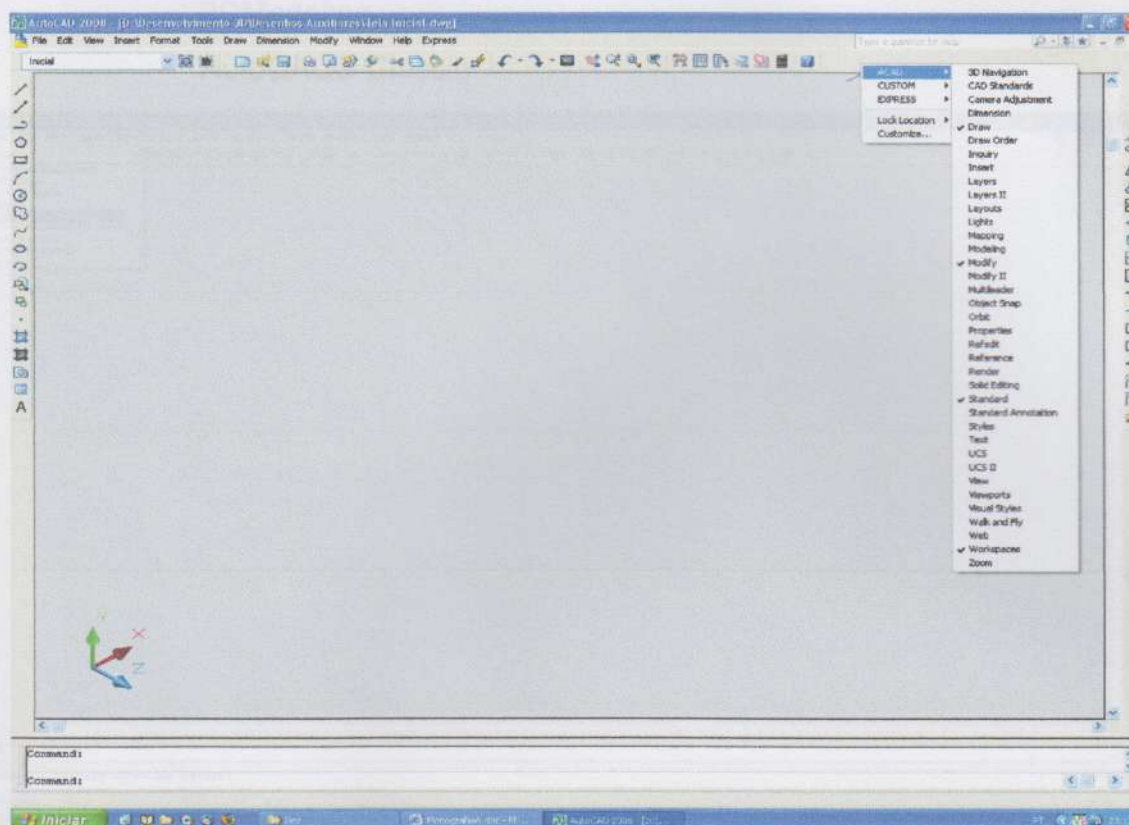


FIGURA 8 – Área de Trabalho de AutoCAD®

O conceito de Workspaces, implantado desde a versão 2007 do AutoCAD®, resolve estes problemas permitindo-nos customizar o ambiente de trabalho de acordo com nossas necessidades ou gosto. Assim, podemos configurar o ambiente de trabalho somente com as barras de tarefas, menus, paletas de ferramentas e janelas de aplicação que estivermos naquela etapa do projeto, adicionando ou removendo elementos à medida que forem se tornando necessários.

A barra de Ferramentas WORKSPACE está localizada na parte superior esquerda da tela e, inicialmente, apresenta três ambientes pré-definidos que podemos acessar através de ícone localizada na sua caixa.

— 2D Drafting & Annotation



Fonte: Elaboração Própria (2008)

FIGURA 9 – Barras de Ferramentas (TOOL BARS) do AutoCAD®

Fonte: Elaboração Própria (2008)

De acordo com Baldam, Costa (2008):

“O AutoCAD® fornece inúmeras ferramentas para desenho, porém essa imensidão de comandos pode ser um problema quando você tenta realizar tarefas específicas. Como um usuário novo, pode sentir-se subjugado pela enorme coleção de menus, barras de ferramentas, caixas de diálogo e paletas. Como usuário experiente, pode se sentir incomodado por ter que navegar ao longo de funcionalidades impróprias para o contexto no qual você está trabalhando”.

O conceito de Workspaces, implantado desde a versão 2007 do AutoCAD®, resolve estes problemas permitindo-nos customizar o ambiente de trabalho de acordo com nossas necessidades ou gosto. Assim, podemos configurar o ambiente de trabalho somente com as barras de tarefas, menus, paletas de ferramentas e janelas de aplicação que estejamos naquela etapa do projeto, adicionando ou removendo elementos à medida que forem se tornando necessários.

A barra de Ferramentas WORKSPACE está localizada na parte superior esquerda da tela e, inicialmente, apresenta três ambientes pré-definidos que podemos acessar através da seta localizada na sua caixa:

- 2D Drafting & Annotation

- 3DModeling
- AutoCAD® Classic

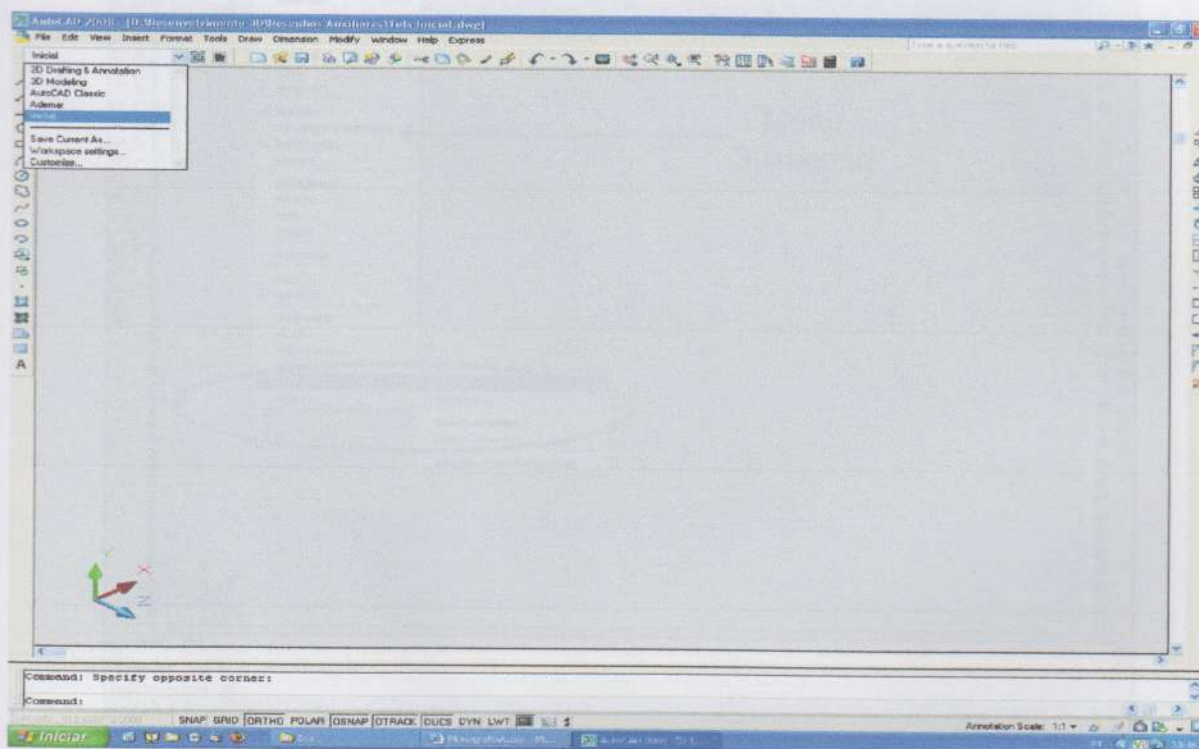


FIGURA 10 - Tela Inicial do AutoCAD®
 Fonte: Elaboração Própria (2008)

Cada um desses workspace é apresentado com uma série de toolbars predefinidas. Ainda segundo Bugay, é comum criar espaços de trabalho customizados à necessidade e/ou gosto de cada usuário. Essa customização pode ser alterada a qualquer momento que se queira. Por esse motivo, foi definido um espaço de trabalho com poucas barras de ferramentas, deixando os botões de comando gerais na parte superior da tela, as barras de ferramentas 2D no lado esquerdo e as de ferramentas 3D no lado direito e na parte superior, barras de ferramentas de comandos ou informações gerais.

Para customizar um espaço de trabalho no AutoCAD® existem diversos caminhos. Escolhe-se o caminho Tools > Workspace > Customize > Interface e clicando com o botão direito sobre Workspace criamos um novo espaço de trabalho, escolhendo na mesma tela de criação do workspace as barras que, a princípio, serão mais utilizadas, como uma segunda opção, clica-se com o botão direito do mouse e, escolhe-se no menu suspenso disponibilizado a opção ACAD que apresenta todas 37 barras de ferramentas pré- configuradas do AutoCAD®.

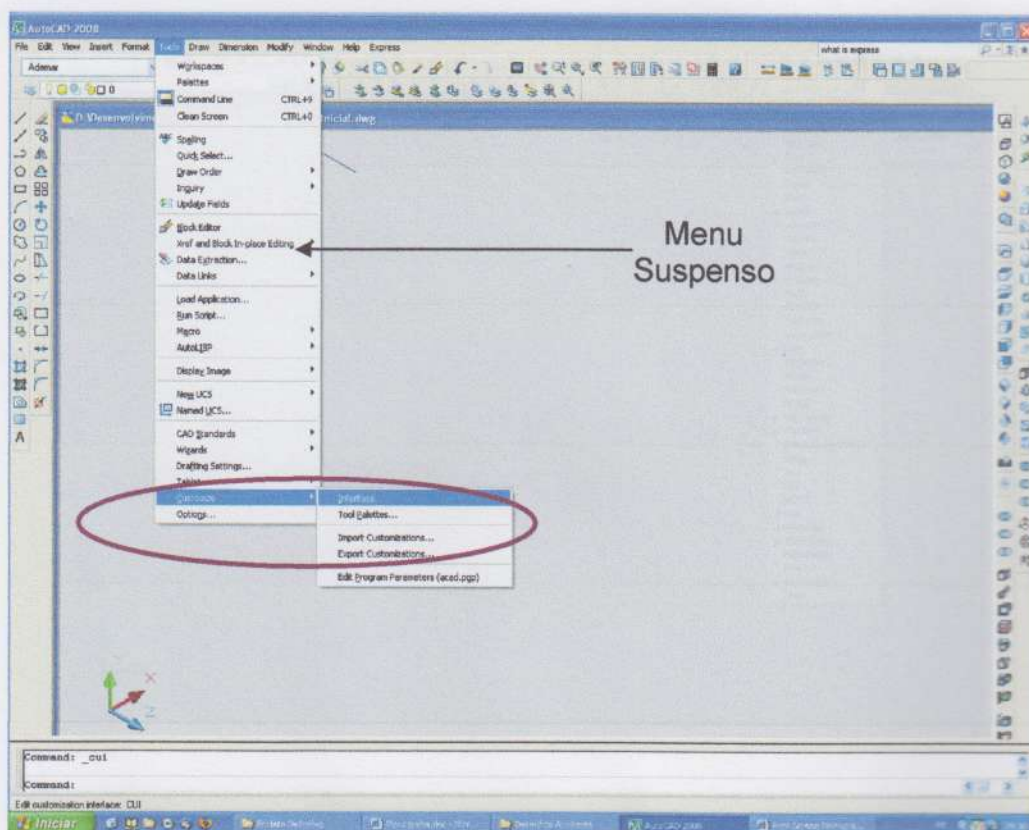


FIGURA 11 – Criando um novo Ambiente de Trabalho (WORKSPACE)
Fonte: Elaboração Própria (2008)

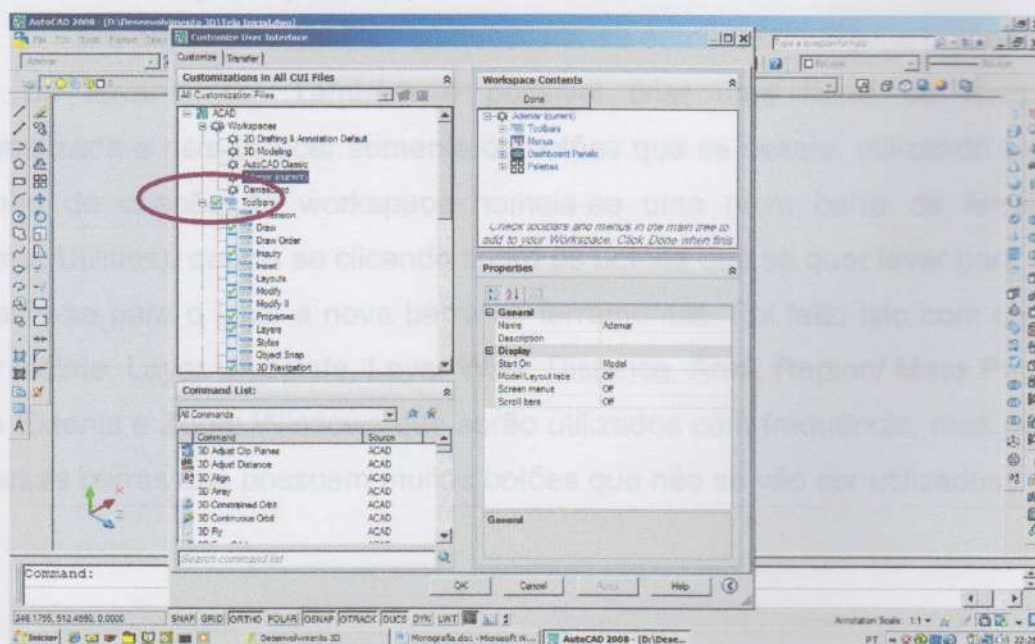


FIGURA 12 – Criando um novo Ambiente de Trabalho (WORKSPACE)
Fonte: Elaboração Própria (2008)

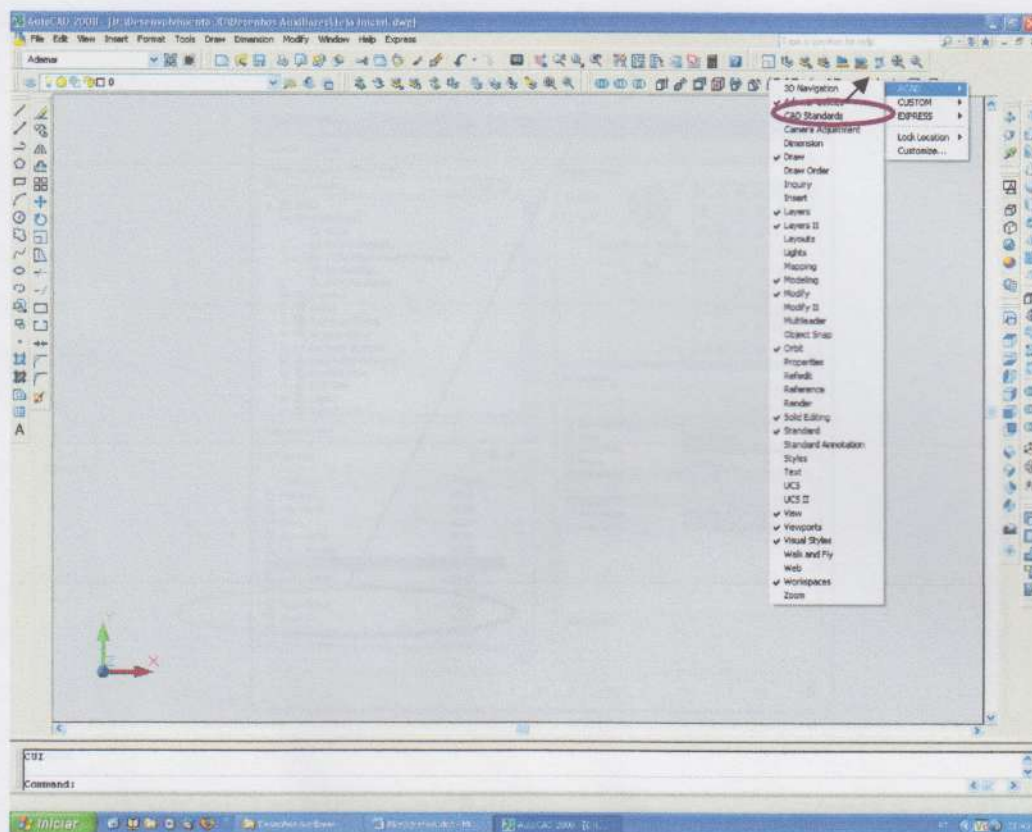


FIGURA 13 – Escolhendo Barras de Ferramentas
Fonte: Elaboração Própria (2008)

Em algumas ocasiões, só necessita-se somente de alguns botões de uma barra de ferramentas. Também é possível criar uma barra de ferramentas personalizada e nela colocar somente os botões que se deseje, utilizando o mesmo caminho de criação do workspace nomeia-se uma nova barra de ferramentas (Ademar Utilities), depois se clicando sobre os botões que se quer levar para a tela e o arrasta-se para o local a nova barra de ferramentas. Foi feito isto com os botões Layer Isolate, Layer Unisolate, Layer Walk, Distance, Área, Region/ Mass Properties, Zoom Extents e Zoom Windows que serão utilizados com frequência, mas pertencem a diversas barras que possuem muitos botões que não se vão ser utilizados..

O WCS indica a posição do objeto em relação aos eixos X, Y e Z. Toda vez que se começa um desenho, o AutoCAD define o ponto de coordenada (0,0,0) e a referência todos os objetos que se cria a esse ponto. No sistema WCS o ponto (0,0,0) é único para cada desenho.

O UCS, segundo Mathews, é na verdade uma série infinita de planos de trabalho que preenchem todas as três direções do espaço 3D-dimensional, embora se necessite de apenas um plano de trabalho. Isto permite a movimentação sobre

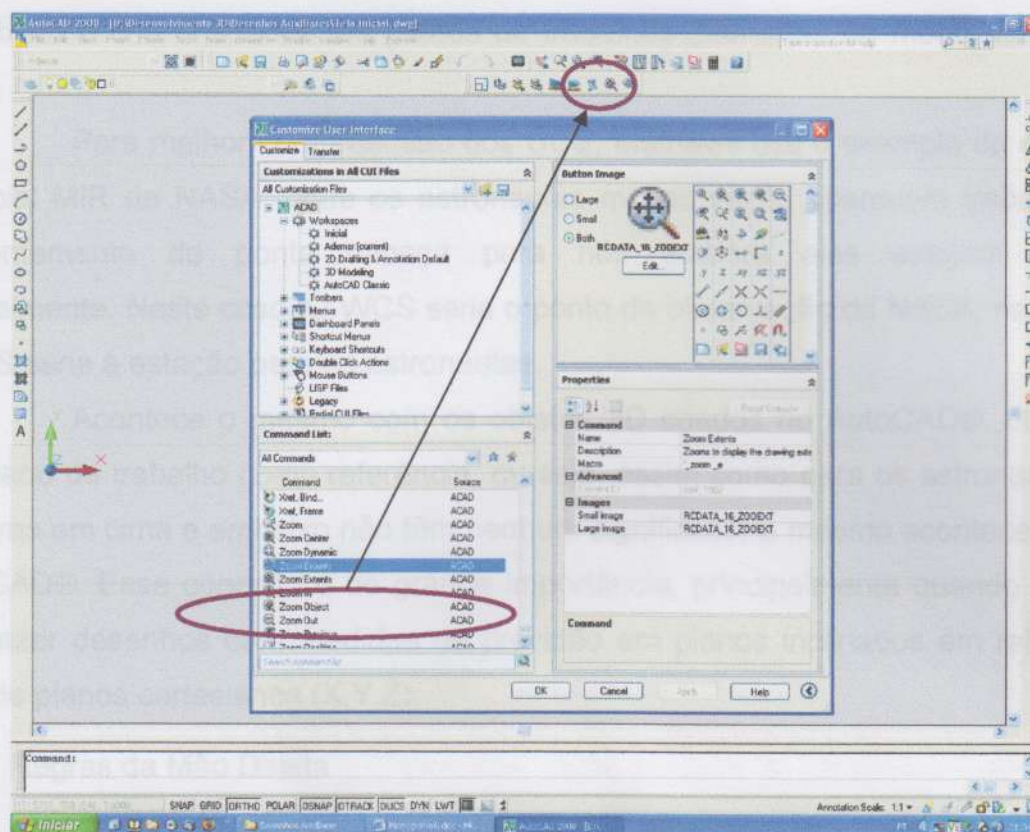


FIGURA 14 – Arrastando Botões para o WORKSPACE

Fonte: Elaboração Própria (2008)

Depois de configurado o espaço de trabalho, é conveniente que se ancore as barras nas posições mais convenientes evitando que por engano sejam deslocadas para locais indesejados. Para isso, clica-se com o botão direito em qualquer local fora da área gráfica e escolhendo o caminho Lock Location → Docked Toolbars do menu suspenso.

4.1.3 Coordenadas do AutoCAD®

O AutoCAD® trabalha com dois tipos de sistemas de coordenadas: o WCS (World Coordinate System) e o UCS (User Coordinate System).

O WCS indica a posição do objeto em relação aos eixos X,Y e Z. Toda vez que se começa um desenho, o AutoCAD® define o ponto de coordenada (0,0,0) e referencia todos os objetos que se cria a esse ponto. No sistema WCS o ponto (0, 0, 0) é único para cada desenho.

O UCS, segundo Mathews, é na verdade uma série infinitamente ampla de planos que preenchem todas as três direções do espaço tri-dimensional, embora se necessite de apenas um plano de trabalho. Isto permite a movimentação sobre

um objeto e cria entidades em planos de trabalhos diferentes do modo normal do WCS.

Para melhor compreensão dos UCS, Mathews cita o exemplo da estação espacial MIR da NASA, onde os astronautas muitas vezes aparecem trabalhando aparentemente de ponta cabeça para nós embora eles estejam agindo normalmente. Neste caso, O WCS seria o ponto de observação da NASA, na terra e o UCS seria a estação para os astronautas.

Acontece o mesmo com os objetos 3D criados no AutoCAD®, utiliza-se um plano de trabalho como referência, ou seja, assim como para os astronautas as palavras em cima e embaixo não têm nenhum significado, o mesmo acontece para o AutoCAD®. Esse conceito é de grande importância, principalmente quando se tem que fazer desenhos com medidas de precisão em planos inclinados em relação a um dos planos cartesianos (X,Y,Z).

4.1.4 Regras da Mão Direita

O AutoCAD® tem seu critério próprio para definir o sentido positivo tanto de translações como de rotações no espaço 3D. Para tanto, ele adota os sentidos positivos, os determinados pelas regras da mão direita.

Assim, basta o usuário imaginar sua mão direita com os dedos: indicador e polegar, sobre os eixos X e Y para termos o dedo médio apontando para o sentido positivo do eixo Z. No caso de rotações, apontamos com o polegar para o sentido do eixo e os outros dedos nos darão o sentido positivo da rotação.



FIGURA 15 - Regras da Mão Direita
Fonte: Gobbi (1994 p. 349)

4.1.5 Funções de Precisão do AutoCAD®

O AutoCAD® concentra os comandos básicos de precisão na Barra de Status localizada na parte inferior da tela. Seus botões podem ser ligados ou desligados a qualquer momento com um simples clique do mouse sobre eles e desempenham as seguintes funções:

- **Função SNAP:** permite um deslocamento do cursor na tela seja feito de forma incremental. Por exemplo: num projeto cuja unidade de referência seja milímetro não faz muito sentido que o cursor fique parado na posição 283.65, 325,41. Assim, se o botão SNAP estiver “ligado”, o cursor ficará em 283.00, 325.00.
- **Função GRID:** deixa a área de trabalho com o aspecto de um desenho feito numa folha de papel quadriculado. A grade quadriculada (grid) nos ajuda a ter noção do tamanho dos objetos e seus lados podem ter qualquer dimensão, inclusive coincidir com o incremento da função SNAP. Para configurar as funções SNAP ou GRID, basta clicarmos com o botão direito do mouse sobre um dos dois botões e escolher settings.

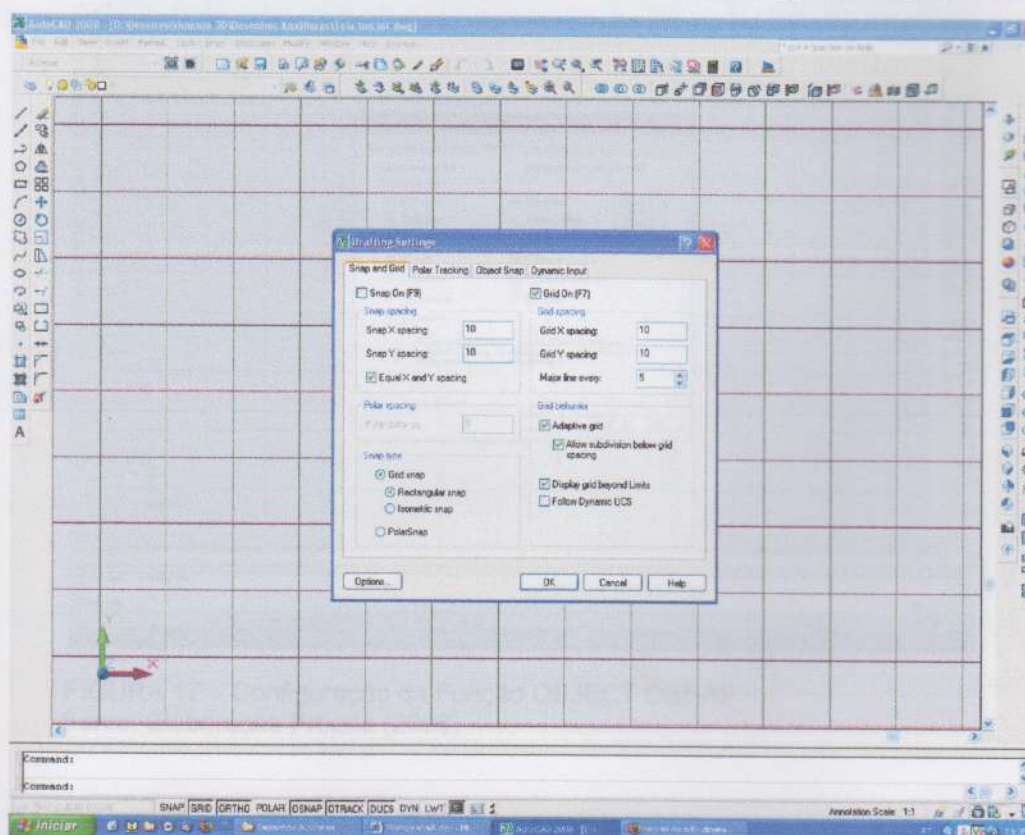


FIGURA 16 - Configurando a Barra de Status
Fonte: Elaboração Própria (2008)

- **Função ORTHO:** aciona o modo ortogonal. Quando habilitada, o cursor só se desloca na vertical ou na horizontal. É muito utilizada nos desenhos arquitetônicos.
- **Função POLAR:** liga / desliga o modo polar do Autotrack. Quando ligada, ao deslocarmos o mouse na solicitação de um ponto, atrai o cursor para o ângulo notável que estiver configurado.
- **Função OSNAP:** talvez a função mais importante para os desenhos de precisão. O AutoCAD® tem um sistema de sinalização “magnética” que atrai o cursor do mouse para pontos notáveis dos objetos, sempre que o se aproximar desse ponto notável. Também se configura os pontos notáveis que se quer que sejam “magnetizados”. Ao clique do botão direito sobre a aba OSNAP, pode-se escolher ligar ou desligar a função OSNAP ou, escolhendo-se a opção Settings, configuram-se quais pontos notáveis se quer que o AutoCAD® detecte.

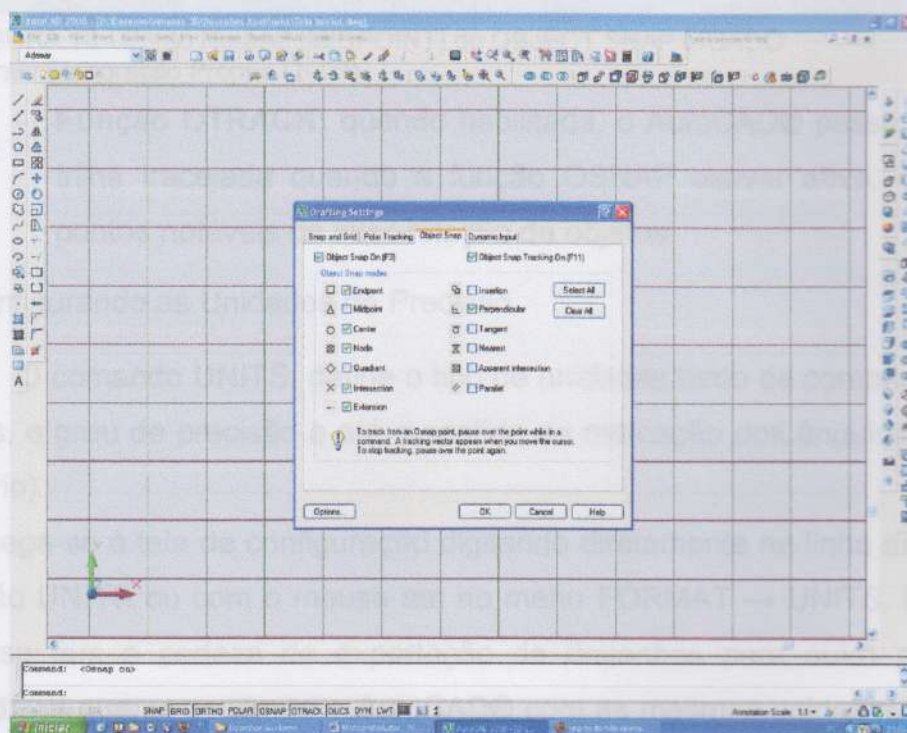


FIGURA 17 – Configuração da Função OBJECT OSNAP
Fonte: Elaboração Própria (2008)

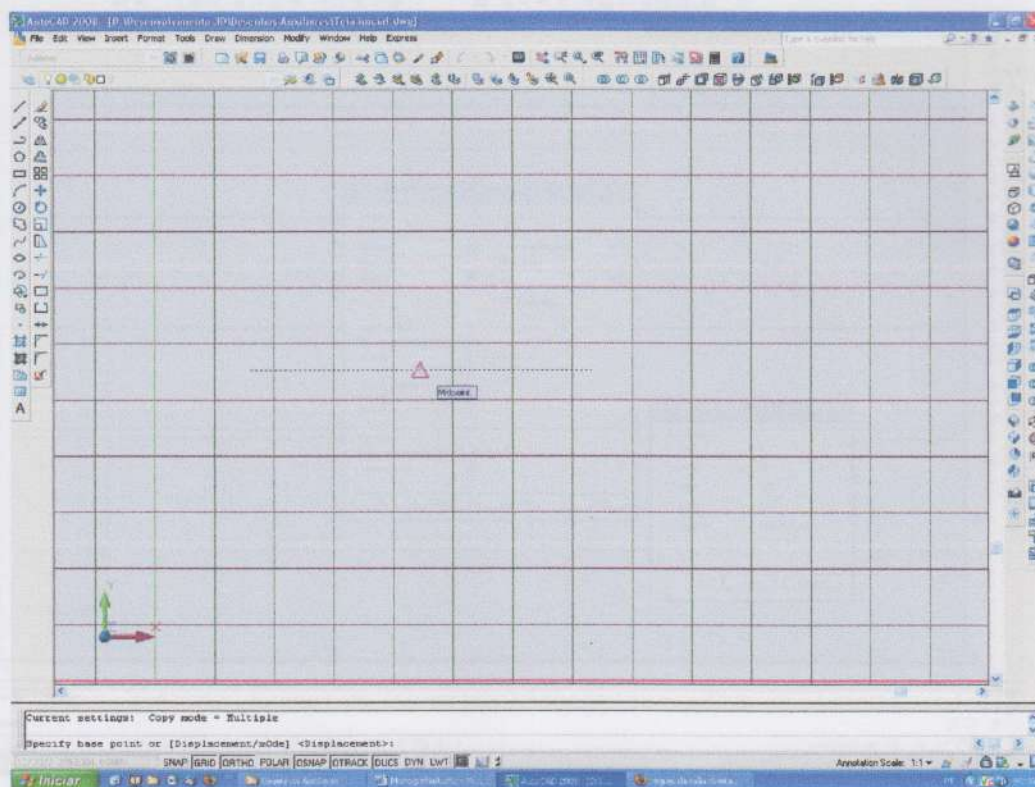


FIGURA 18 - Ponto Notável (MIDPOINT) do OBJECT SNAP LIGADO
Fonte: Elaboração Própria (2008)

- **Função OTRACK:** quando habilitada, o AutoCAD® passa a usar uma trilha tracejada quando a função OSNAP estiver ativa, colhendo os pontos notáveis da inter-relação de objetos.

4.1.6 Configurando as Unidades de Precisão

O comando UNITS, define o tipo de unidades tanto de comprimento como angulares, o grau de precisão e até o sentido de marcação dos ângulos (horário ou anti-horário).

Chega-se à tela de configuração digitando diretamente na linha de comandos a instrução UNITS ou com o mouse em no menu FORMAT → UNITS. Em projetos em que se tem a certeza da exportação de desenhos para outro programa, é recomendável que se configure o AutoCAD® com as mesmas unidades que o outro programa vai trabalhar para não termos escalas diferentes num mesmo desenho.

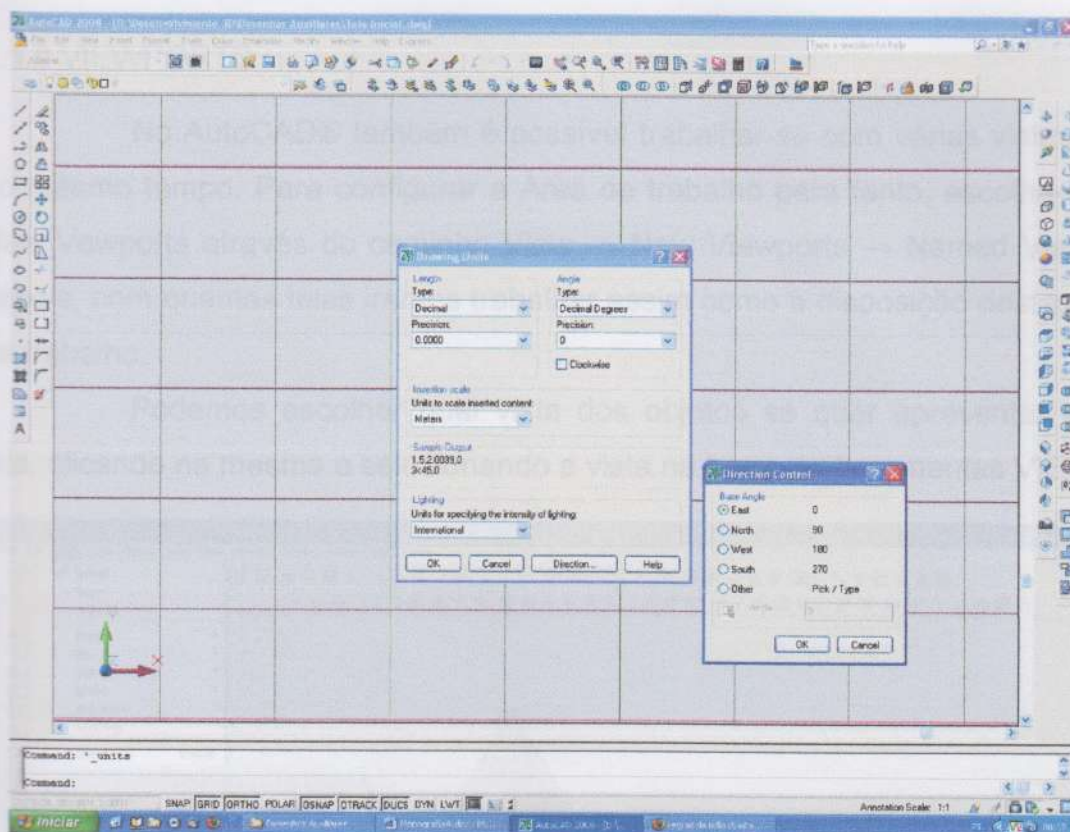


FIGURA 19 – Configurando UNITS
Fonte: Elaboração Própria (2008)

4.1.7 Utilização do Mouse

O mouse tem uma função primordial nos desenhos feitos no AutoCAD®. Com o botão direito, mesmo sem nenhuma instrução passada, pode-se selecionar qualquer objeto que esteja na área de trabalho.

Esse botão, quando configurado pode exercer diversas funções que economizam muito tempo de desenho. Uma das configurações mais adotadas é fazer com que o programa repita o último comando quando acionado o botão direito e não houver nenhuma operação em andamento ou, caso contrário, ao fim de uma operação, substituir o comando ENTER.

O botão central (Track Ball) quando existente é também de enorme utilidade, pois aciona o comando ZOOM, focalizado no local onde o mouse estiver parado. Esse mesmo botão quando pressionado, mostra uma pequena mão que é o sinal de habilitação do comando Pan Realtime 3D que permite que se mova todo o desenho em qualquer direção, permitindo inclusive que objetos que estavam fora do campo de visão da tela passem a ser vistos.

4.1.8 VIEWPORTS

No AutoCAD® também é possível trabalhar-se com várias vistas na tela, ao mesmo tempo. Para configurar a Área de trabalho para tanto, escolhe-se a tela New Viewports através do caminho View → New Viewports → Named Viewports e depois, com quantas telas iremos trabalhar assim como a disposição destas na área de trabalho.

Podemos escolher qual vista dos objetos se quer apresentar em cada tela, clicando na mesma e selecionando a vista na barra de ferramentas VIEW.

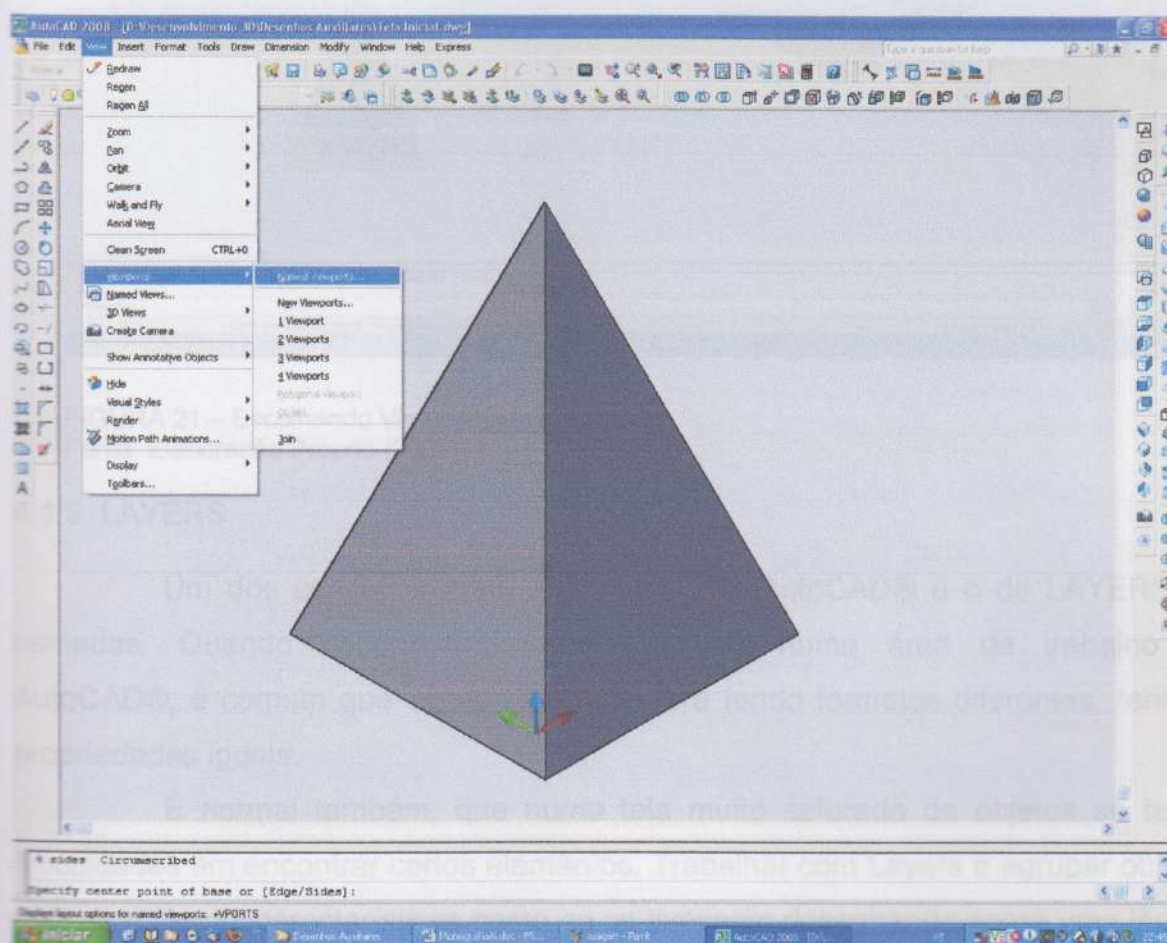


FIGURA 20 – Configurando VIEWPORTS
Fonte: Elaboração Própria (2008)

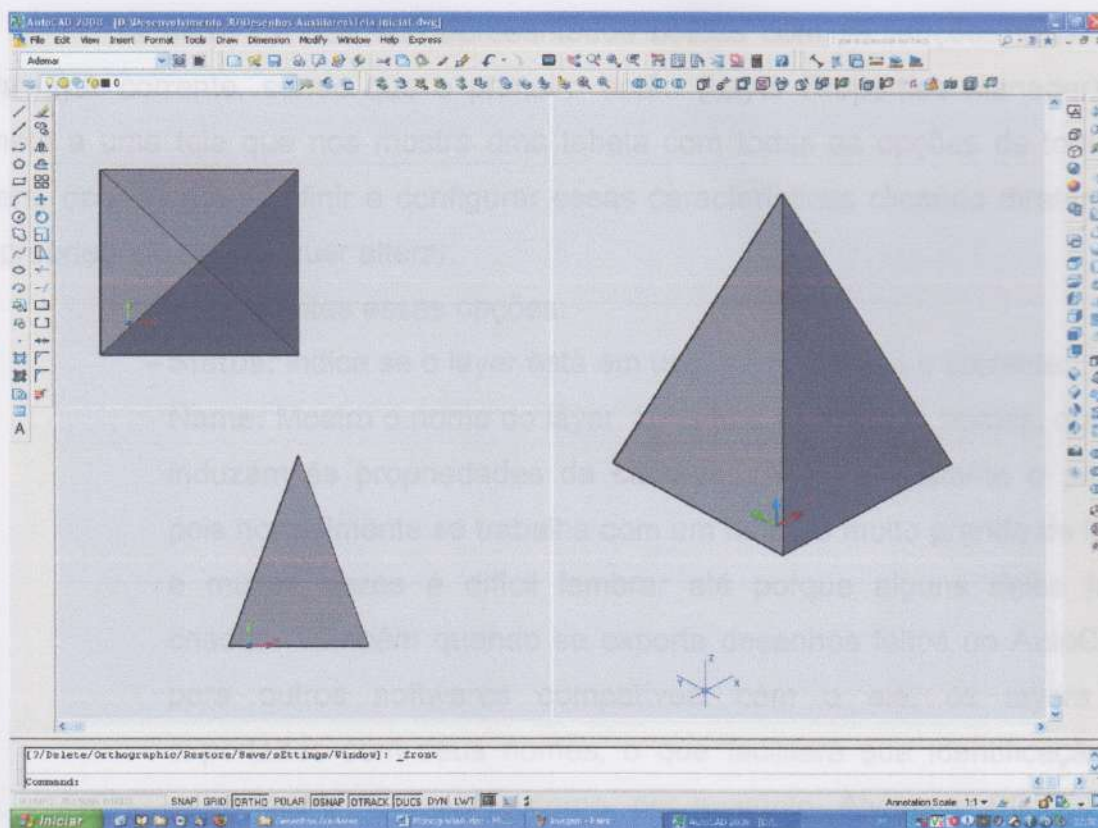


FIGURA 21 – Escolhendo Vistas Múltiplas
Fonte: Elaboração Própria (2008)

4.1.9 LAYERS

Um dos conceitos mais importantes do AutoCAD® é o de LAYERS ou camadas. Quando desenhamos vários objetos numa área de trabalho do AutoCAD®, é comum que vários deles, embora tendo formatos diferentes, tenham propriedades iguais.

É normal também, que numa tela muito saturada de objetos se tenha dificuldades em encontrar certos elementos. Trabalhar com Layers é agrupar objetos com as mesmas características como se os tivessem desenhando sobre uma lâmina de vidro transparente. Assim, se colocarmos várias lâminas superpostas, ter-se-ia o aspecto do desenho como se ele tivesse sido concebido num único plano.

No entanto, quando se quer trabalhar com uma única categoria, basta isolar a lâmina em que o objeto foi criado e promovermos as alterações necessárias. Quando se inicia um desenho, o layer habilitado como corrente é o layer "0". Caso não se defina outro, todos os objetos que criarmos terão as mesmas características desse layer. O AutoCAD® dedica duas barras de ferramentas aos layers: A barra LAYER e a LAYER II.

Na barra LAYER são apresentados botões com as funções habilitadas para layer corrente, sendo que o primeiro botão (Layer Properties Manager) nos remete a uma tela que nos mostra uma tabela com todas as opções de todos os layers, onde se pode definir e configurar essas características clicando diretamente na propriedade que se quer alterar.

São as seguintes essas opções:

- **Status:** indica se o layer está em uso, vazio ou se é o corrente.
- **Name:** Mostra o nome do layer. Uma boa escolha de nomes, que nos induzam às propriedades da camada, facilitará bastante o projeto, pois normalmente se trabalha com um número muito grande de layers e muitas vezes é difícil lembrar até porque alguns deles foram criados. Também quando se exporta desenhos feitos no AutoCAD® para outros softwares compatíveis com o ele, os layers são exportados com seus nomes, o que facilitará sua identificação “do outro lado”. Um nome como, por exemplo, Alvenaria PD 268 nos induz a imaginar todas as paredes do projeto cujas alturas (pés direitos) sejam 2.68 m.
- **On:** torna visíveis ou invisíveis todos os objetos do layer selecionado. O AutoCAD® processa e regenera os objetos desse layer, porém os deixa invisíveis.
- **Freeze:** congela ou descongela todos os objetos do layer em todas viewports. O AutoCAD® não processa os objetos congelados.
- **Lock:** bloqueia os objetos do layer não permitindo nenhum tipo de alteração.
- **Color:** permite selecionar a cor com a qual os objetos desse layer se apresentarão na tela.
- **Linetype:** seleciona o tipo de linha que o objeto se apresentará na tela. Contínua, tracejada (dot), etc.
- **Lineweight:** define a espessura da linha do layer.
- **Plot Style:** nome do estilo de plotagem associado ao layer.
- **Plot:** informa se o layer será plotado ou não.
- **Description:** aceita que se faça uma descrição do layer.

É também nessa tela que se ativa o botão New Layer para criação de novos layers.

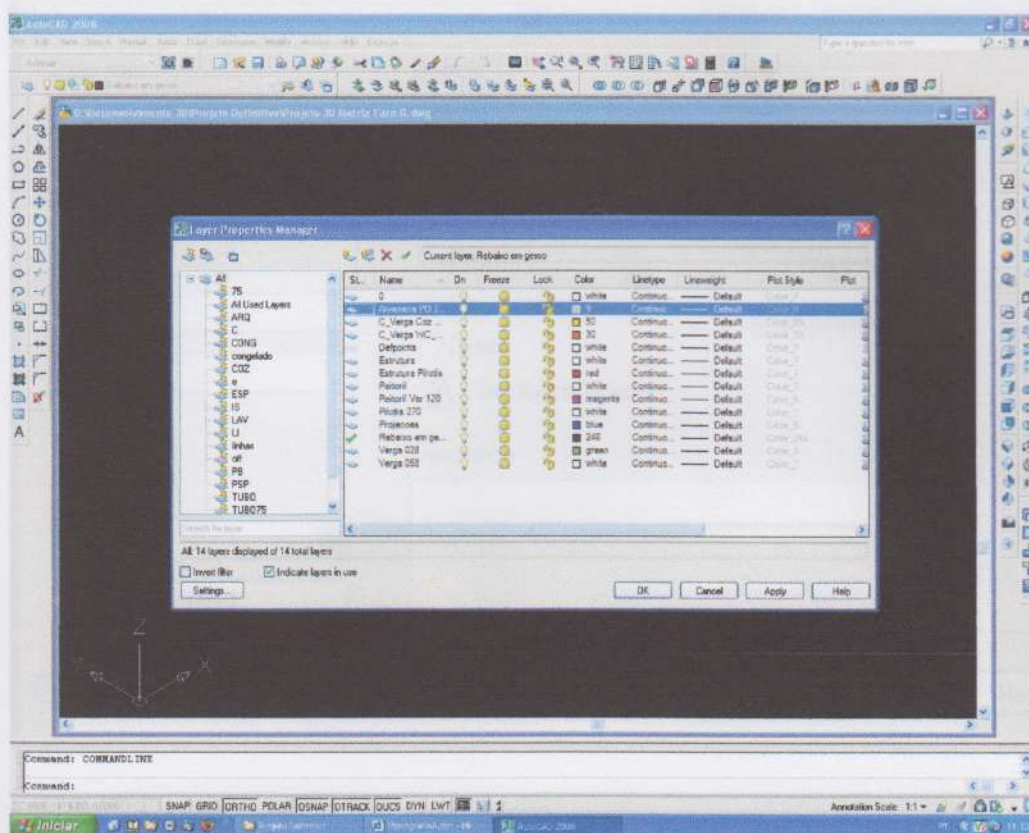


FIGURA 22 - Tela LAYER PROPERTIES MANAGER

Fonte: Elaboração Própria (2008)

4.1.10 Blocos

O AutoCAD® permite agrupar um conjunto de objetos numa só entidade denominada BLOCO. Criamos um bloco através do comando BLOCK, seguindo o caminho DRAW → BLOCK → MAKE ou clicando o botão MAKE BLOCK da barra de ferramentas DRAW. Apresenta-se em seguida um quadro onde normalmente se configura o seguinte

4.1.11 Painel Dashboard

A partir da versão 2007, o AutoCAD® vem com a opção do painel DASHBOARD onde estão agrupadas as ferramentas mais utilizadas em modelagem. Ele agrupa os botões de comandos nas seguintes faixas de ferramentas: 3D Draw, 3D Make, 3D Navigate, Lights, Annotation Scaling, Text, Dimensions, Multileaders, Tables, 3D Navigate, Object Properties, Block Properties.

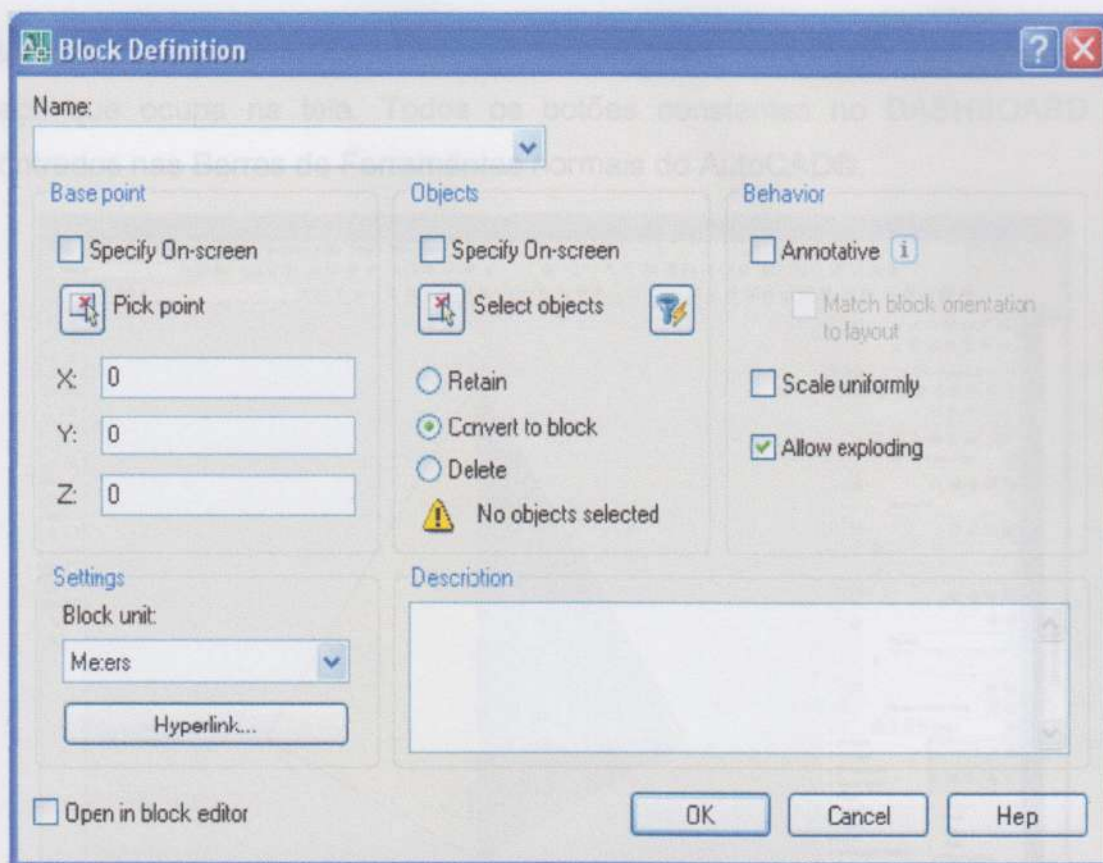


FIGURA 23 – Criando e Nomeando um Bloco

Fonte: Elaboração Própria (2008)

- **NAME:** o AutoCAD® exige que se nomeie cada bloco. Não pode haver espaços no nome, nem caracteres especiais.
- **BASE POINT:** clica-se no botão Pick point e depois no ponto do desenho que se quer que sirva de referência quando se for copiar ou mover esse bloco para outro ponto do desenho.
- **OBJECTS:** clica-se no botão Select objects e depois seleciona-se no desenho, todos os objetos que irão fazer parte desse bloco.
- **SETTINGS:** é importante verificarmos se a unidade da caixa Block unit está compatível com a configuração feita no UNITS. Normalmente deixamos os outros quadros com a configuração original do AutoCAD®.

4.1.11 Painel Dashboard

A partir da versão 2007, o AutoCAD® vem com a opção do painel DASHBOARD onde estão agrupados as ferramentas mais utilizadas em modelagem. Ele agrupa os botões de comandos nas seguintes faixas de afinidades: 3D Draw, 3D Make, 3DNavigate, Lighs, Annotation Scaling, Text, Dimensions, Multileaders, Tables, 3D Navigate, Object Properties, Block Properties.

Cada faixa pode ser incluída ou não no DASHBOARD, cujo maior inconveniente é o espaço que ocupa na tela. Todos os botões constantes no DASHBOARD são encontrados nas Barras de Ferramentas normais do AutoCAD®.

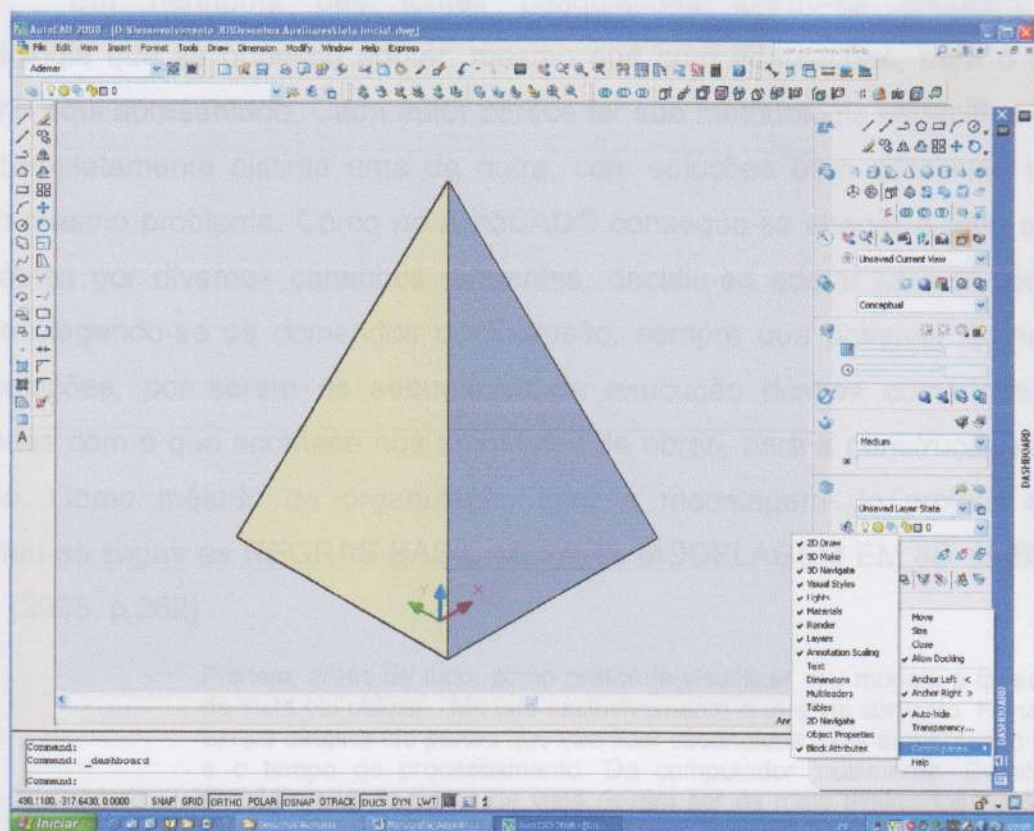


FIGURA 24 – Painel Dashboard.
Fonte: Elaboração Própria (2008)

5.2. MODELAGEM DE UM EDIFÍCIO

Existem várias formas para se desenvolver um projeto arquitetônico em 3D. A estratégia que se achou mais adequada para o caso presente foi partir-se das plantas baixas do projeto arquitetônico, já desenvolvidas pelo autor, e, por extrusão, montar-se não somente as paredes, mas outros elementos componentes do edifício tais como vigas, pilares, lajes e até mesmo as esquadrias.

5 METODOLOGIA

5.1 MODELAGEM EM 3D

Em nenhuma das fontes pesquisadas logrou-se encontrar uma metodologia que se pudesse adotar, mesmo que com adaptações, para o tipo de trabalho aqui apresentado. Cada autor parece ter sua metodologia específica e cada uma completamente distinta uma da outra, com soluções bem diferentes mesmo para o mesmo problema. Como no AutoCAD® consegue-se chegar a uma solução geométrica por diversos caminhos diferentes, decidiu-se adotar uma metodologia própria elegendo-se os comandos de Extrusão, sempre que possível, como base das soluções, por serem as sequências de execução desses comandos muito parecidas com o que acontece nos ambientes de obras, para a construção real dos objetos. Como método de organização para a modelagem do projeto em 3D escolheu-se seguir as REGRAS BÁSICAS PARA MODELAGEM EM 3D de Baldam, Costa (2008, p.262)

Planeje, antes de tudo, como pretende visualizar seu modelo e quais pontos de vista vai utilizar. Modele exclusivamente o que vai ser visto. Nunca perca tempo detalhando partes que vão ficar escondidas, pois aumentam o trabalho e o tempo de processamento. Do computador inutilmente. Detalhes que ficarão longe do ponto de vista devem ser os mais estilizados possível. De que adianta detalhar o que não será visto de perto?... Desmonte o modelo em quantas partes for possível. Um detalhe é mais fácil de modelar individualmente do que no conjunto inteiro. Faça o detalhe e depois o movimento para o lugar desejado, montando o modelo. Faça com que cada parte do seu modelo tenha uma cor (layer) diferente, pois facilita muito o entendimento. Procure trabalhar com mais de uma janela de visualização. Isso evita erros de montagem, pois o que aparece em determinado ponto de visão nem sempre é o correto. Algumas partes do modelo podem estar completamente soltas no espaço, mas do ponto de visão atual, tem-se a impressão de que estão na posição correta. Ao iniciar um trabalho, procure sempre trabalhar em um ponto de vista que não seja ortogonal, isto é, inicie com uma perspectiva. Procure montar o modelo de tal forma que sua base fique no WCS. Isto facilita a visualização.

5.2 MODELAGEM DE UM EDIFÍCIO

Existem várias formas para se desenvolver um projeto arquitetônico em 3D. A estratégia que se achou mais adequada para o caso presente foi partir-se das plantas baixas do projeto arquitetônico, já desenvolvidas pela autora do projeto, e, por extrusão montar-se não somente as paredes, mas outros elementos componentes do edifício tais como vigas, pilares, lajes e até mesmo as esquadrias.

ferramentas ou seguir um caminho através da barra de menus e seus menus suspensos. Com exceção da primeira opção, as outras são bastante intuitivas. Por isso, para não se perder a linha de raciocínio interrompendo a descrição de uma execução a cada instante para explicar como executar uma instrução, resolveu-se apenas citar o comando e para que ele fosse e, apenas eventualmente, apresentar o caminho de utilização.

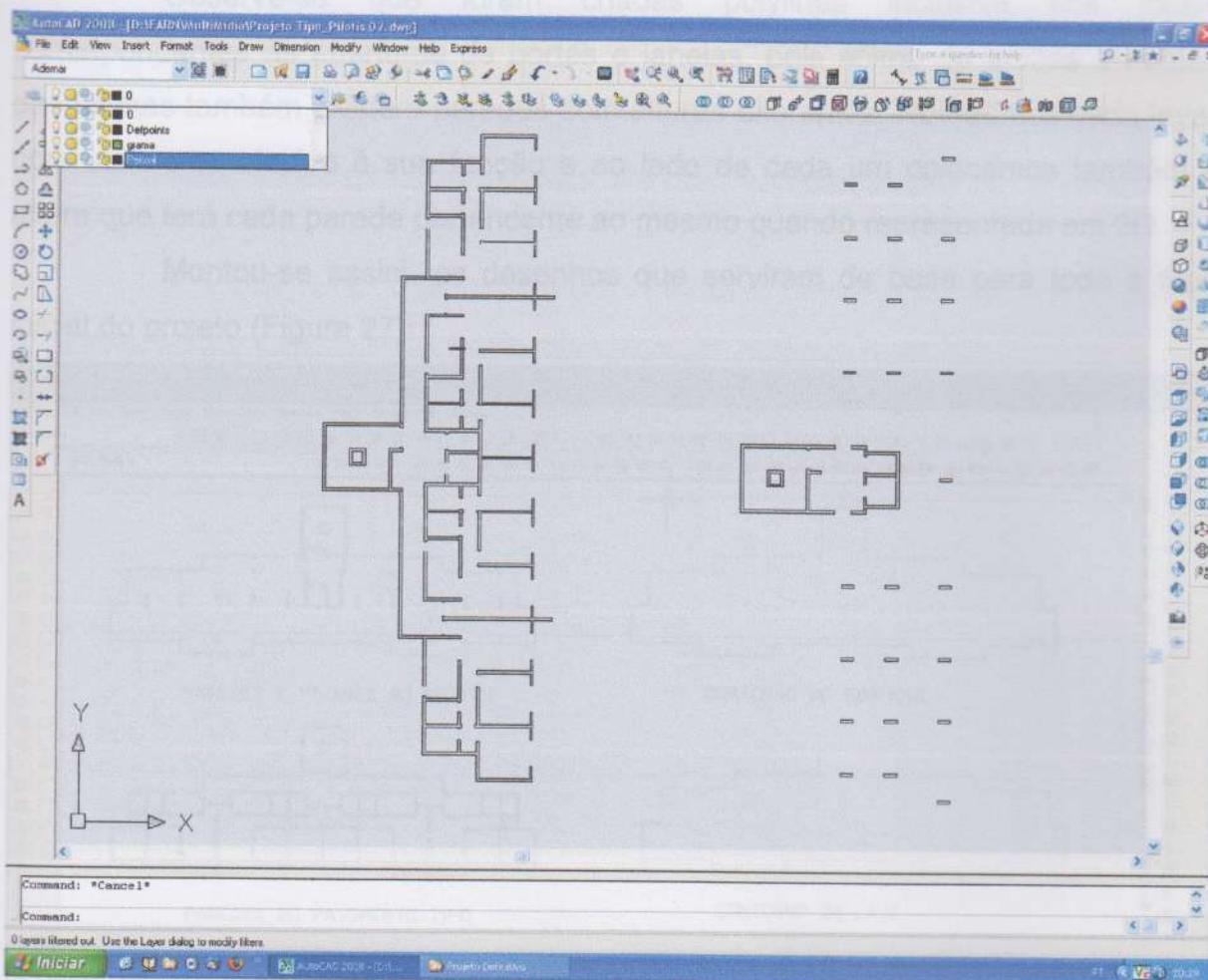


FIGURA 26 - "ESQUELETO" DO PROJETO
Fonte: Elaboração Própria (2008)

FIGURA 27 - Descrição Base para Estuário
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6 DESENVOLVIMENTO

A partir dessas duas plantas (Figura 26), inicia-se o projeto, separando-se em layers distintos, as paredes com a mesma altura. Como o projeto original não foi pensado para o trabalho que se vai fazer, preferiu-se refazer todo o contorno das paredes utilizando o comando POLYLINE ou em alguns casos, o comando PEDIT que converte em polylines várias retas adjacentes.

Observe-se que foram criadas polylines inclusive nos locais correspondentes às aberturas de portas e janelas, pois acima de ambas e abaixo das últimas também existem paredes com alturas diferentes. Nomeamos cada layer com um nome alusivo à sua função e ao lado de cada um colocamos também a altura que terá cada parede pertencente ao mesmo quando representada em 3D.

Montou-se assim, os desenhos que serviram de base para toda a fase inicial do projeto (Figura 27):

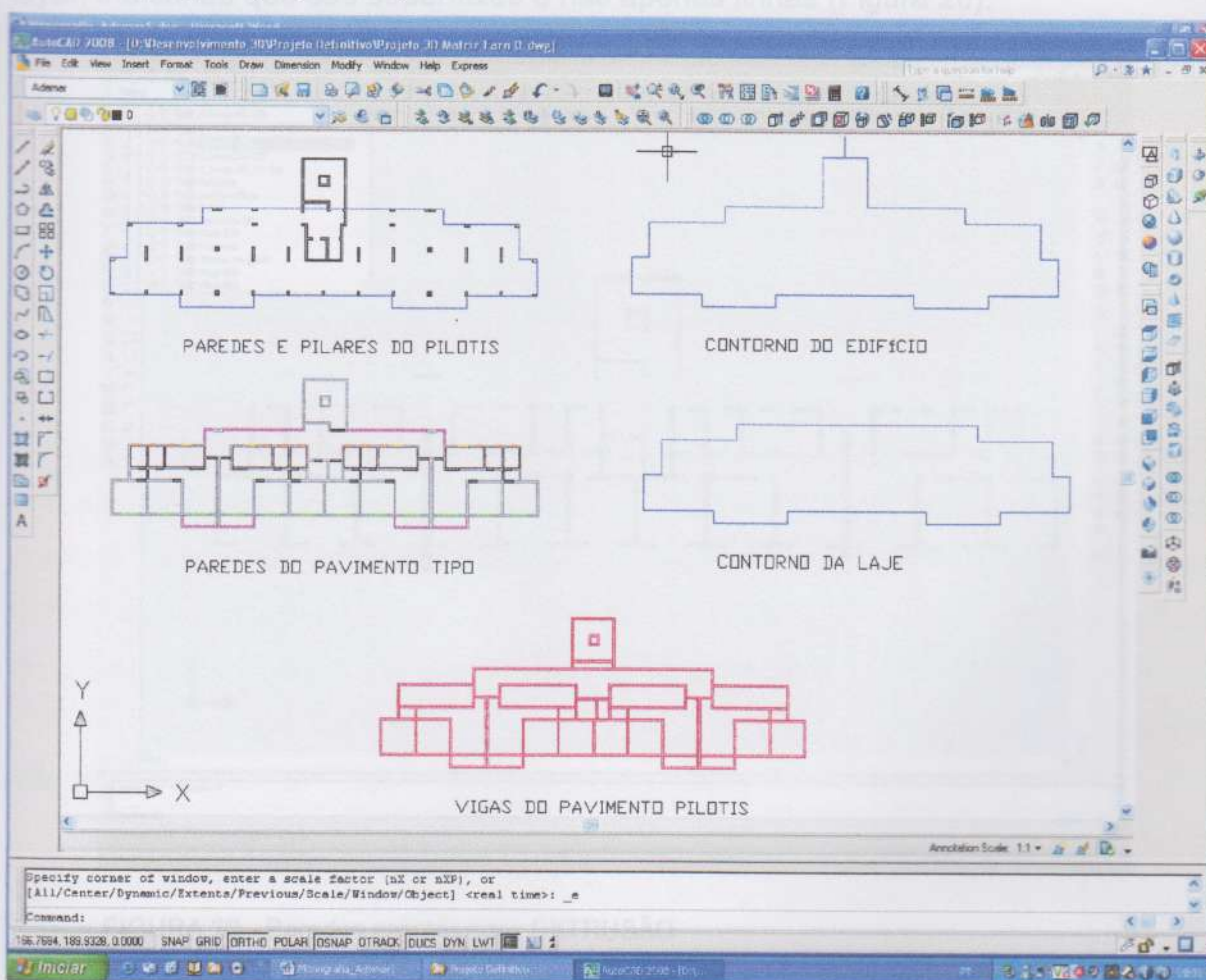


FIGURA 27 - Desenhos Base para Extrusões
Fonte: Elaboração Própria (2008)

Com essas matrizes, está pronto o material para montar quase todo o edifício. A partir deste ponto, se vai trabalhar com extrusão até praticamente o final da montagem.

6.1 EXTRUSÃO DOS ELEMENTOS

Como foram modelados objetos sólidos, seleciona-se o botão **CONCEPTUAL VISUAL STUDIO** da barra **VISUAL STYLES**. Este comando faz com que as faces dos sólidos ou superfícies criadas fiquem com o aspecto sombreado, mais fácil de se visualizar. Com o auxílio do botão **LAYER WALK** da barra **LAYER II**, isola-se apenas o elemento que se quer extrudar, na figura seguinte, as paredes do Pavimento Tipo com 2,68m de altura foram isoladas.

É interessante observar que as paredes ficam pintadas com a cor do layer, indicando que são superfícies e não apenas linhas (Figura 28).

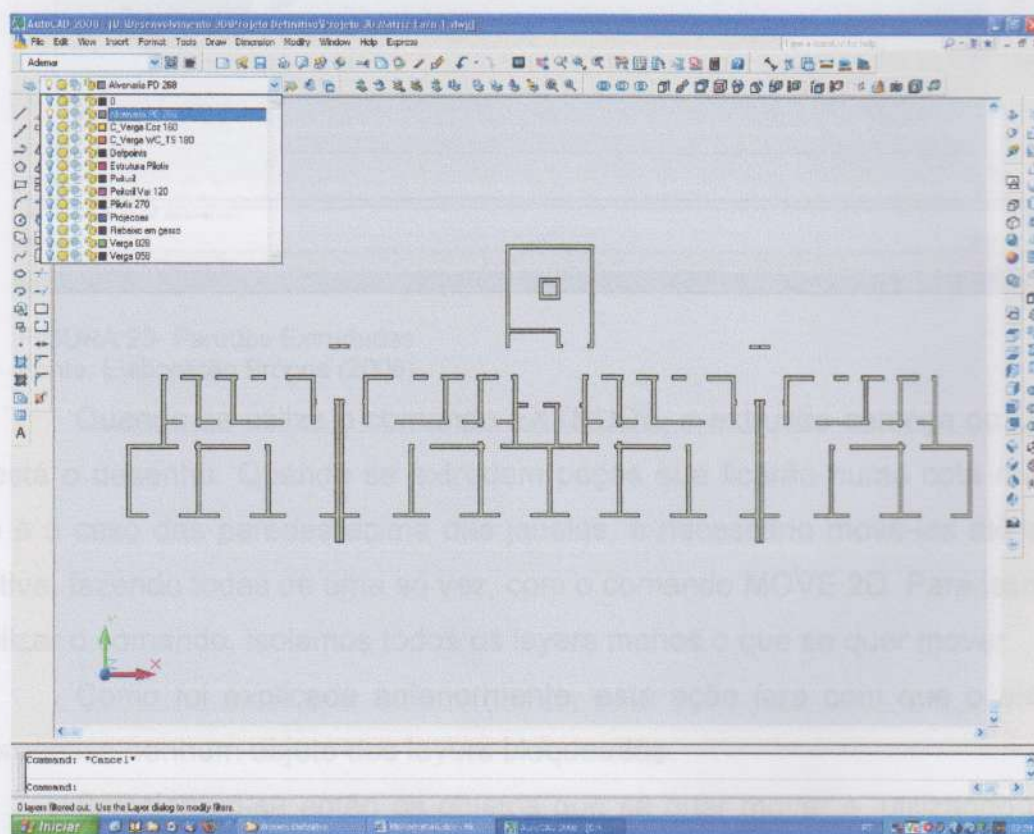


FIGURA 28 - Paredes prontas para EXTRUSÃO
Fonte: Elaboração Própria (2008)

Preparadas as paredes, seleciona-se uma visão em perspectiva para melhor observarmos o efeito da extrusão no desenho.

Em seguida, clica-se no botão EXTRUDE da barra de ferramentas MODELING e à mudança do visor para o modo Seleção. Seleccionam-se todas as paredes de uma só vez. Depois se informa no prompt de comando a altura desejada (2,68 m) e têm-se todas as paredes extrudadas conforme mostra a Figura 29.

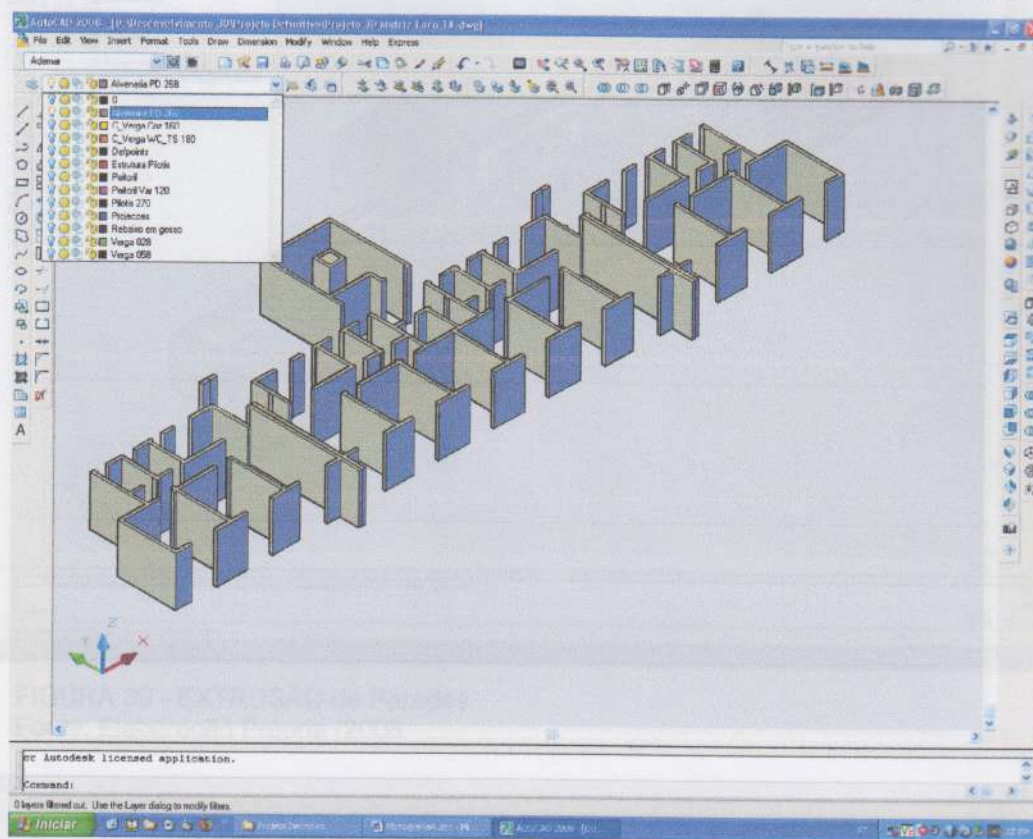


FIGURA 29- Paredes Extrudadas
Fonte: Elaboração Própria (2008)

Quando se utiliza o comando EXTRUDE, a extrusão começa do UCS em que está o desenho. Quando se extrudam peças que ficarão numa cota mais alta, como é o caso das paredes acima das janelas, é necessário movê-las até a altura definitiva, fazendo todas de uma só vez, com o comando MOVE 2D. Para isso, antes de utilizar o comando, isolamos todos os layers menos o que se quer mover.

Como foi explicada anteriormente, esta ação fará com que o programa não processe nenhum objeto dos layers bloqueados.

Selecionam-se então os objetos que se quer mover e, utilizando um dos pontos magnéticos ou informando a distância do deslocamento, colocam-se todos os objetos no seu lugar exato.

Fonte: Elaboração Própria (2008)

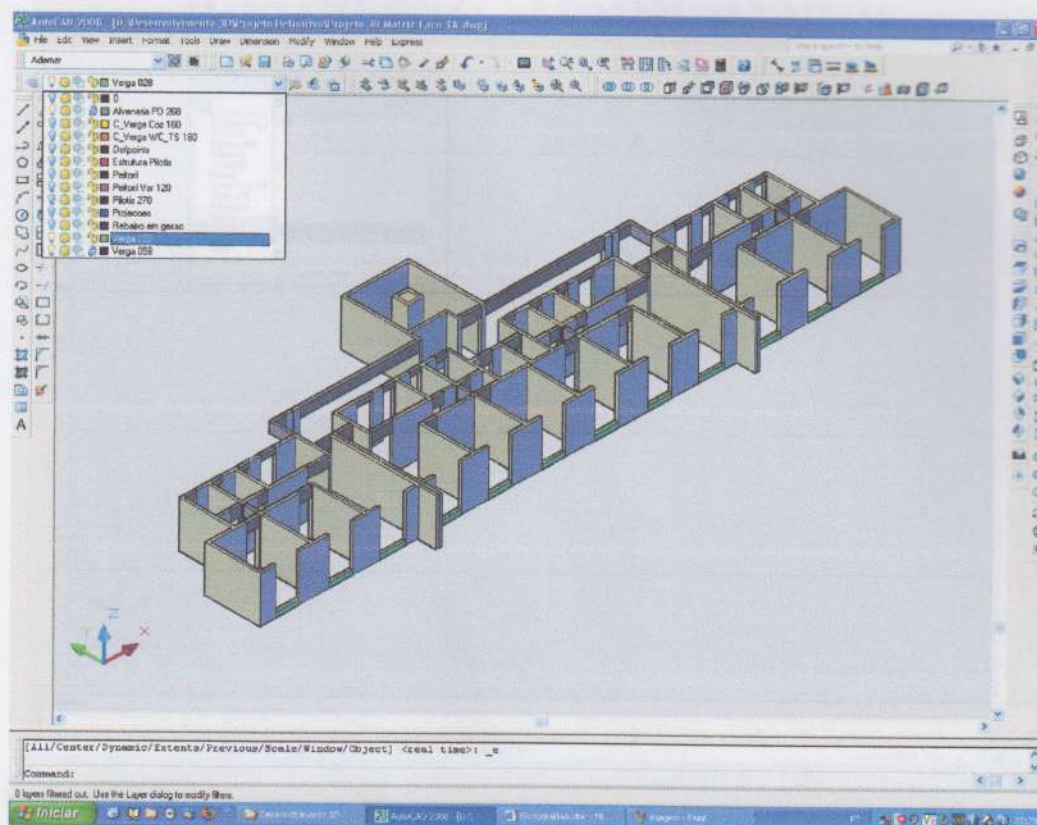


FIGURA 30 - EXTRUSÃO de Paredes
Fonte: Elaboração Própria (2008)

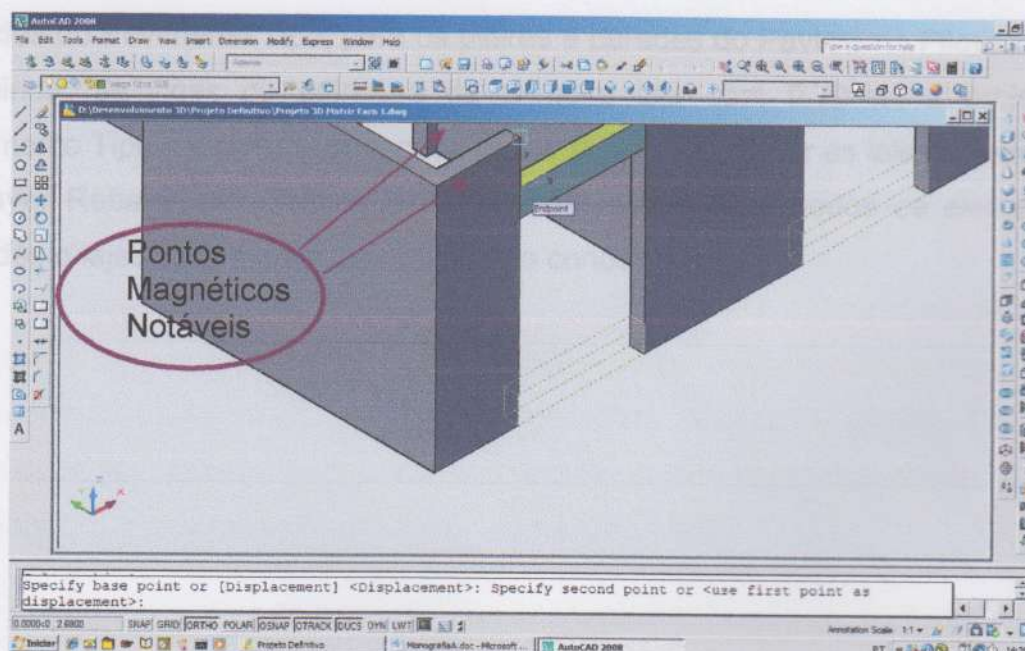


FIGURA 31 – Movendo Objetos de um LAYER
Fonte: Elaboração Própria (2008)

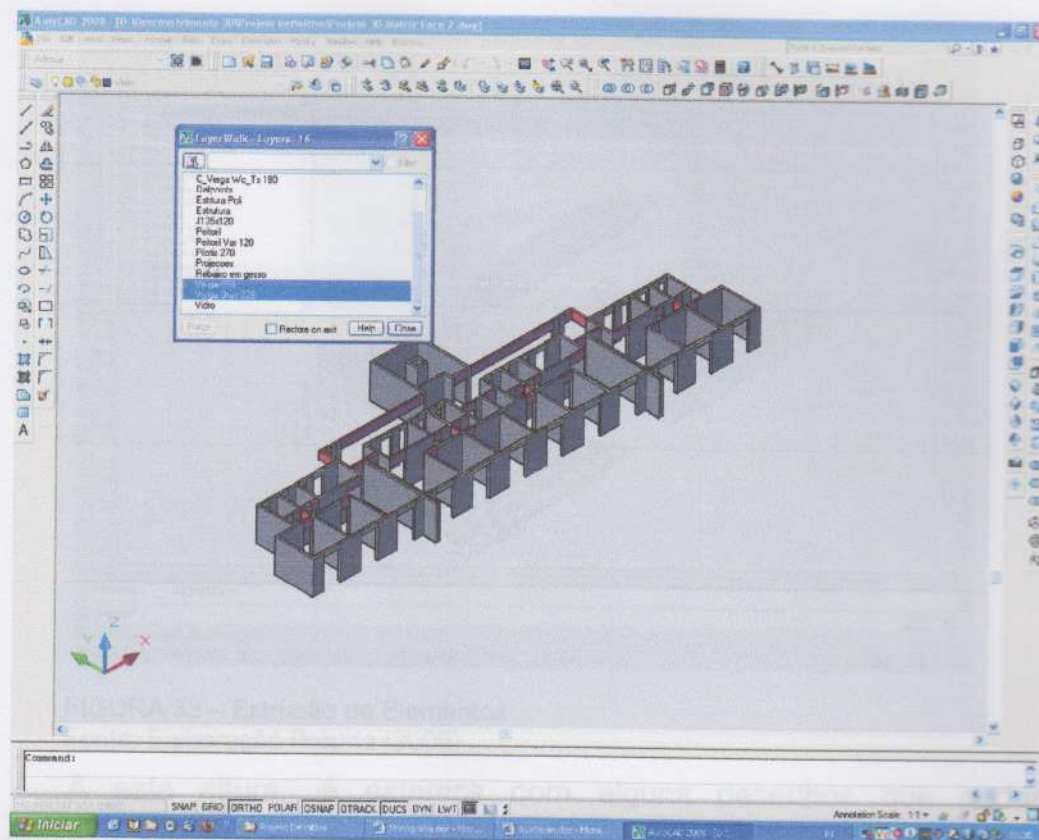


FIGURA 32 - EXTRUSÃO de Paredes

Fonte: Elaboração Própria (2008)

Usando os mesmos procedimentos acima, extruda-se o restante das paredes do Pavimento Tipo, para os pilares e paredes do Pavimento Pilotis. Extruda-se ainda, as vigas da estrutura da primeira laje com 0,70 m, a projeção do Pavimento Tipo e a tampa da escada com 0.08 m para definir as lajes, os elementos do layer Rebaixo em Gesso com 0,03 m e temos assim todos os elementos de paredes e lajes para montar um edifício do condomínio.

Esse comando também foi utilizado para transformar as paredes do Pavimento Tipo que, até agora, eram tratadas como entidades diferentes em layers distintos num único objeto. Com essas operações, é possível eliminar uma boa quantidade de layers. Renomeiam-se esses layers para que sejam fáceis de identificar e, mais uma vez, utiliza-se o comando PURGE.

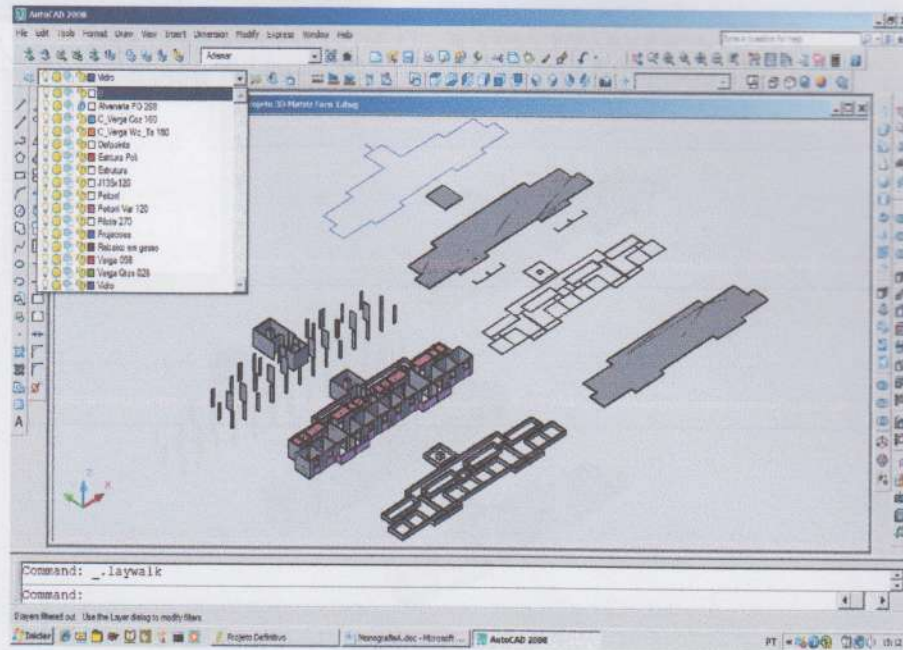


FIGURA 33 – Extrusão de Elementos
Fonte: Elaboração Própria (2008)

A esta altura, já estamos com alguns desenhos que podem ser transformados em construções mais simples e com uma grande quantidade de layers e desenhos auxiliares que podem ser descartados.

Em primeiro lugar apaga-se os desenhos desnecessários com o comando ERASE. Em seguida leva-se a laje do Pavimento Pilotis para sua posição na estrutura utilizando o comando MOVE 2D e como vigas e lajes de uma estrutura formam uma peça única, funde-se esses objetos através do comando booleano UNION e logo após com o mesmo comando, funde-se pilares, vigas e lajes num mesmo objeto.

Esse comando também foi utilizado para transformar as paredes do Pavimento Tipo que, até agora, eram tratadas como entidades diferentes em layers distintos num único sólido. Com essas operações, é possível eliminar-se uma boa quantidade de layers. Renomeiam-se esses layers para que sejam fáceis de identificar e, mais uma vez, utiliza-se o comando PURGE.

FIGURA 36 - Projeto Simplificado
Fonte: Elaboração Própria (2008)

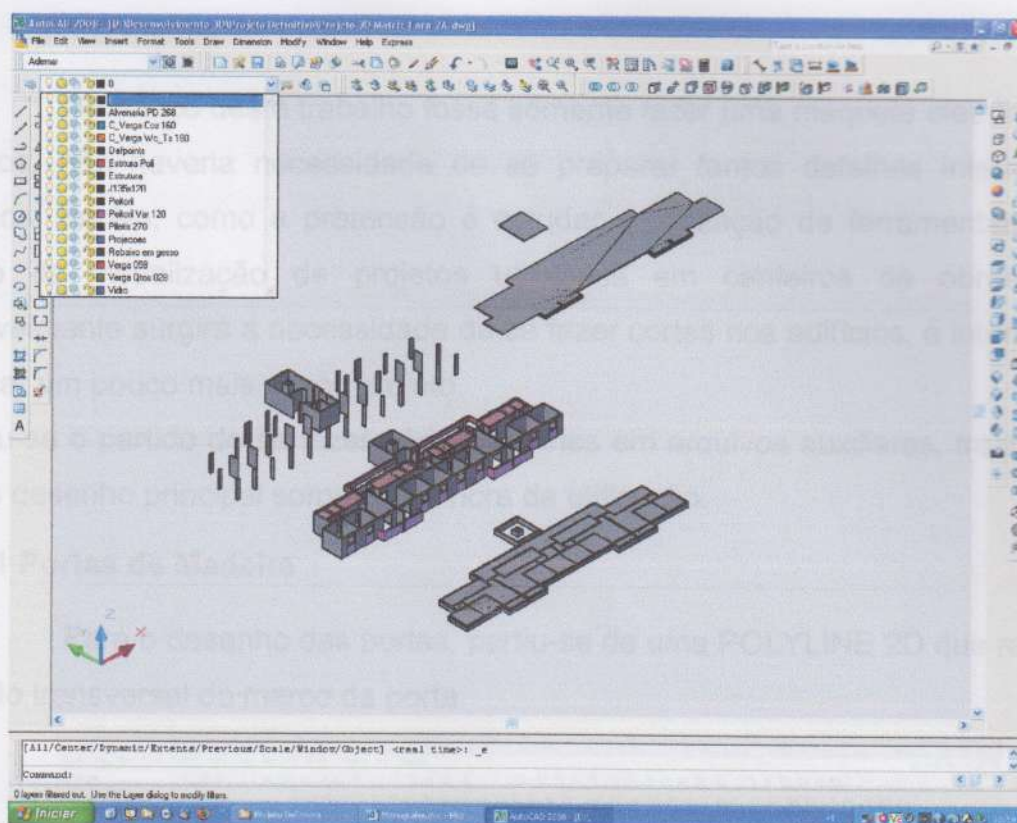


FIGURA 34 – Simplificando o Projeto
Fonte: Elaboração Própria (2008)

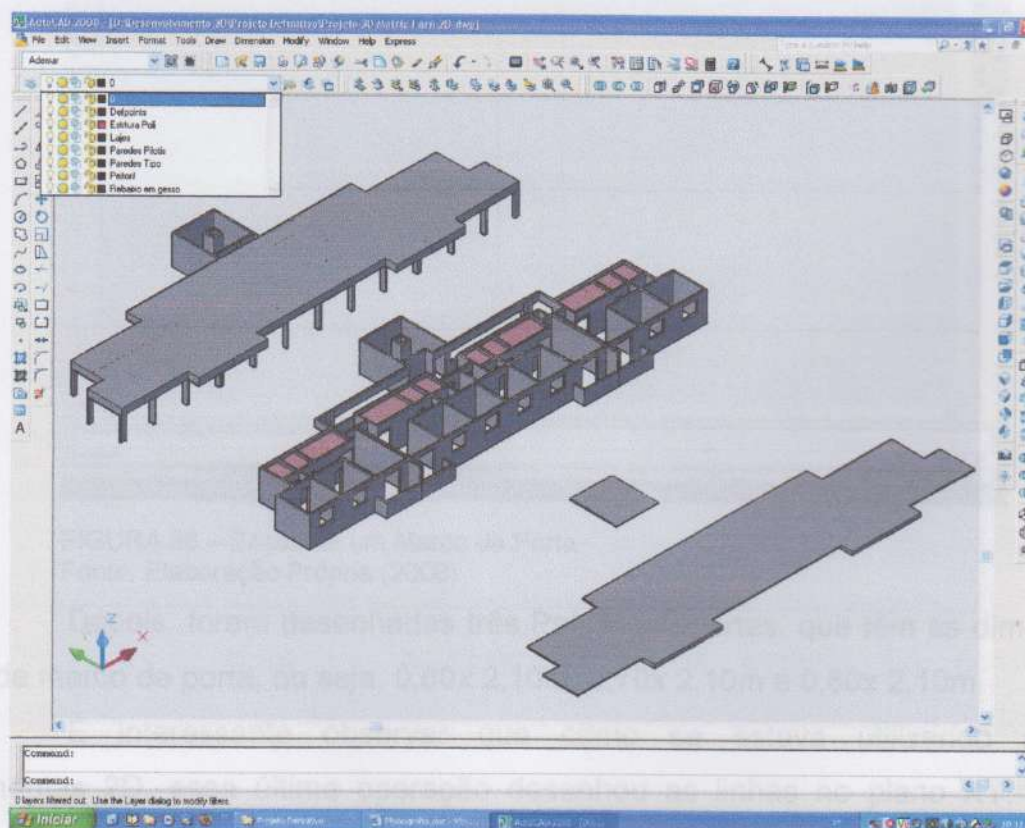


FIGURA 35 - Projeto Simplificado
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.1.1 Detalhes

Se o foco deste trabalho fosse somente fazer uma maquete eletrônica dos edifícios, não haveria necessidade de se preparar tantos detalhes internos dos mesmos. Porém, como a pretensão é estudar a utilização de ferramentas 3D no auxílio da visualização de projetos utilizados em canteiros de obras, onde provavelmente surgirá a necessidade de se fazer cortes nos edifícios, é interessante detalhar um pouco mais nosso projeto.

Adotou-se o partido de se fazer vários detalhes em arquivos auxiliares, trazendo-os para o desenho principal somente na hora da utilização.

6.1.1.1 Portas de Madeira

Para o desenho das portas, partiu-se de uma POLYLINE 2D que reproduz a seção transversal do marco da porta.

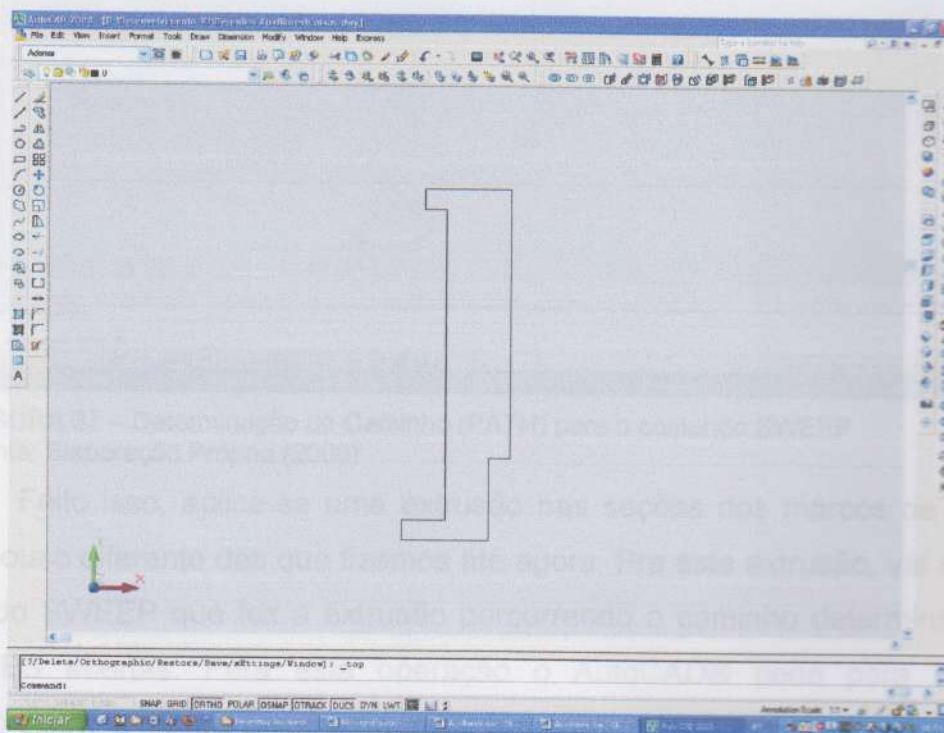


FIGURA 36 – Seção de um Marco de Porta
Fonte: Elaboração Própria (2008)

Depois, foram desenhadas três Polylines abertas, que têm as dimensões de cada marco de porta, ou seja, 0,60x 2,10m, 0,70x 2,10m e 0,80x 2,10m.

É interessante observar que como se estava utilizando apenas ferramentas 2D, essa última operação desenhando as linhas no plano XY. Assim, antes de prosseguir com o desenho, foi necessário rotacionar as três POLYLINES em 90°. Para isso, utilizou-se o comando ROTATE 3D que, quando acionado, nos

pede o ponto base para o giro e apresenta três círculos, cada um representando um dos eixos X, Y e Z. Coloca-se o mouse sobre o círculo do eixo em torno do qual se quer girar os objetos e este muda de cor. Após o clique, informa-se o ângulo de giro, neste caso, 90°, observando o sentido do giro pela regra da mão direita.

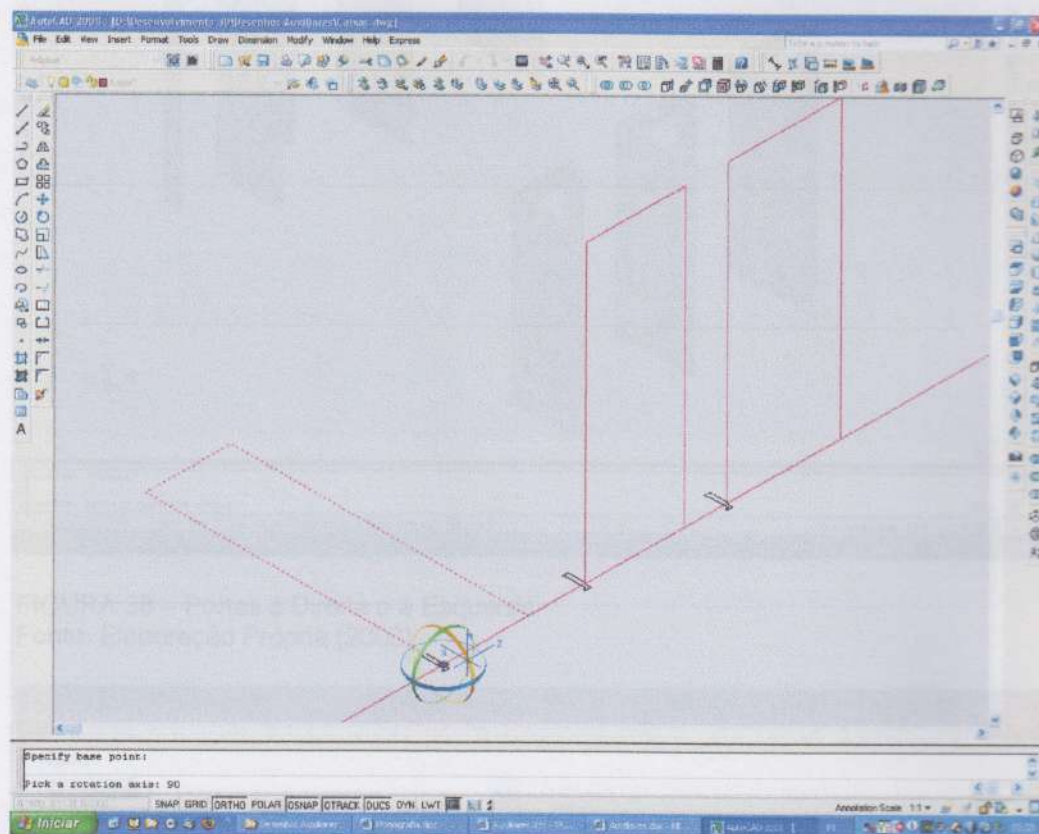


FIGURA 37 – Determinação do Caminho (PATH) para o comando SWEEP
Fonte: Elaboração Própria (2008)

Feito isso, aplica-se uma extrusão nas seções dos marcos de porta, só que um pouco diferente das que fizemos até agora. Pra esta extrusão, vai ser usado o comando SWEEP que faz a extrusão percorrendo o caminho determinado pelas POLYLINES abertas. Para esta operação o AutoCAD® pede para selecionar primeiro o objeto e depois o caminho a ser percorrido.

Em seguida, desenharam-se, por extrusão, as folhas das portas com abertura à direita e à esquerda e transformamos cada porta em um bloco.

Para o nível de detalhamento deste projeto, foi considerado desnecessário representar as ferragens de portas como forma de figura ilustrativa.

Fonte: Elaboração Própria (2008)

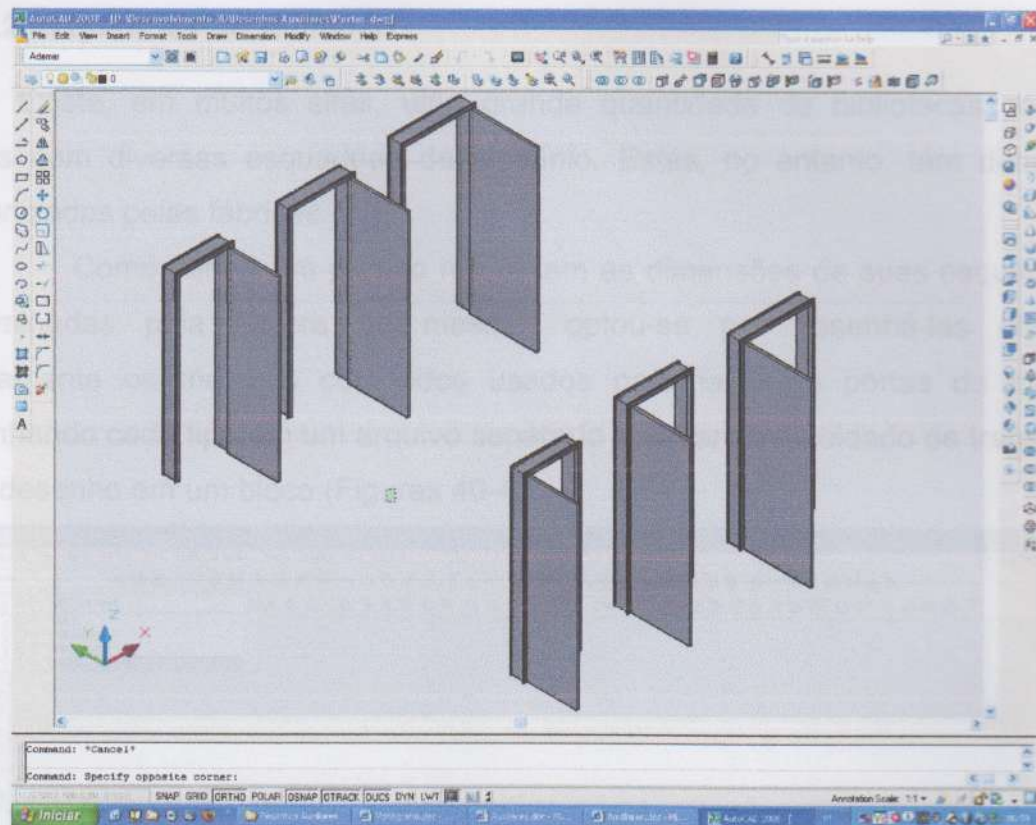


FIGURA 38 – Portas à Direita e à Esquerda
Fonte: Elaboração Própria (2008)

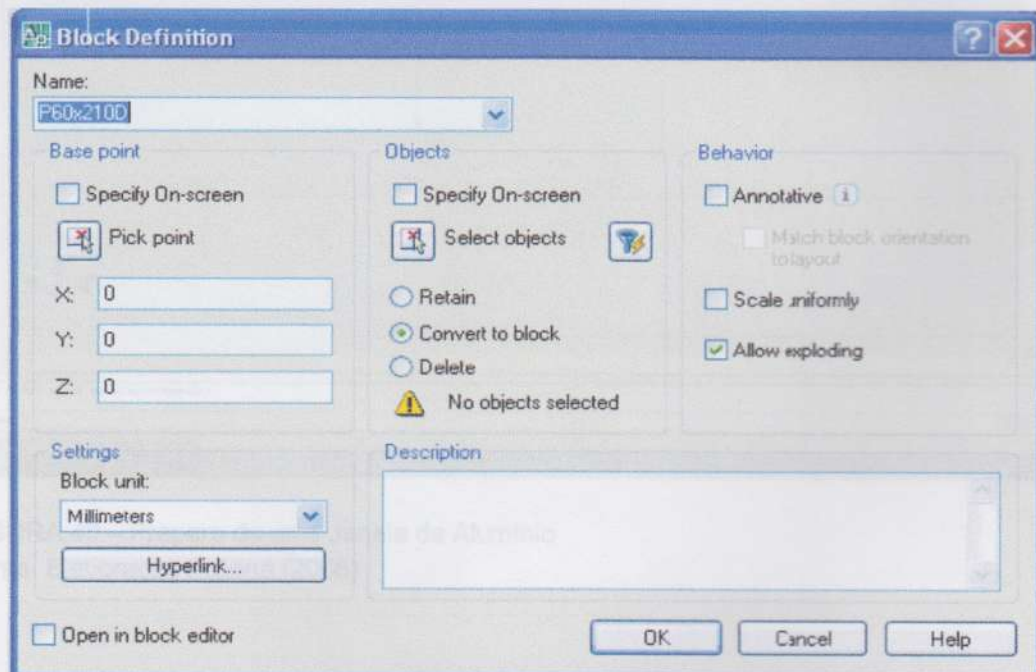


FIGURA 39 – Criando um BLOCO
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.1.1.2 Esquadrias de Alumínio

Existe, em muitos sites, uma grande quantidade de bibliotecas contendo blocos com diversas esquadrias de alumínio. Estas, no entanto, têm dimensões padronizadas pelas fábricas.

Como este é um projeto real e tem as dimensões de suas esquadrias já determinadas pela Autora do mesmo, optou-se por desenhá-las utilizando basicamente os mesmos comandos usados para fazer as portas de madeira, desenhando cada tipo em um arquivo separado e tomando o cuidado de transformar cada desenho em um bloco (Figuras 40-42).

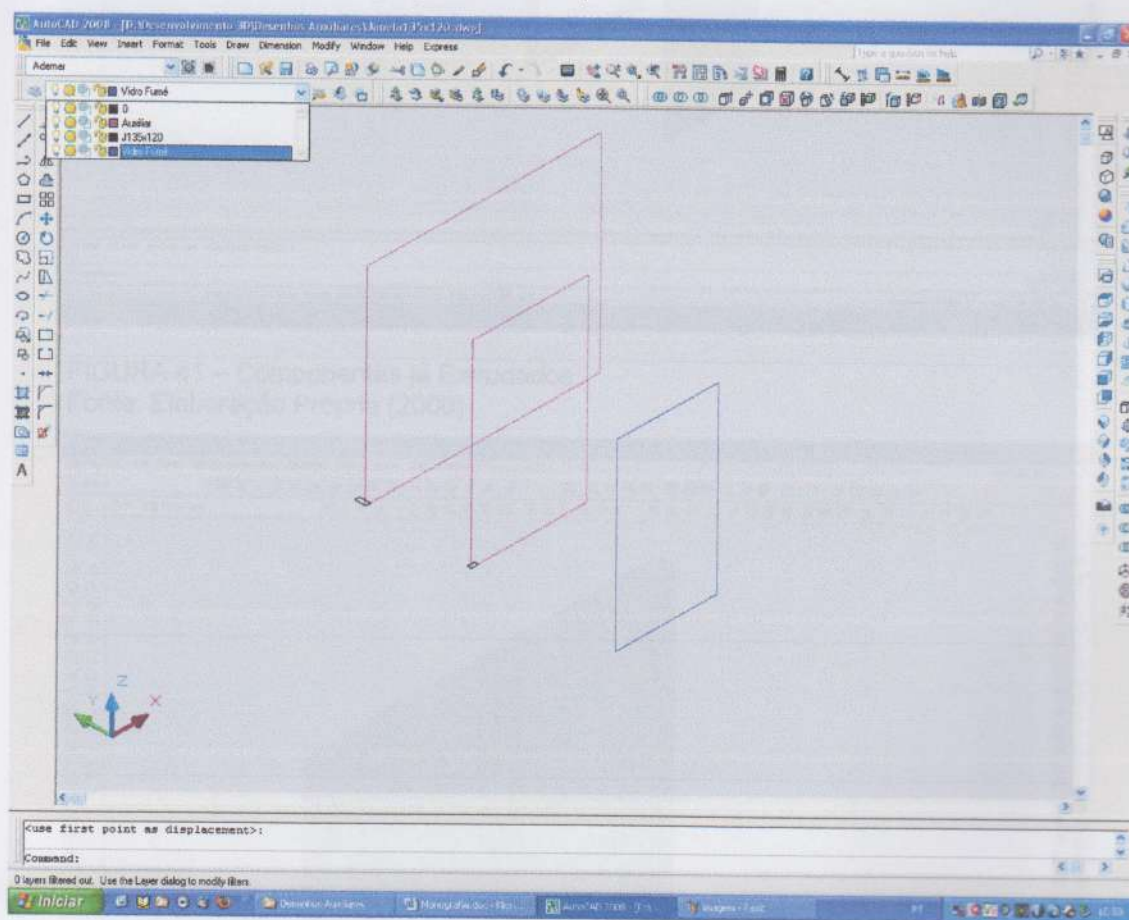


FIGURA 40 – Preparo de uma Janela de Alumínio
Fonte: Elaboração Própria (2008)

FIGURA 42 – Janela de Alumínio
Fonte: Elaboração Própria (2008)

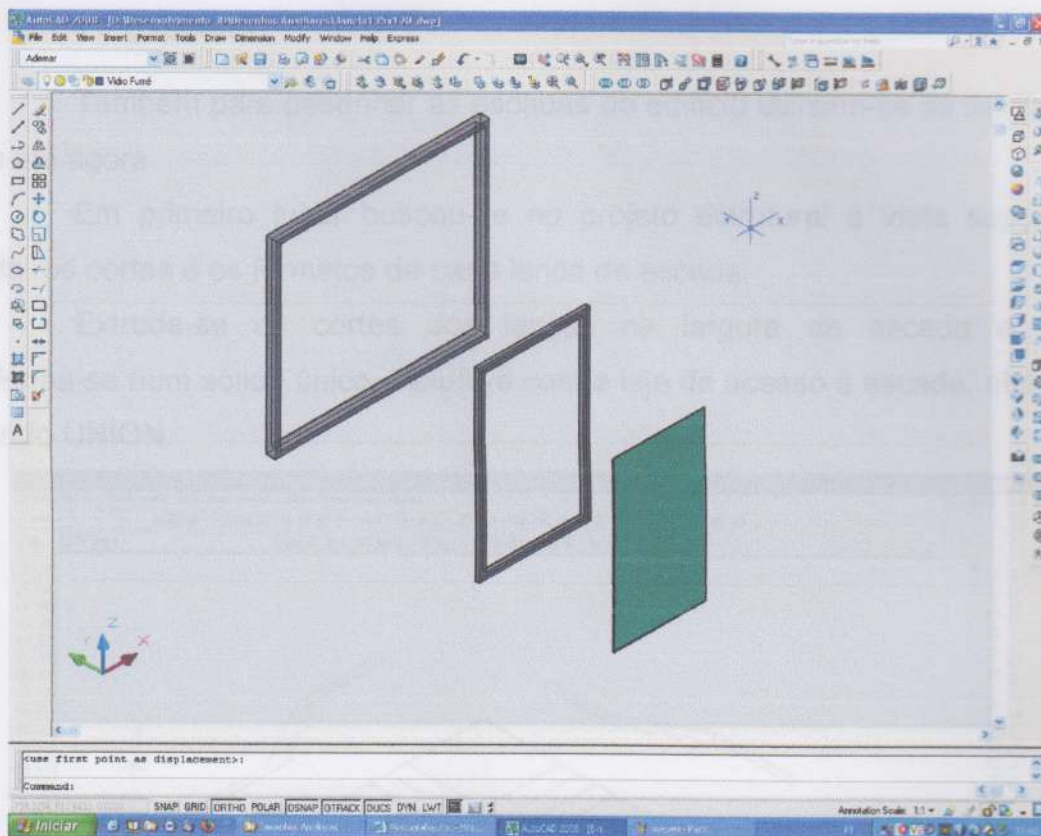


FIGURA 41 – Componentes já Extrudados
Fonte: Elaboração Própria (2008)

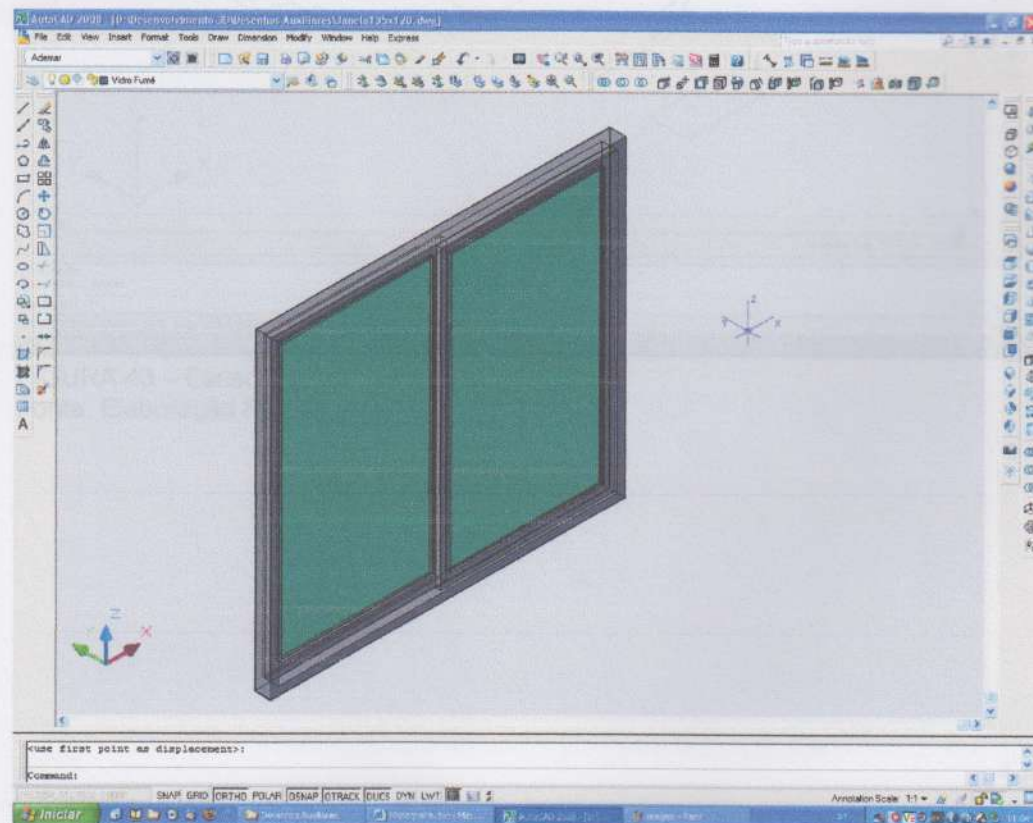


FIGURA 42 – Janela de Alumínio
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.1.1.3 Escadas

Também para desenhar as escadas do edifício utilizam-se as ferramentas vistas até agora.

Em primeiro lugar buscou-se no projeto estrutural a vista superior da escada, os cortes e os formatos de cada lance de escada.

Extruda-se os cortes dos lances na largura da escada e depois transforma-se num sólido único, inclusive com a laje de acesso à escada, através do comando UNION.

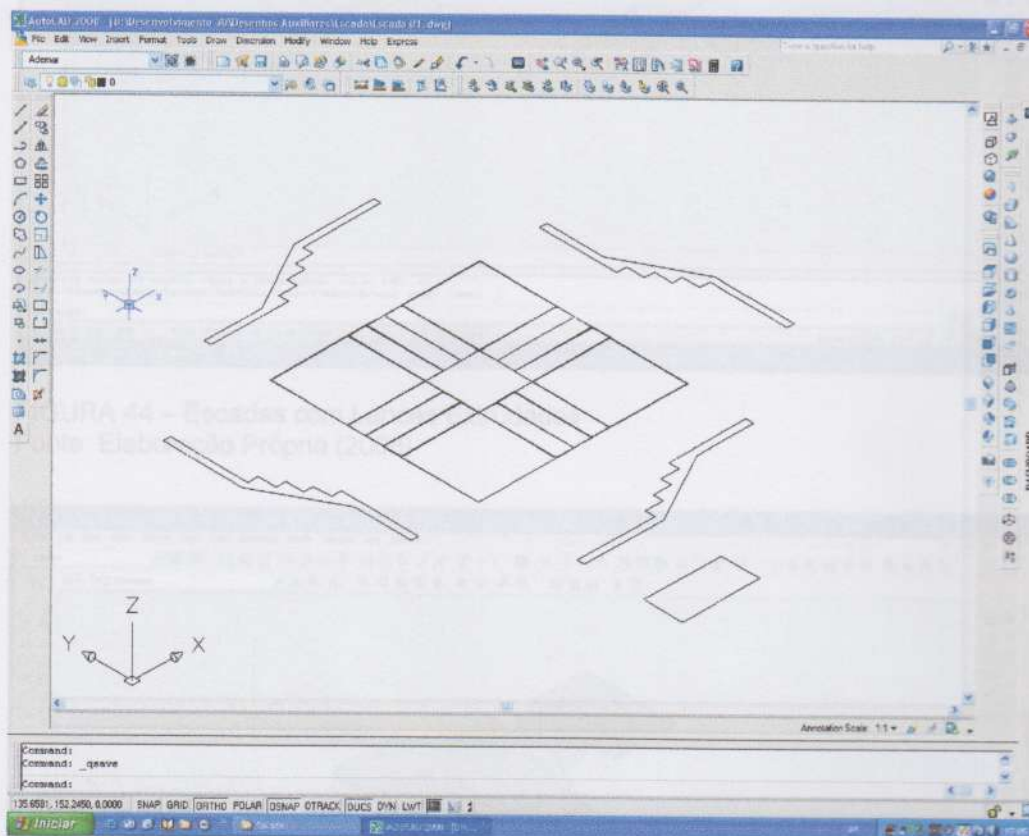


FIGURA 43 – Escada: Planta e Lances
Fonte: Elaboração Própria (2008)

FIGURA 45 – Escada Acabada
Fonte: Elaboração Própria (2008)

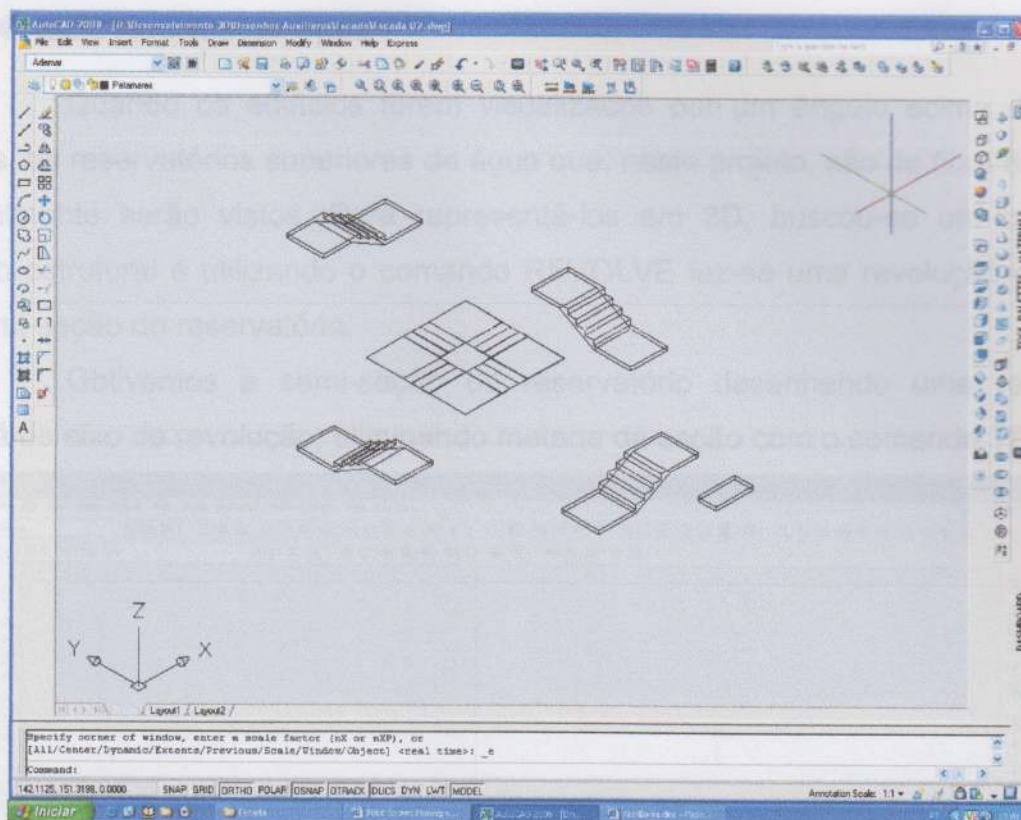


FIGURA 44 – Escadas com Lances Extrudados
Fonte: Elaboração Própria (2008)

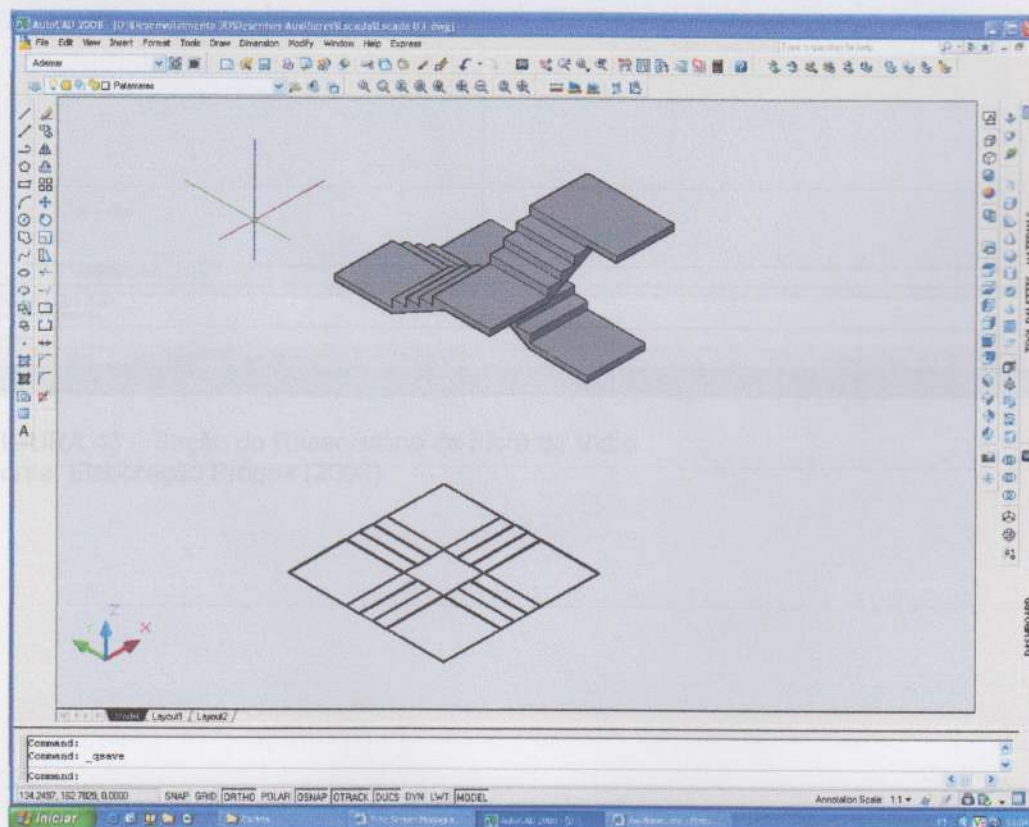


FIGURA 45 – Escada Acabada
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.1.1.4 Reservatórios de Água

Quando os edifícios forem visualizados por um ângulo acima do nível destes, os reservatórios superiores de água que, neste projeto, são de fibra de vidro, naturalmente serão vistos. Para representá-los em 3D, buscou-se um corte no projeto estrutural e utilizando o comando REVOLVE fez-se uma revolução de 360° na semi-seção do reservatório.

Obtivemos a semi-seção do reservatório desenhando uma reta que servirá de eixo de revolução, eliminando metade da seção com o comando TRIM.

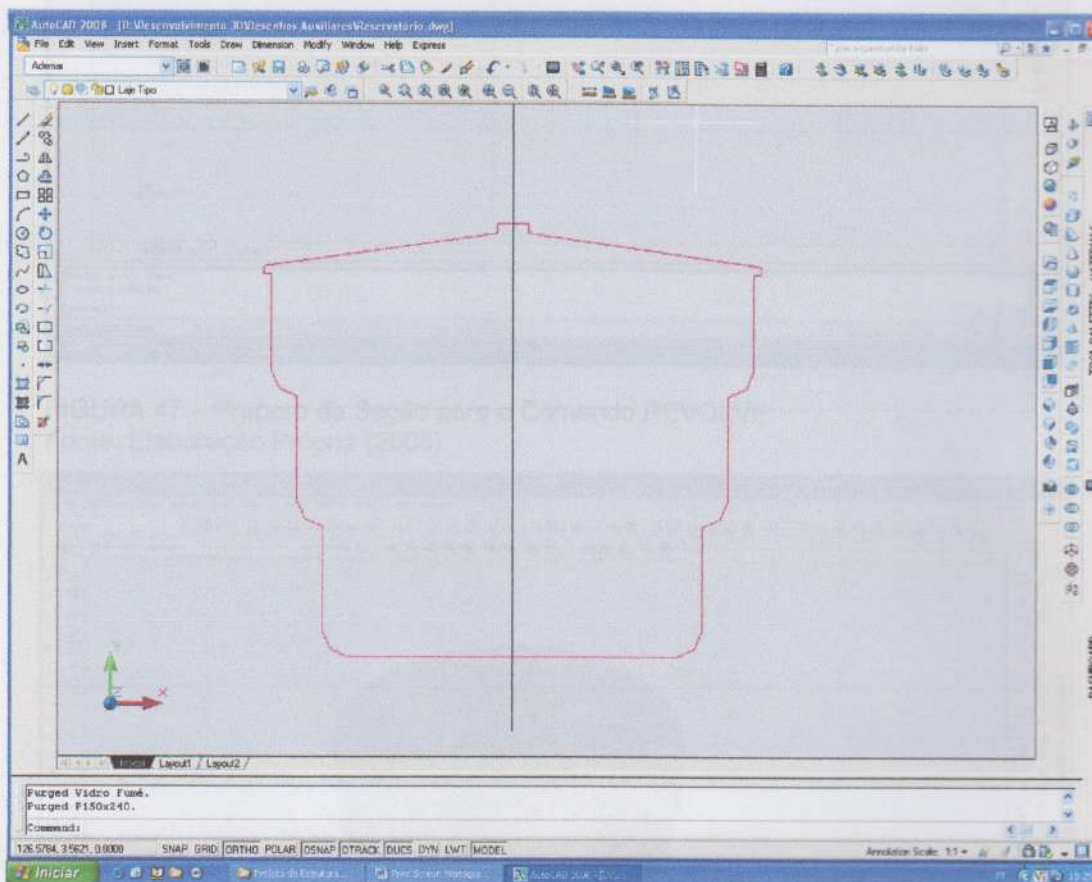


FIGURA 46 – Seção do Reservatório de Fibra de Vidro
Fonte: Elaboração Própria (2008)

FIGURA 45 – Reservatório de Fibras de Vidro
Fonte: Elaboração Própria (2008)

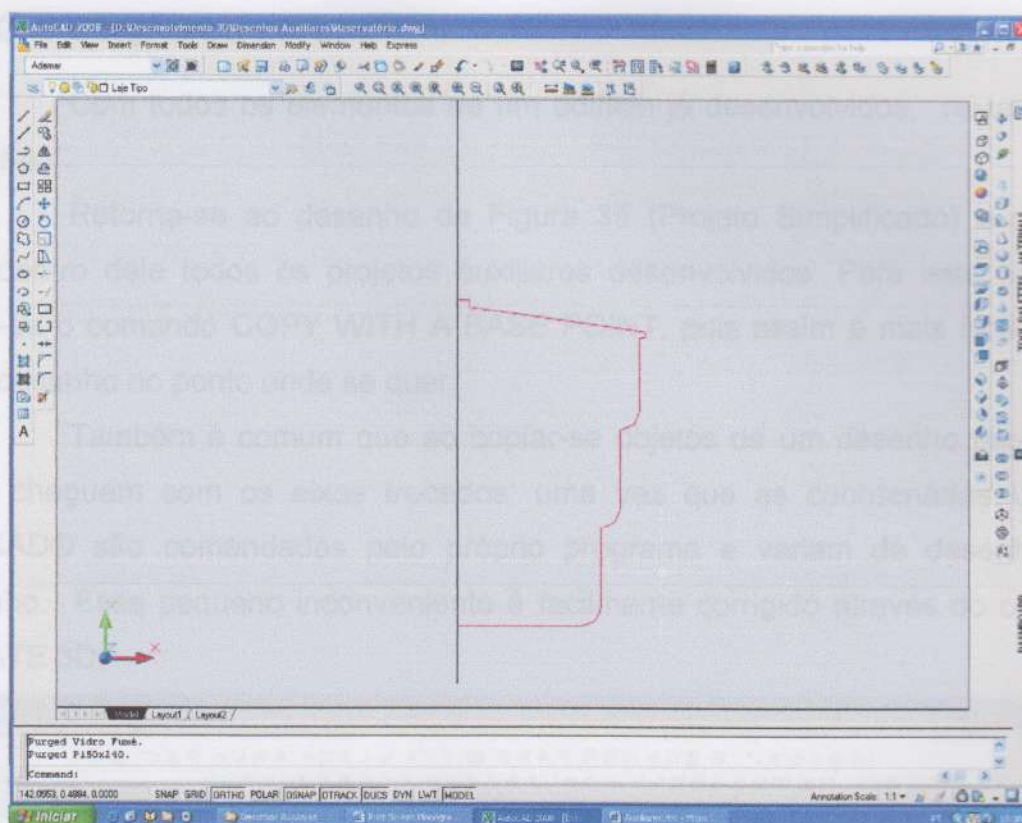


FIGURA 47 – Preparo da Seção para o Comando REVOLVE
Fonte: Elaboração Própria (2008)

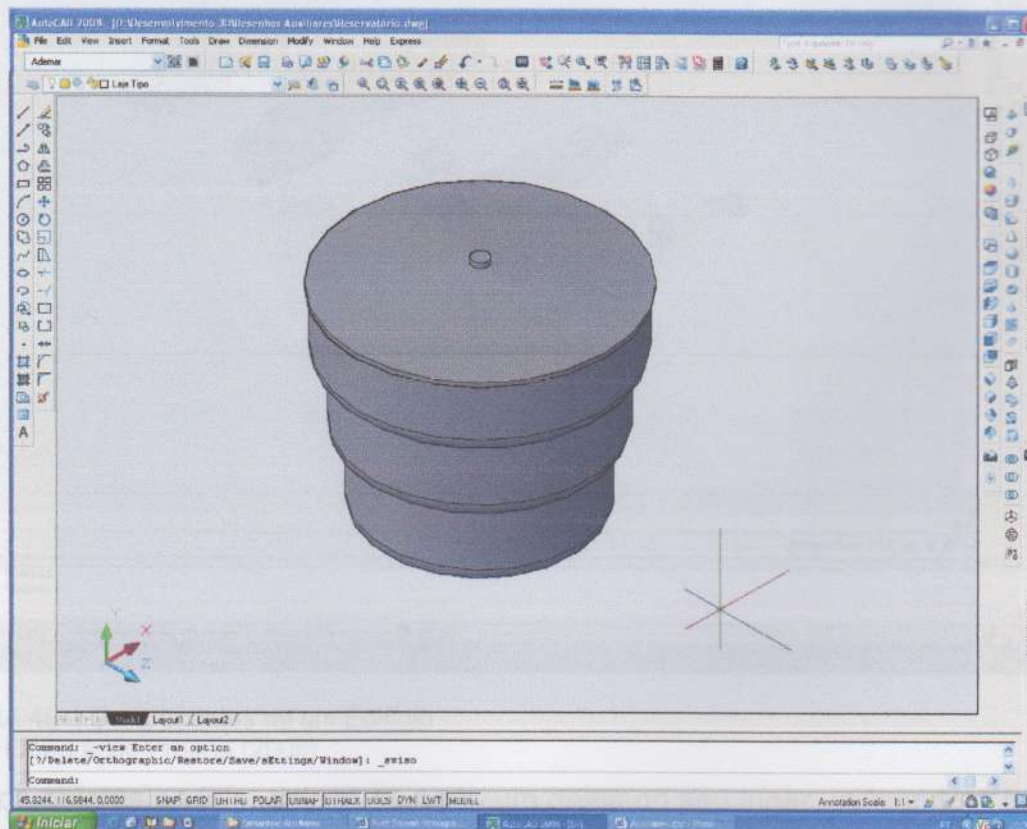


FIGURA 48 – Reservatório de Fibras de Vidro
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.2 COMPOSIÇÃO DE UM EDIFÍCIO

Com todos os elementos de um edifício já desenvolvidos, resta apenas “montá-lo”.

Retorna-se ao desenho da Figura 35 (Projeto Simplificado) e copia-se para dentro dele todos os projetos auxiliares desenvolvidos. Para esta operação utiliza-se o comando COPY WITH A BASE POINT, pois assim é mais fácil colocar cada desenho no ponto onde se quer.

Também é comum que ao copiar-se objetos de um desenho para outro, estes cheguem com os eixos trocados, uma vez que as coordenadas UCS do AutoCAD® são comandadas pelo próprio programa e variam de desenho para desenho. Esse pequeno inconveniente é facilmente corrigido através do comando ROTATE 3D.

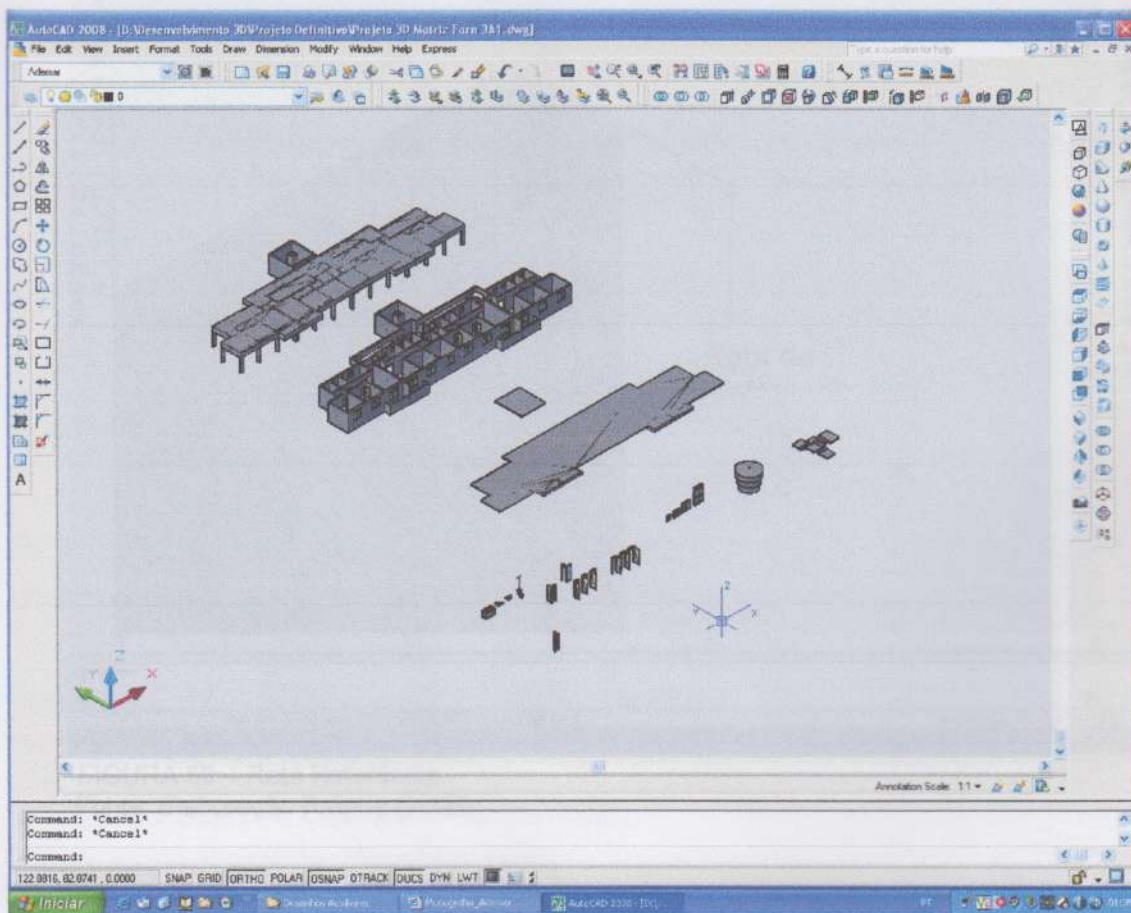


FIGURA 49 – Componentes de um Edifício

Fonte: Elaboração Própria (2008)

Com os objetos na tela, coloca-se cada um deles no seu lugar, utilizando o comando COPY 2D.

Para tornar mais fácil e rápida esta operação, utiliza-se como artifício, desenhar uma pequena reta no ponto notável de cada janela, cujo comprimento representa a distância da face da parede que se quer que fique a esquadria.

Assim, na hora de utilizar o comando COPY 2D é só tomar o ponto final da reta como referencial e, partir daí, procurar o ponto notável de cada objeto que se utilizará para esta operação.

Outra facilidade que oferece o AutoCAD® na utilização do comando COPY é que somente necessitamos selecionar o objeto a ser copiado uma vez. A partir de então, a cada clique do mouse, surge uma nova cópia no posto determinado pelo usuário com a mesma referência inicial.

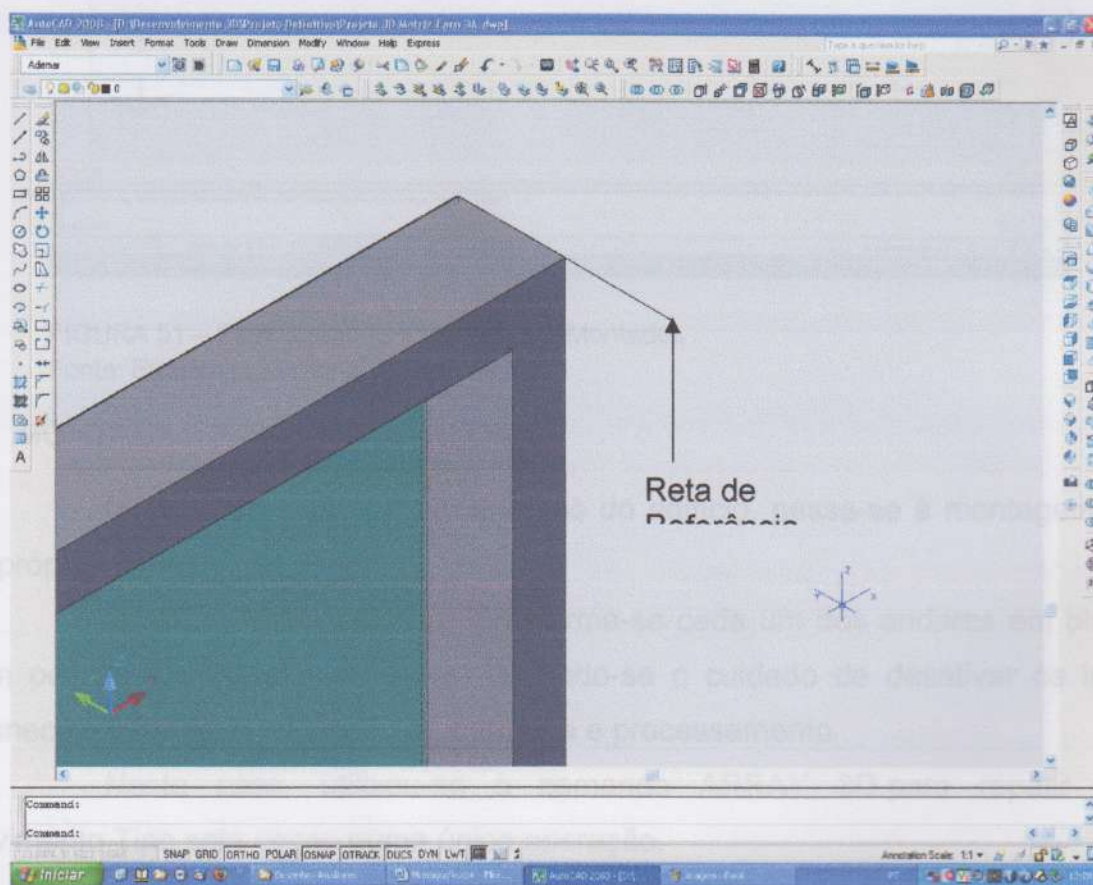


FIGURA 50 – Reta Referência
Fonte: Elaboração Própria (2008)

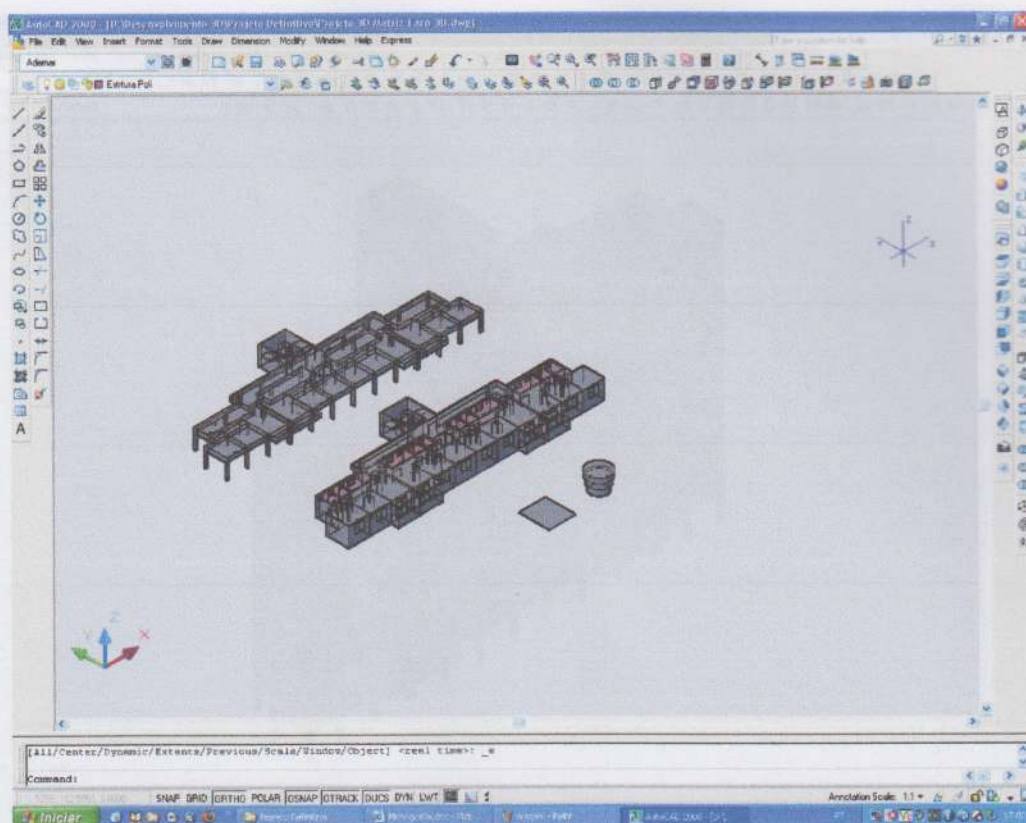


FIGURA 51 – Pavimentos TIPO e PILOTIS Montados
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.3 MONTAGEM FINAL DE UM EDIFÍCIO

Montados, cada um dos andares do edifício, passa-se à montagem final do próprio edifício.

Para facilitar o trabalho, transforma-se cada um dos andares em blocos, com pontos de inserção definidos, tomando-se o cuidado de desativar os layers desnecessários para economia de memória e processamento.

Neste caso, utilizou-se o comando ARRAY 3D para repetir cada Pavimento Tipo sete vezes numa única operação.

Por comodidade, transformou-se o resultado do ARRAY 3D num novo bloco e o movemos para encaixar no Pilotis.

Finalmente, aplica-se os comandos vistos até agora para colocar os objetos que estão na cobertura dos edifícios e ficando o edifício com o seguinte aspecto da FIGURA 52.

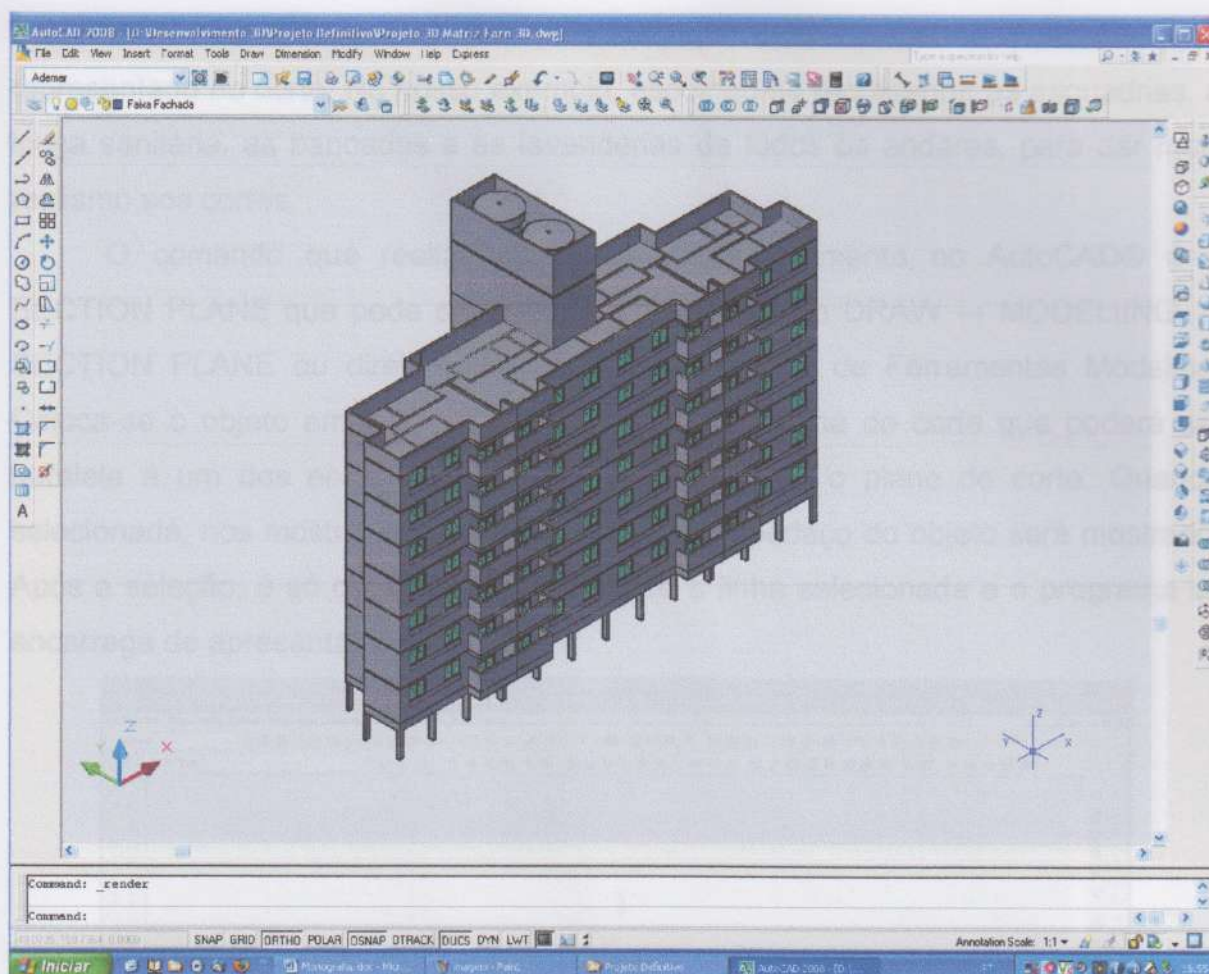


FIGURA 52 – Edifício Montado
Fonte: Elaboração Própria (2008)

Antes de fecharmos o arquivo, é conveniente que transformemos o desenho todo num bloco, pois este vai ser transportado como um objeto para a planta de situação dos blocos no terreno.

6.4 CORTES

Os cortes são os desenhos mais complicados de um projeto de engenharia. Conforme o nome o indica, eles representam como o objeto é por dentro de sua própria estrutura. Tudo se passa como se realmente se cortasse o objeto com uma lâmina em duas partes e se representasse a seção cortada e, ao fundo, o interior do objeto. Para se desenhar um corte num projeto 2D, é necessário ter em mãos, no mínimo, uma vista superior, uma vista lateral e uma perfeita percepção do interior do objeto que estamos cortando. O AutoCAD® desenha qualquer corte automaticamente, com uma vantagem de além de se poder vê-lo como uma seção 2D, poder também visualiza-lo em 3D. Por isso, deve-se dosar a quantidade de

detalhes que se coloca no projeto pois tudo que estiver desenhado em 3D, será representado no corte. No nosso exemplo, escolheu-se representar as esquadrias, a louça sanitária, as bancadas e as lavanderias de todos os andares, para dar mais realismo aos cortes.

O comando que realiza os cortes automaticamente no AutoCAD® é o SECTION PLANE que pode ser acionado pelo caminho DRAW → MODELING → SECTION PLANE ou diretamente no botão da Barra de Ferramentas Modeling. Coloca-se o objeto em vista de topo e marca-se a linha de corte que poderá ser paralela a um dos eixos ou não. Essa linha definirá o plano de corte. Quando selecionada, nos mostra uma seta que indica qual pedaço do objeto será mostrado. Após a seleção, é só clicar duas vezes sobre a linha selecionada e o programa se encarrega de apresentar o corte.

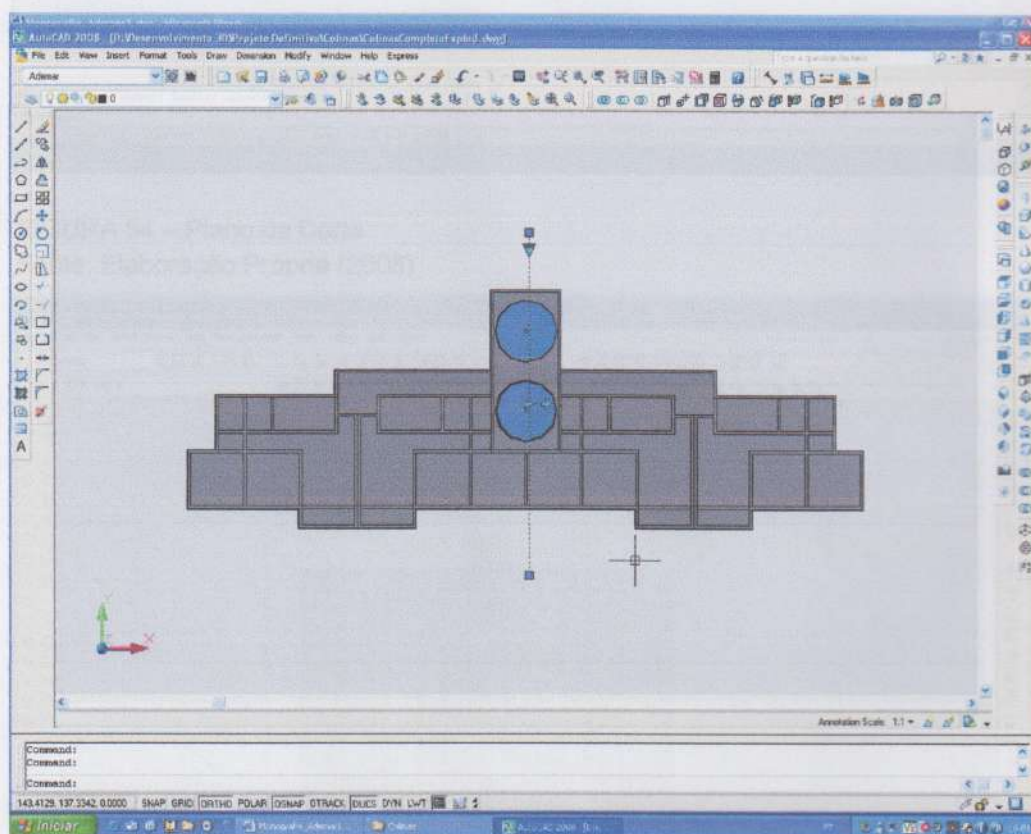


FIGURA 53 – Linha de Corte
Fonte: Elaboração Própria (2008)

FIGURA 54 – Corte, Vista Frontal
Fonte: Elaboração Própria (2008)

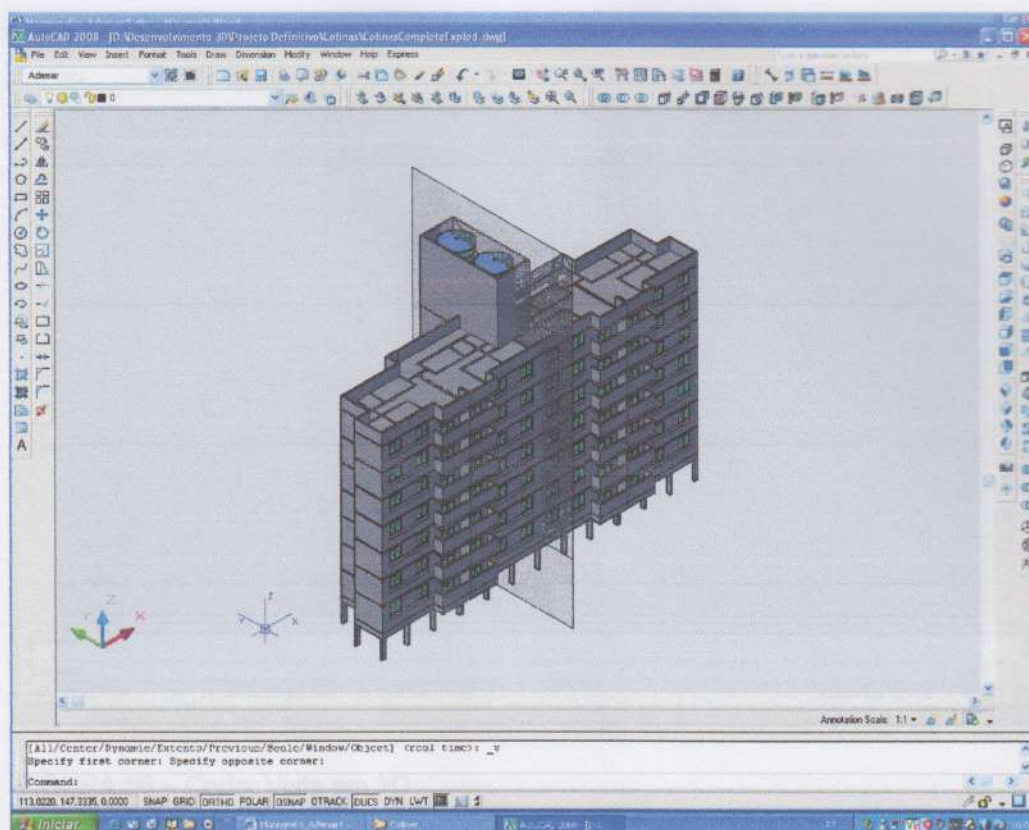


FIGURA 54 – Plano de Corte

Fonte: Elaboração Própria (2008)

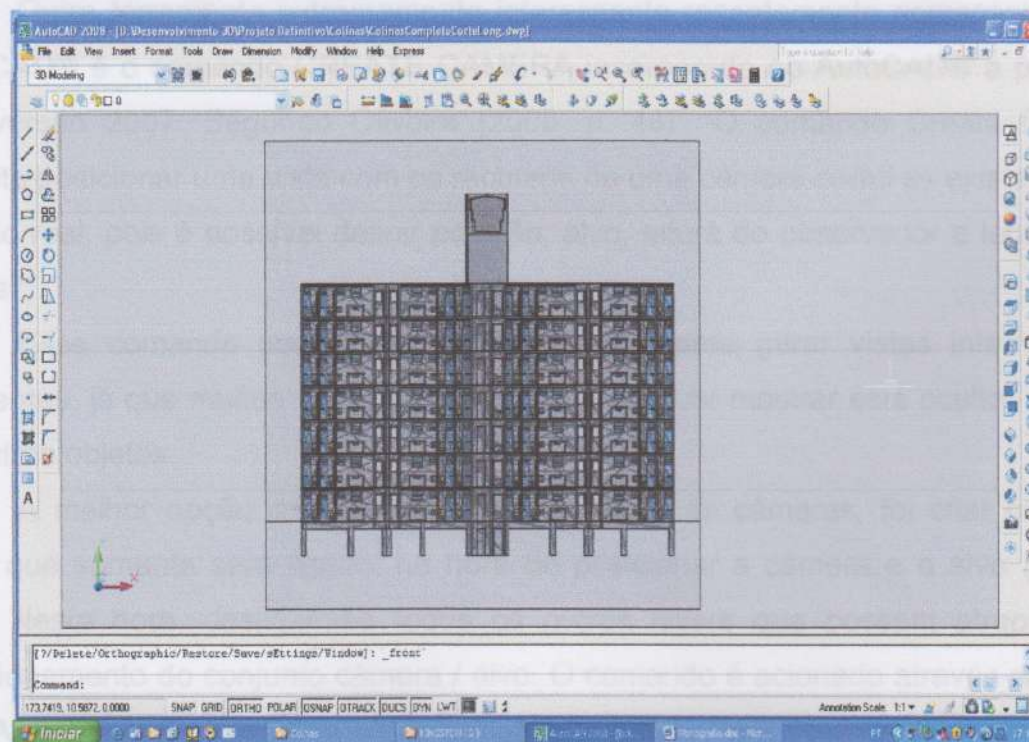


FIGURA 55 – Corte: Vista Frontal

Fonte: Elaboração Própria (2008)

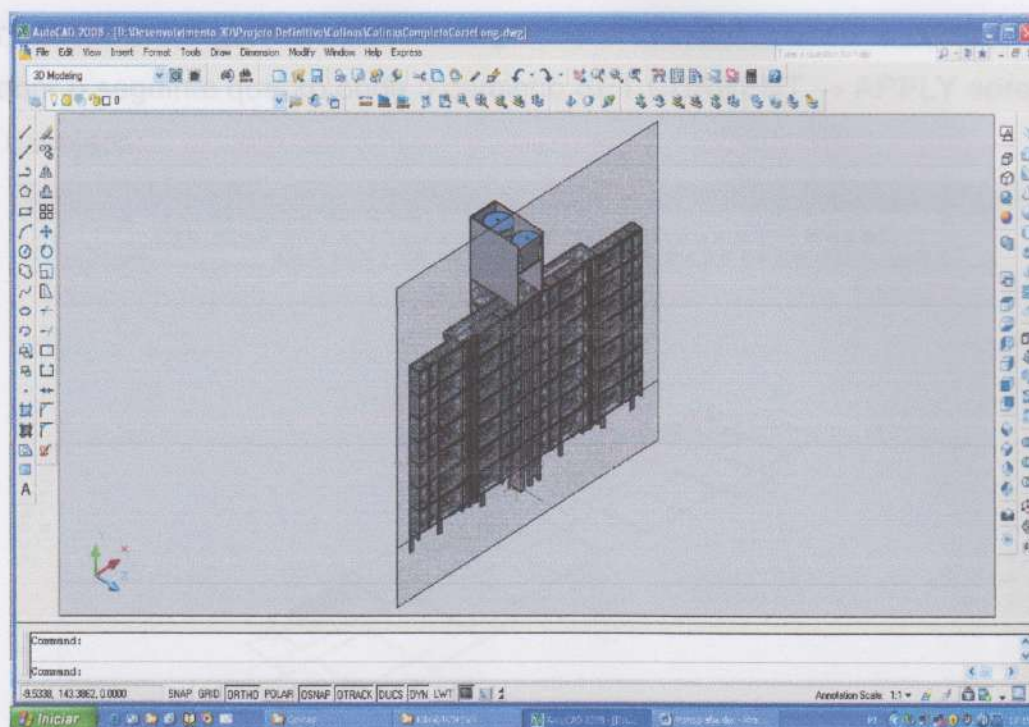


FIGURA 56 – Corte: Vista em 3D
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.5 CÂMERAS

Outra ferramenta extremamente interessante recentemente acrescentada ao AutoCAD® é o comando CREATE CAMERA incorporado ao AutoCAD® a partir da sua versão 2007. Segundo Oliveira (2008, p. 48): “O comando Create Câmera permite posicionar uma vista com os recursos de uma câmera como as existentes no mundo real, pois é possível definir posição, alvo, altura do observador e lente a ser usada.”

Esse comando poderá ser muito utilizado para gerar vistas internas dos ambientes, já que muitas vezes os objetos que se quer mostrar está oculto, por trás de outros objetos.

A melhor opção encontrada para posicionar as câmeras, foi criar um novo layer que somente será ligado, na hora de posicionar a câmera e o alvo (Target) dela. Nesta hora, desligam-se todos os outros layers que possam atrapalhar o posicionamento do conjunto câmera / alvo. O comando é acionado através do botão CREATE CAMERA da barra de ferramentas VIEW. Para posicionar a câmera na posição exata, optou-se por desenhar uma reta auxiliar cuja extremidade coincida com a posição desta. O programa solicita a posição da câmera e logo após a posição do alvo que são ambos, escolhidos através de cliques com o mouse. Para

se ter acesso à imagem da câmera segue-se o caminho VIEW → NAMED VIEWS para abrir o seguinte quadro onde o caminho SET CURRENT → APPLY apresenta a visão desejada:

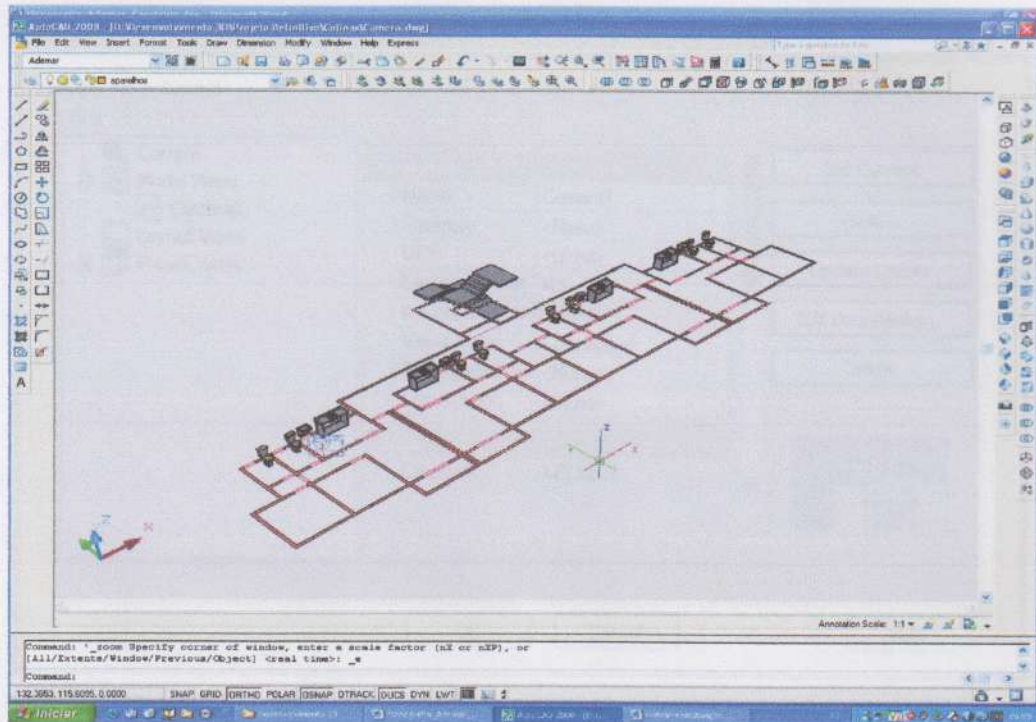


FIGURA 57 – Localização da câmera
Fonte: Elaboração Própria (2008)

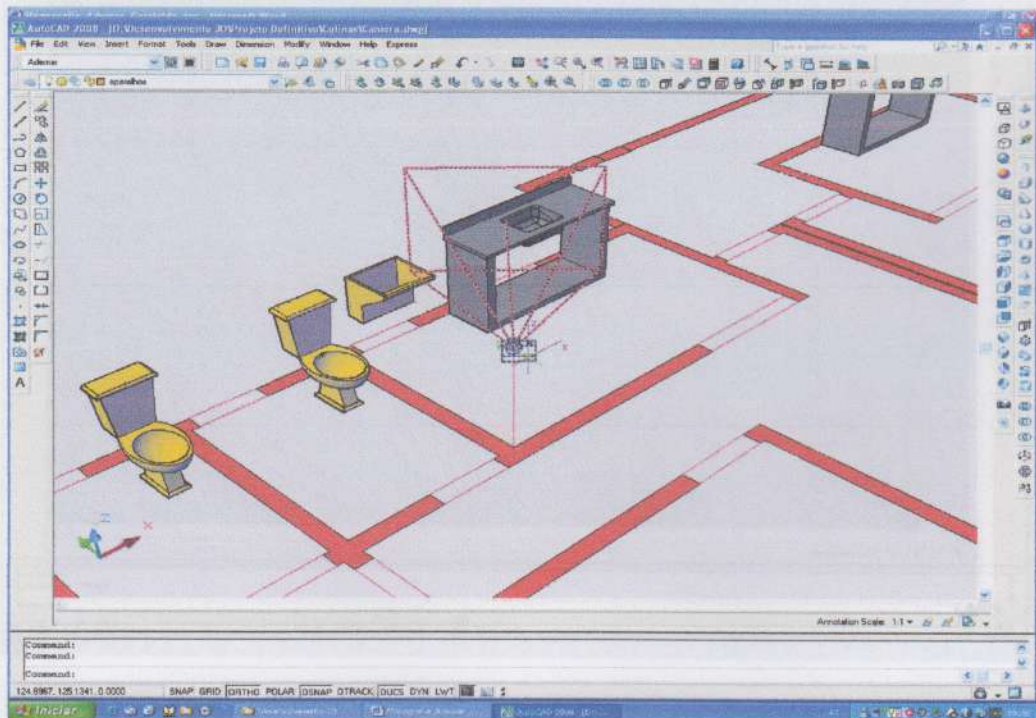


FIGURA 58 – Detalhe da localização da câmera.
Fonte: Elaboração Própria (2008)

Para se ter acesso à imagem da câmera segue-se o caminho VIEW → NAMED VIEWS para abrir o seguinte quadro onde o caminho SET CURRENT → APPLY apresenta a visão desejada:

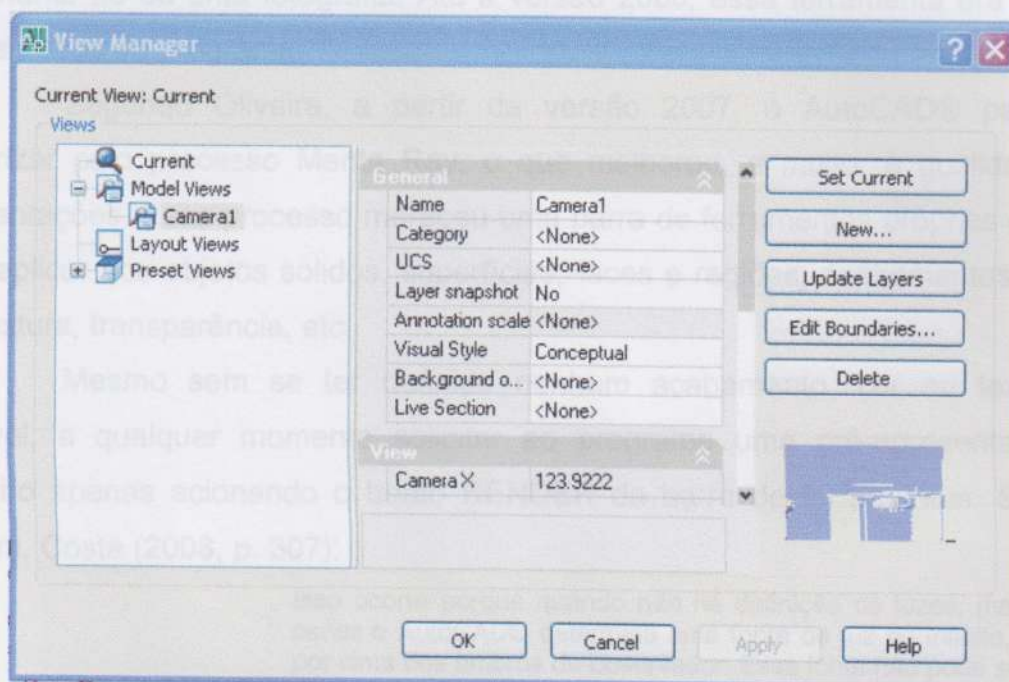


FIGURA 59 – Quadro de diálogo para vista através da câmera.
Fonte: Elaboração Própria (2008)

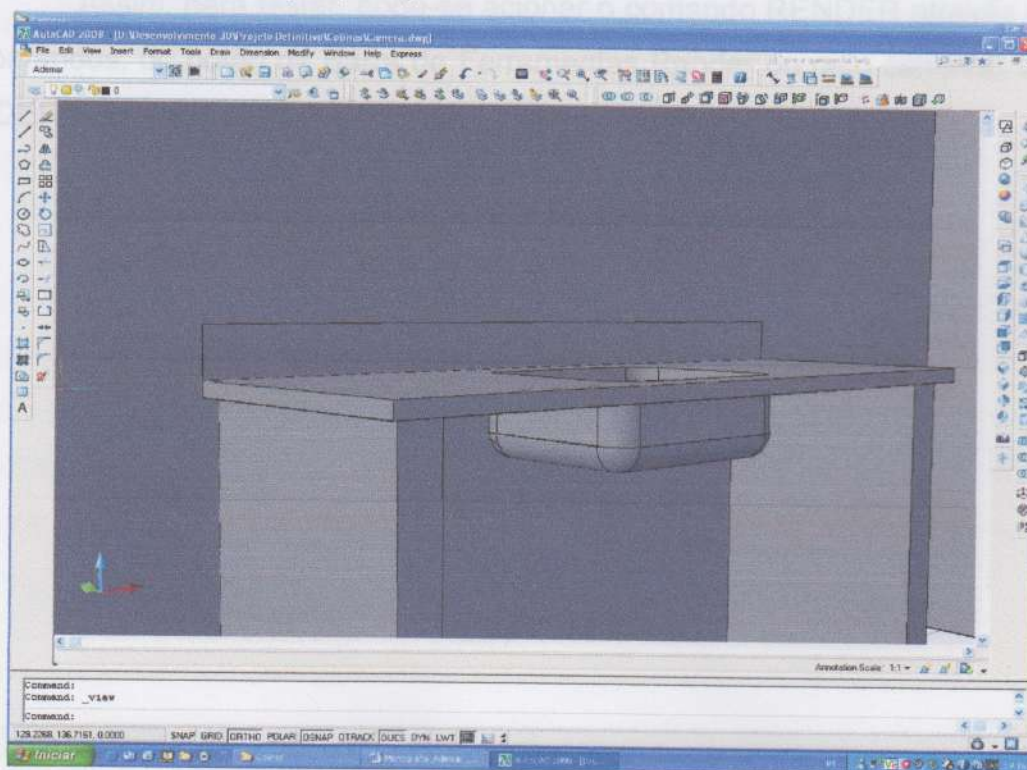


FIGURA 60– Vista através da câmera.
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.6 RENDERIZAÇÃO PRELIMINAR

Renderização é o processo que aplica ao desenho, um aspecto realístico semelhante ao de uma fotografia. Até a versão 2006, essa ferramenta era um dos pontos fracos do programa.

Segundo Oliveira, a partir da versão 2007, o AutoCAD® passou a renderizar pelo processo Mental Ray, o que melhorou, e muito, a qualidade das apresentações. Esse processo mereceu uma barra de ferramentas próprias onde se pode aplicar aos objetos sólidos, superfícies, faces e regiões, acabamentos do tipo cor, textura, transparência, etc.

Mesmo sem se ter definido nenhum acabamento, cor ou textura, é possível, a qualquer momento solicitar ao programa uma pré-apresentação do desenho apenas acionando o botão RENDER da barra de ferramentas. Segundo Baldam, Costa (2008, p. 307):

Isso ocorre porque quando não há definição de luzes, materiais ou cenas, o AutoCAD® determina uma fonte de luz no infinito, irradiada por cima dos ombros do observador. Essa fonte não pode ser movida nem ajustada. O material usado é o correspondente à cor do layer do objeto.

Assim, para testar, pode-se acionar o comando RENDER através da linha de comandos, do botão na Barra de Ferramentas Render ou pelo caminho VIEW → RENDER → RENDER.

6.7 MATERIAIS

No AutoCAD®, por padrão, os objetos assumem a cor do layer no qual foi criado. No entanto, é possível aplicar e alterar ou modificar propriedades dos objetos 3D tais como cor, transparência, reflexão, refração e textura. Além do mais, ao instalar o AutoCAD® versão 2008, tem-se a opção de instalar-se a biblioteca de materiais-padrão com mais de 300 materiais com textura, cor e outras propriedades distintas. Uma paleta com esses materiais classificados por tipo está disponível no DASHBOARD, onde aparece ainda uma amostra do material.

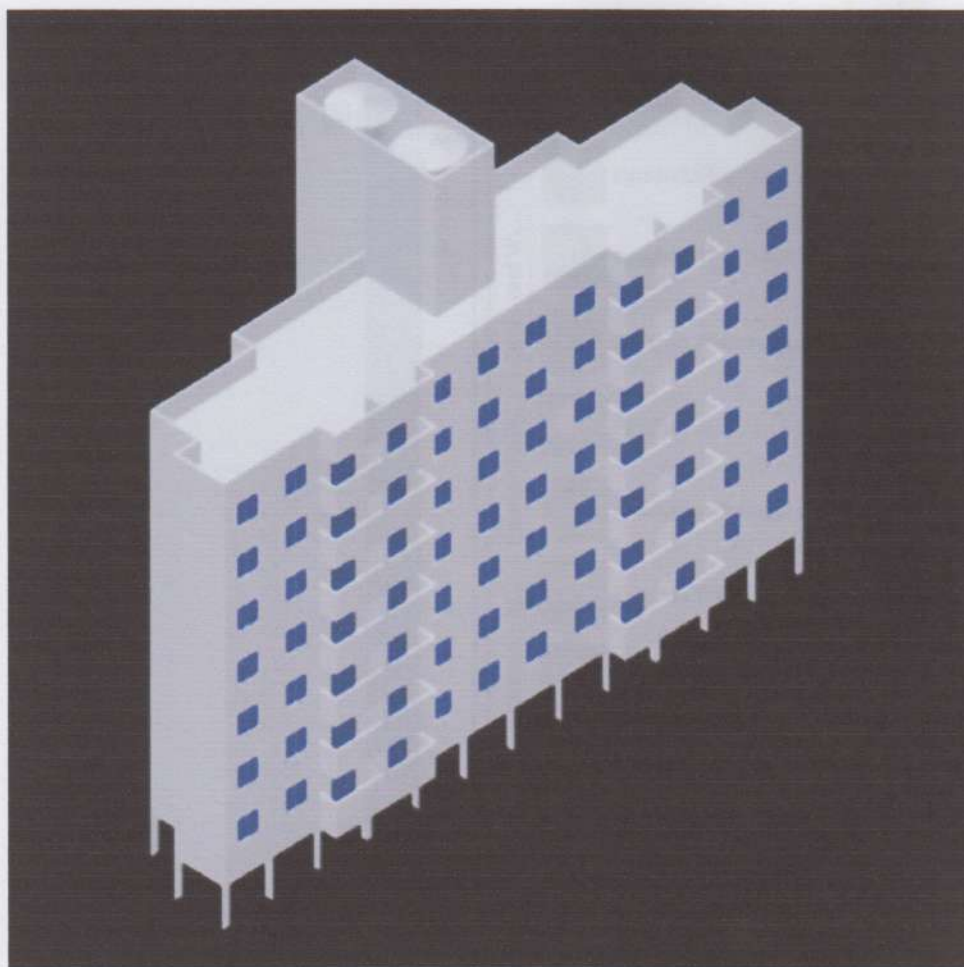


FIGURA 61 – Primeira Renderização
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.7 MATERIAIS

No AutoCAD®, por padrão, os objetos assumem a cor do layer no qual foi criado. No entanto, é possível aplicar, alterar ou modificar propriedades dos objetos 3D tais como cor, transparência, reflexão, refração e textura. Além do mais, ao instalar o AutoCAD® versão 2008, tem-se a opção de instalar-se a biblioteca de materiais-padrão com mais de 300 materiais com textura, cor e outras propriedades distintas. Uma paleta com esses materiais classificados por tipo está disponível no DASHBOARD, onde aparece ainda uma amostra do material.

O gerenciamento dos materiais aplicados é feito através do Editor de Materiais que fica na Barra de Ferramentas RENDER e pode ser acessado pelo caminho VIEW → RENDER → MATERIALS.

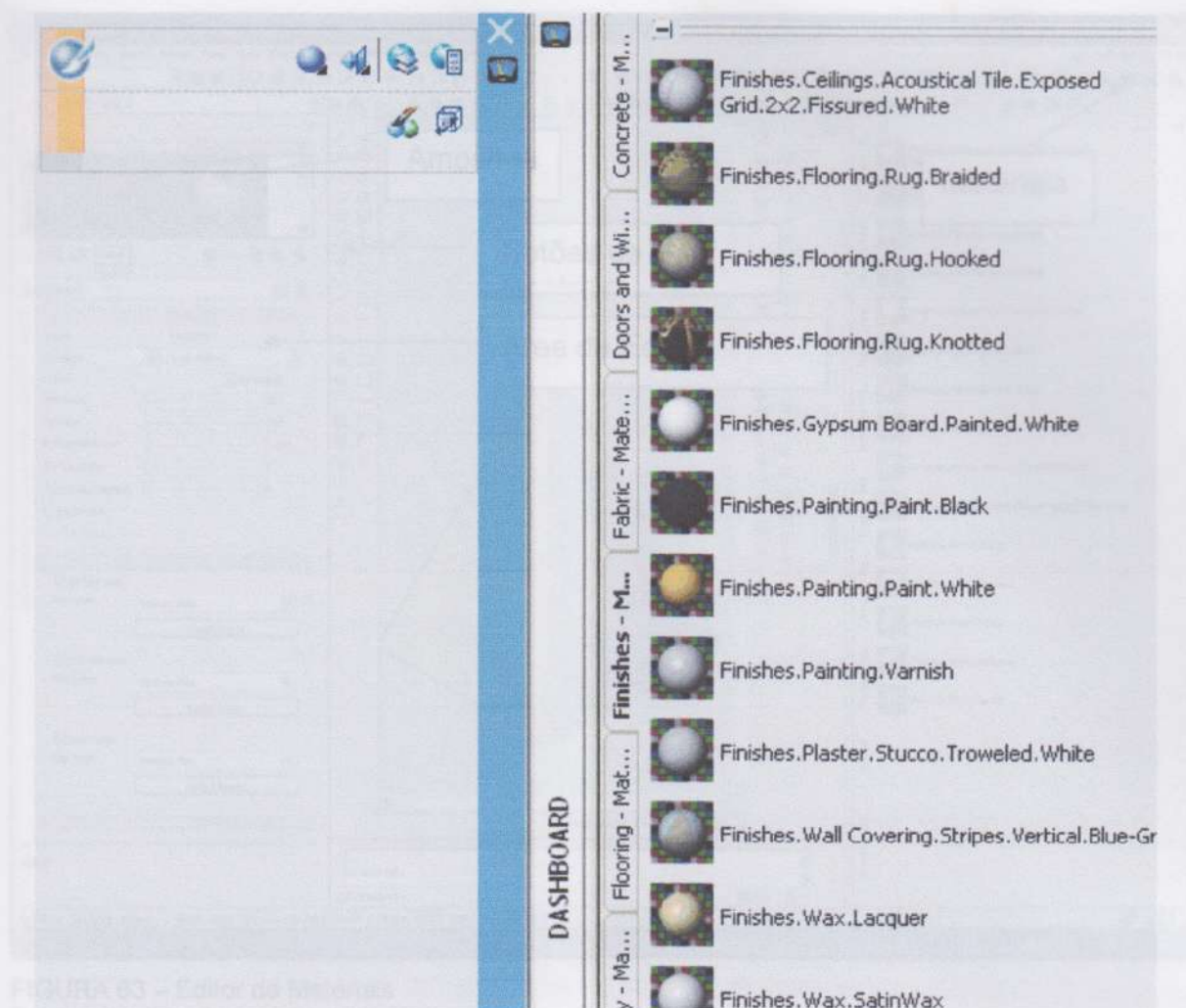


FIGURA 62 – Paleta Materials do Dashboard.
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.7.1 Aplicação de um Material-Padrão

Para aplicar um material padrão num objeto, basta clicar sobre a amostra do mesmo na Paleta do Dashboard. Nesse momento, o ponteiro do mouse se transforma num pincel e, a partir daí, qualquer objeto ou superfície que seja selecionado, adquirirá as características do mesmo.

6.7.2 Editor de Materiais

O gerenciamento dos materiais aplicados é feito através do Editor de Materiais que fica na Barra de Ferramentas RENDER e pode ser acessado pelo caminho VIEW → RENDER → MATERIALS.

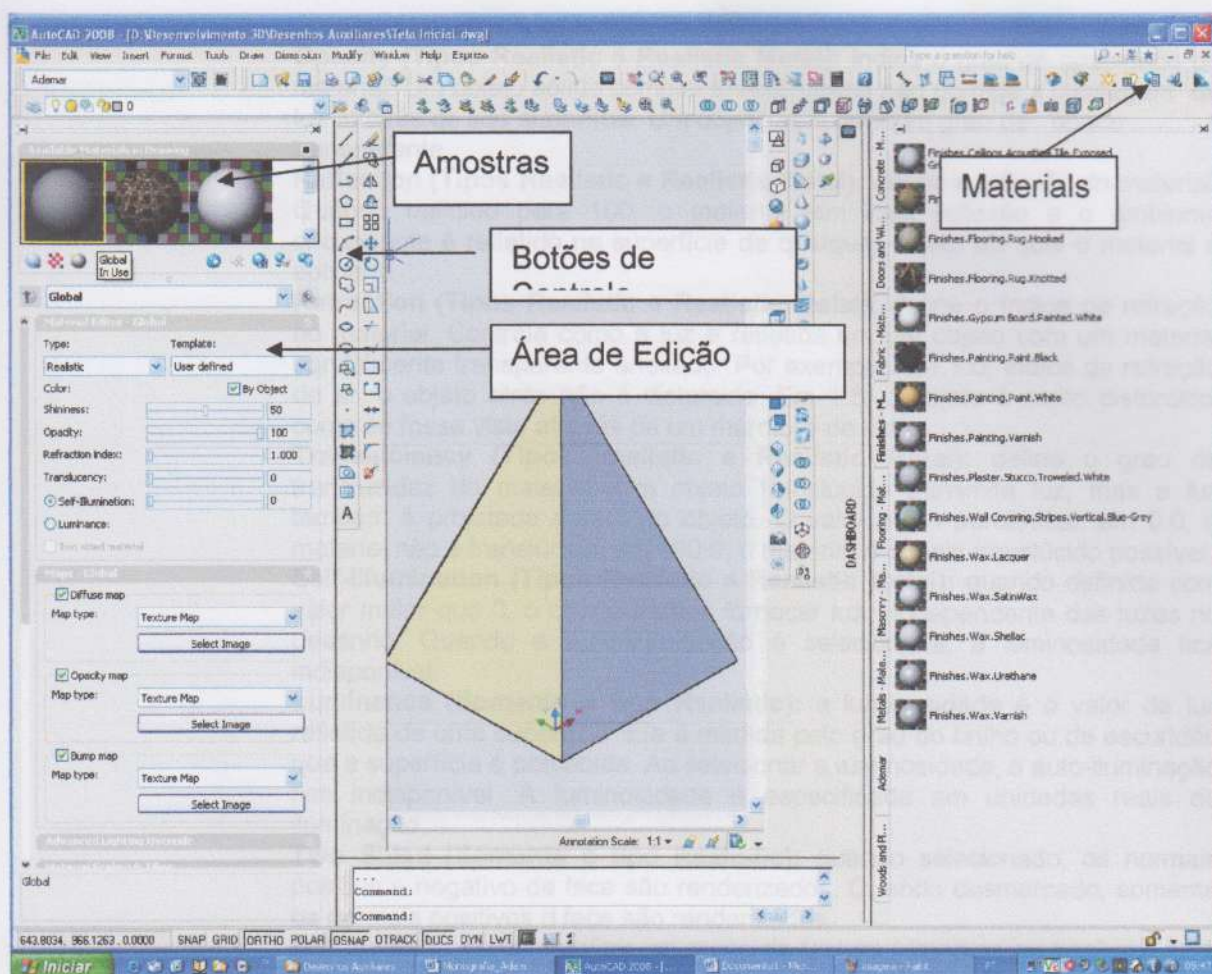


FIGURA 63 – Editor de Materiais
Fonte: Elaboração Própria (2008)

O Editor de Materiais é composto por três áreas:

- **Amostras:** apresenta o resultado dos materiais que estão carregados no desenho corrente.
- **Botões de controle:** controla a forma e aplicação do material.
- **Área de Edição:** controla as propriedades do material selecionado. De Baldam, Costa (2008, p.316) tiramos as seguintes definições:

Type: Especifica o tipo de material. Realistic e Realistic Metal são para materiais com base em qualidades físicas. Advanced e Advanced Metal são para materiais com mais opções incluindo propriedades que você pode usar para criar efeitos especiais. Por exemplo, reflexões.

Template: define o tipo do material: **Color (Tipos Realistic e Realistic Metal):** exibe a caixa de seleção de cor, na qual é possível especificar a cor difusa do material; **By Object (Tipos Realistic e Realistic Metal):** define a cor do material com base na cor do objeto ao qual está aplicado.

Ambient (Tipos Realistic e Realistic Metal): exibe a caixa de cor que aparece nas faces iluminadas.

Diffuse (Tipos Realistic e Realistic Metal): exibe a caixa de cor, onde você especifica a cor difusa do material, a qual é a cor principal do material.

Specular (Somente do tipo Advanced): exibe a caixa em que você especifica a cor de realce em um material brilhante. A intensidade do realce depende do brilho do material.

Shininess: define o brilho do material.

Opacity (Tipos Realistic e Realistic Metal): indica o grau de opacidade do material. Um objeto sólido completamente opaco não permite a passagem de luz através de sua superfície. Um objeto sem nenhum grau de opaco é transparente.

Reflection (Tipos Realistic e Realistic Metal): define a reflexão do material. Quando definido para 100, o material tem total reflexão e o ambiente circundante é refletido na superfície de qualquer objeto ao qual o material é aplicado.

Refraction (Tipos Realistic e Realistic Metal): define o índice de refração do material. Controla como a luz é refletida em um objeto com um material parcialmente transparente anexado. Por exemplo, em 1.0, índice de refração do ar, o objeto atrás não é distorcido. Em 1.5, o objeto é muito distorcido, como se fosse visto através de um mármore de vidro.

Translucency (Tipos Realistic e Realistic Metal): define o grau de translucidez do material. Um objeto translúcido transmite luz, mas a luz também é projetada dentro do objeto. O valor é um percentual: em 0.0, o material não é translúcido; em 100.0, o material é o mais translúcido possível.

Self-illumination (Tipos Realistic e Realistic Metal): quando definida com valor maior que 0, o objeto parece fornecer luz, independente das luzes no desenho. Quando a auto-iluminação é selecionada, a luminosidade fica indisponível.

Luminance (Somente o tipo Realistic): a luminosidade é o valor da luz refletida de uma superfície. Ela é medida pelo grau do brilho ou de escuridão que a superfície é percebida. Ao selecionar a luminosidade, a auto-iluminação fica indisponível. A luminosidade é especificada em unidades reais de iluminação.

Two Sided (Somente o tipo Realistic): quando selecionado, os normais positivo e negativo de face são renderizados. Quando desmarcado, somente os normais positivos de face são renderizados.

Diffuse Map: permite definir um mapa de textura (imagem ou foto) que será renderizado no objeto ou uma das opções: **Checker:** aplica um padrão quadrado de duas cores ao material; **Marble:** aplica um padrão de pedra ou um padrão de duas cores para formar uma imagem tipo mármore; **Noise:** aplica uma variação de duas cores ou dois mapas; **Speckle:** gera um padrão de superfície manchada; **Wave:** simula efeitos de água ou onda; **Wood:** cria a cor padrão de granulação da madeira.

Opacity map: define a transparência de um material ou seleciona um mapa de textura.

Bump map: define um mapa de profundidade. Por exemplo, se quiser gerar um material que tenha a superfície martelada, deve usar como mapa de profundidade uma imagem com aparência martelada. A parte mais escura do mapa fica em baixo relevo e a parte mais clara, em alto relevo.

6.8 TRATAMENTO DAS SUPERFÍCIES

Antes de se aplicar os materiais aos objetos do desenho, é conveniente que se trate as superfícies dos mesmos, para que, no futuro, caso seja necessário alguma alteração no acabamento, se possa efetuar-la com facilidade.

Neste caso, foram tratadas as paredes de fachada de um edifício como se fossem uma segunda "pele" das mesmas. Para isso, em primeiro lugar definiu-se layers para cada material que compõe a fachada. Depois disso, utiliza-se o comando Copy Faces da Barra de Ferramentas Solid Editind que transforma a face de um sólido numa superfície que admite inclusive a aplicação de materiais e texturas. Em

cada fachada, essas superfícies foram transformadas numa “pele” única através do comando booleano ADD da mesma barra de ferramentas.

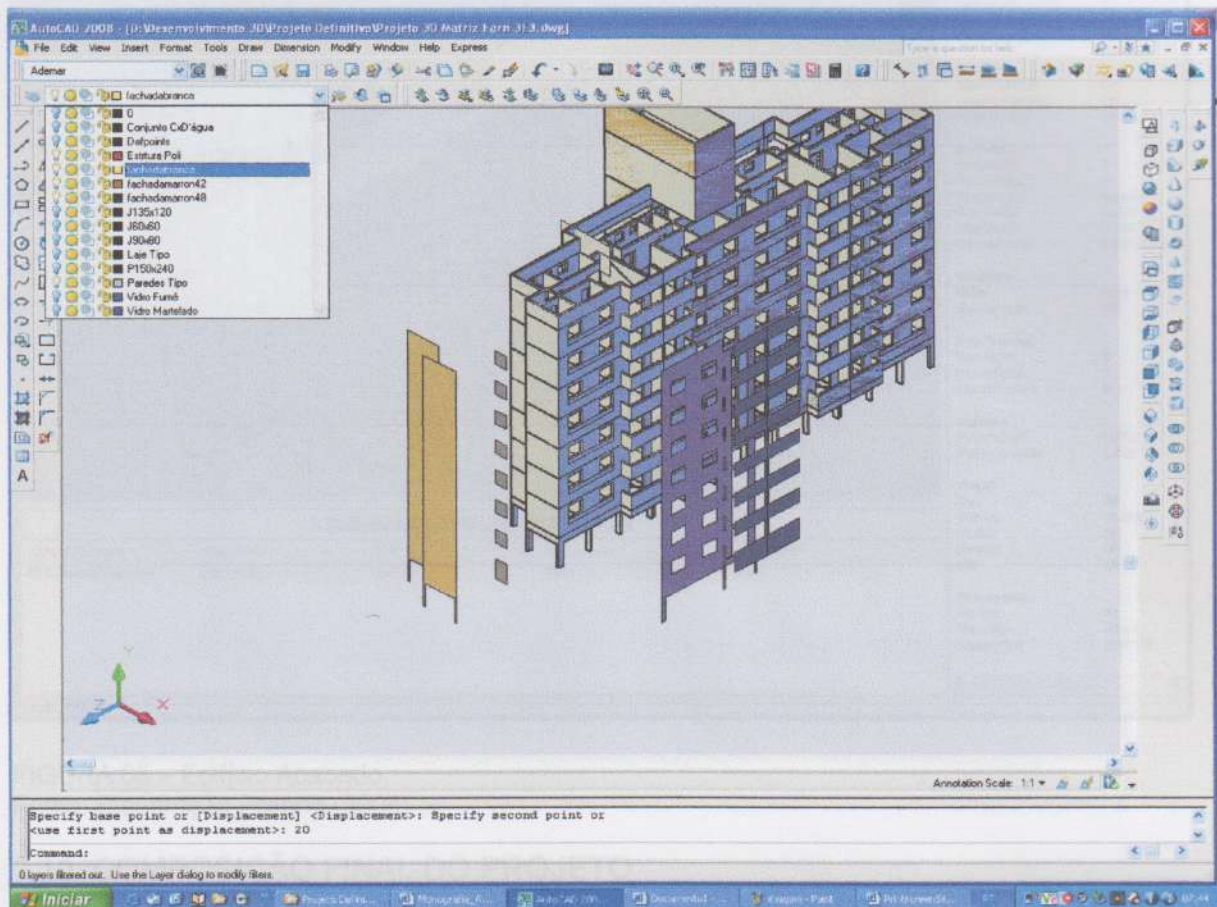


FIGURA 64 – Tratamento das Superfícies
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.9 ACABAMENTO FINAL DE UM EDIFÍCIO

Aplicados todos os materiais de acabamento de um edifício, renderiza-se o desenho em vários ângulos para se ter certeza que todos os detalhes estão realmente nos seus lugares. Caso esteja tudo de acordo, transforma-se todo o edifício num bloco, pois ainda vai ser implantado na Planta de Situação do projeto, aplicando-se uma cópia dele em cada uma das sete posições de projeto e para isso, é muito mais fácil lidar com um bloco.

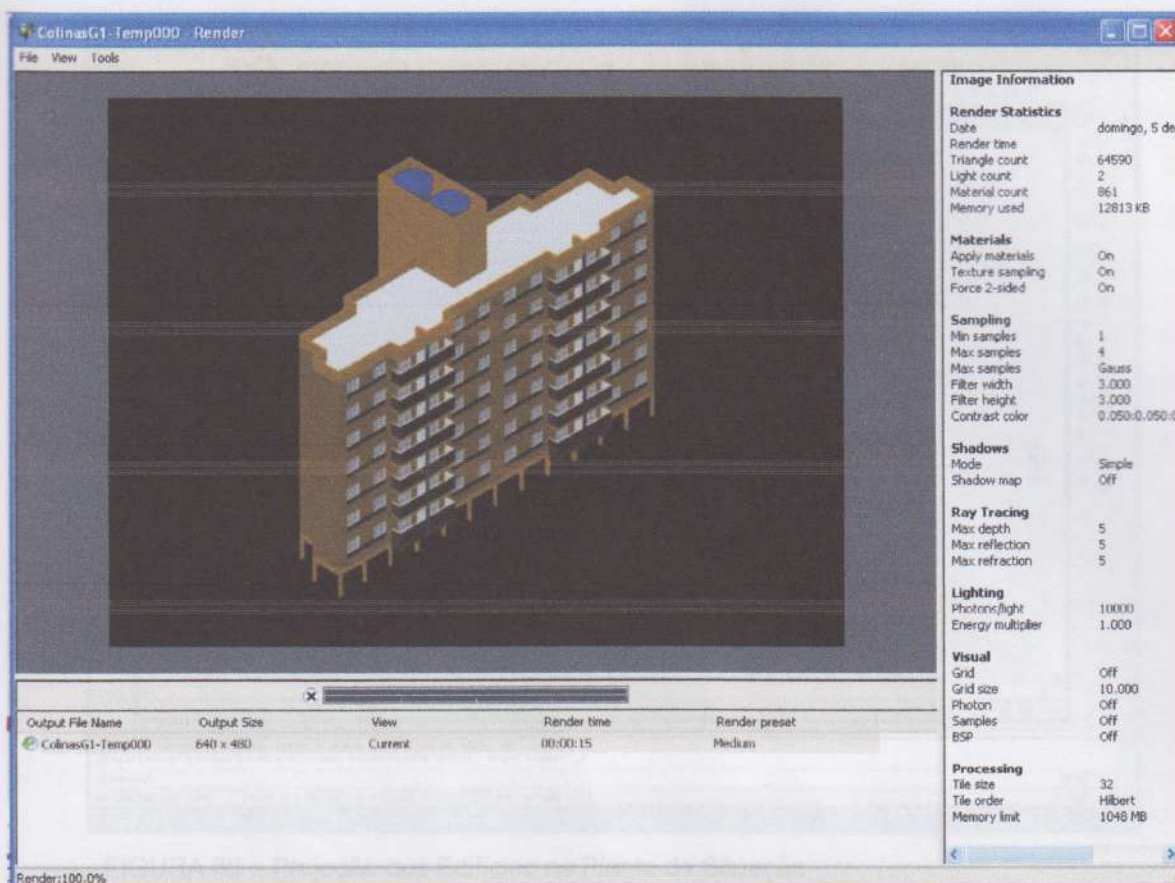


FIGURA 65 – Edifício Acabado.
Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.10 COMPOSIÇÃO FINAL DO PROJETO

6.10.1 Implantação dos Edifícios no Terreno

A primeira providência que se tomou foi colocar a projeção de cada edifício na Planta de Situação apresentada pela Autora do Projeto. A seguir, copiou-se o bloco correspondente a um edifício na posição exata do projeto. Desenhamos o muro com as ferramentas utilizadas nos desenhos até agora.

FIGURA 67 – Edifícios Implantados no Terreno
Fonte: Elaboração Própria (2008)

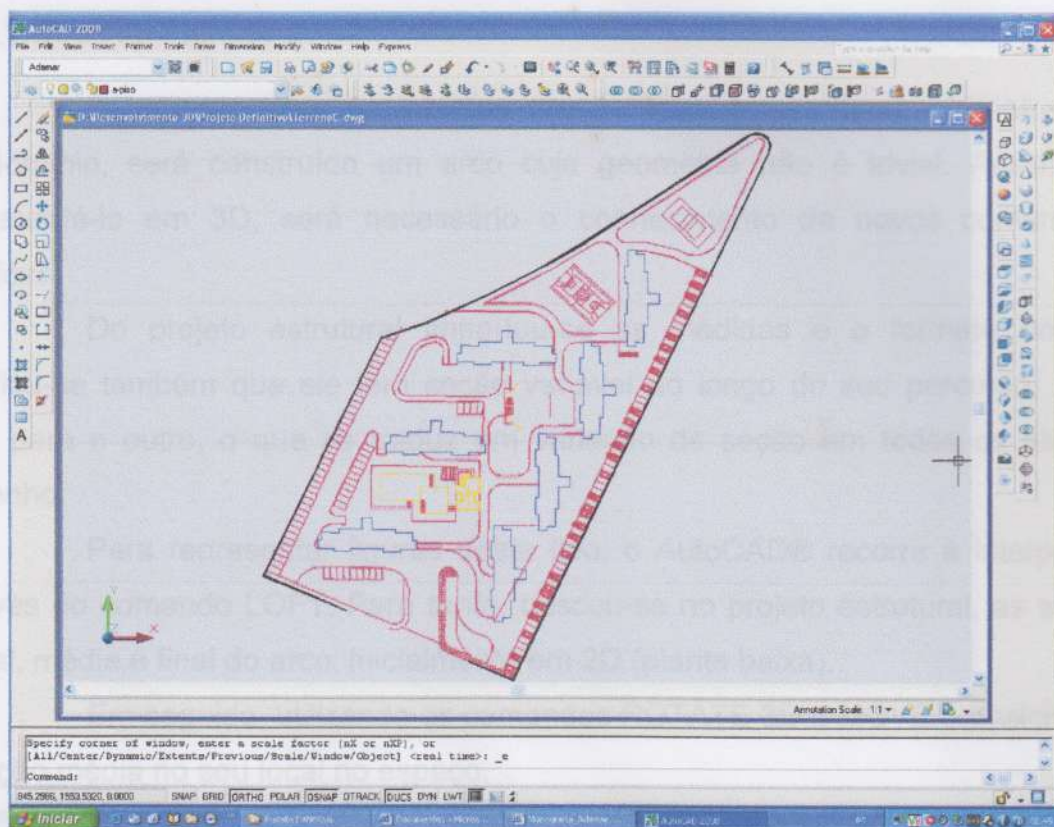


FIGURA 66 – Projeção dos Edifícios na Planta de Situação
 Fonte: Elaboração Própria (2008)

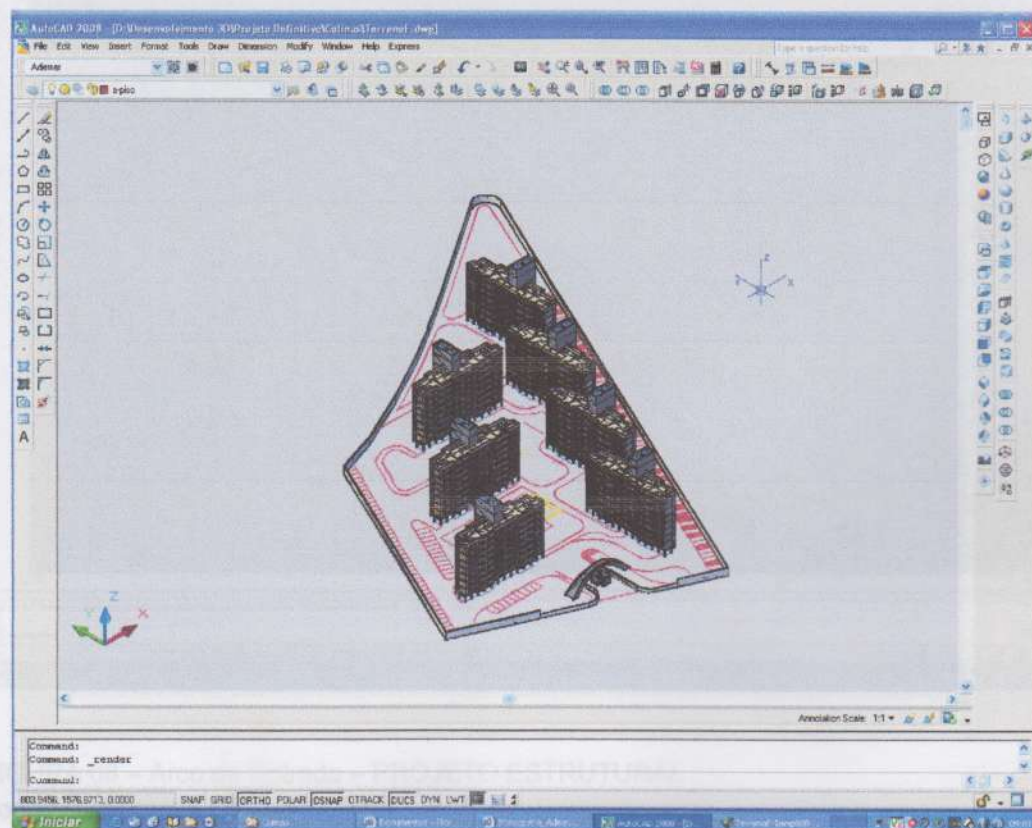


FIGURA 67 – Edifícios Implantados no Terreno
 Fonte: Elaboração Própria (2008)

6.10.2 Arco de Entrada

De acordo com os projetos arquitetônico e estrutural, na entrada do condomínio, será construído um arco cuja geometria não é trivial. Assim, para representá-lo em 3D, será necessário o conhecimento de novos comandos e técnicas.

Do projeto estrutural importou-se as medidas e o formato do arco. Verifica-se também que ele tem seção variável ao longo do seu percurso, de um lado para o outro, o que se traduz em variação de seção em todos os eixos do desenho.

Para representar figuras deste tipo, o AutoCAD® recorre à interpolação através do comando LOFT. Para tanto, buscou-se no projeto estrutural, as seções: inicial, média e final do arco, inicialmente em 2D (planta baixa).

Em seguida, utilizando os comandos ROTATE 3D e MOVE e posiciona-se a seção média no seu local no espaço.

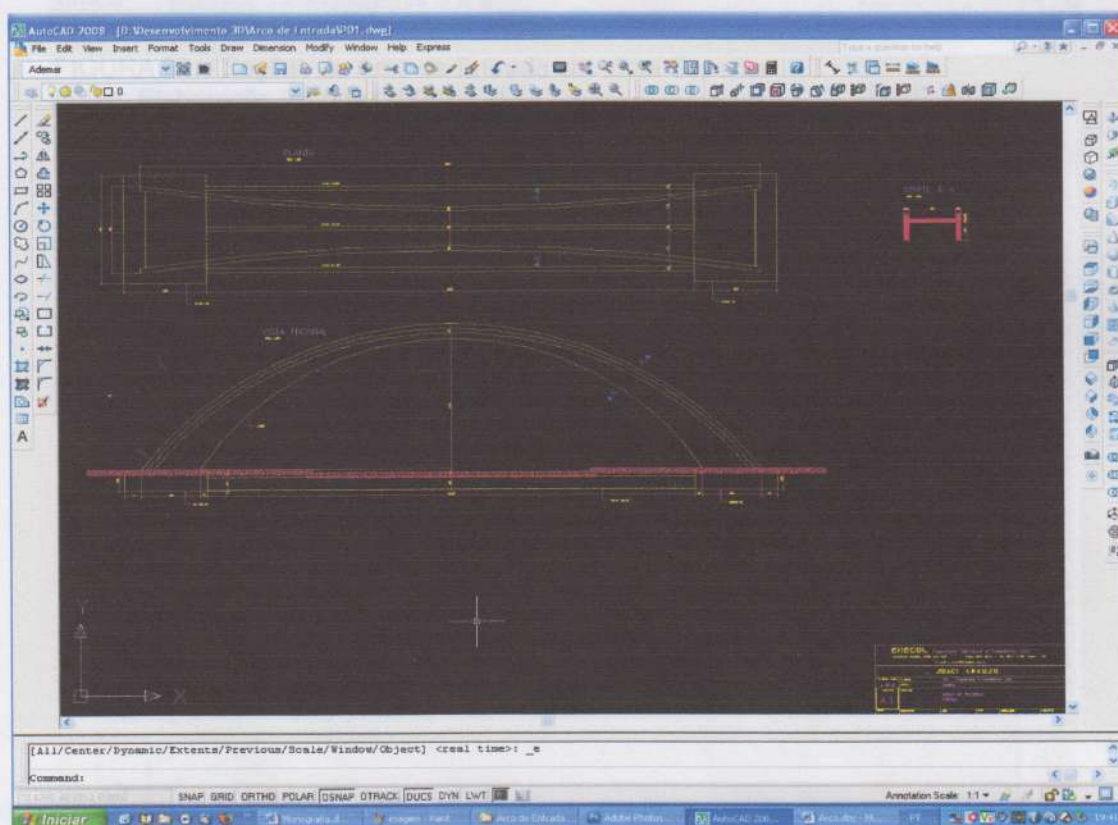


FIGURA 68 – Arco de Entrada – PROJETO ESTRUTURAL

Fonte: Elaboração Própria (2008)

FIGURA 70 – Análise do Arco Posicionada no Espaço 3D
Fonte: Elaboração Própria (2008)

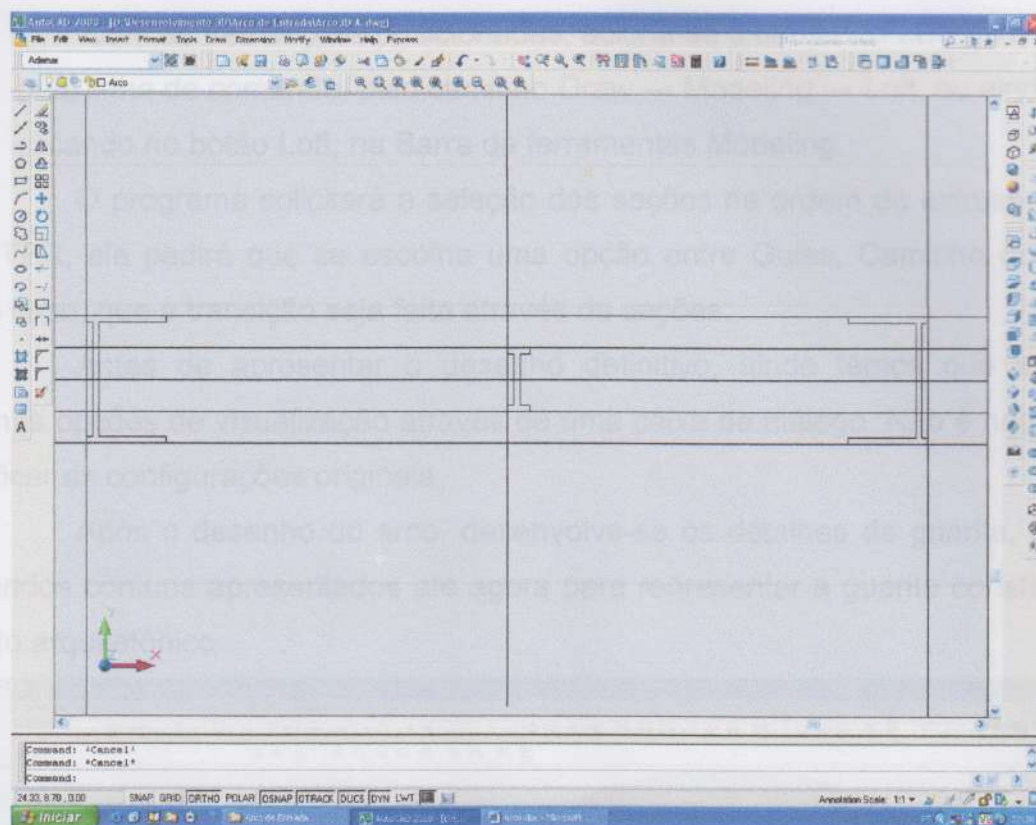


FIGURA 69 – Seções do Arco de Entrada em Vista Superior
Fonte: Elaboração Própria (2008)

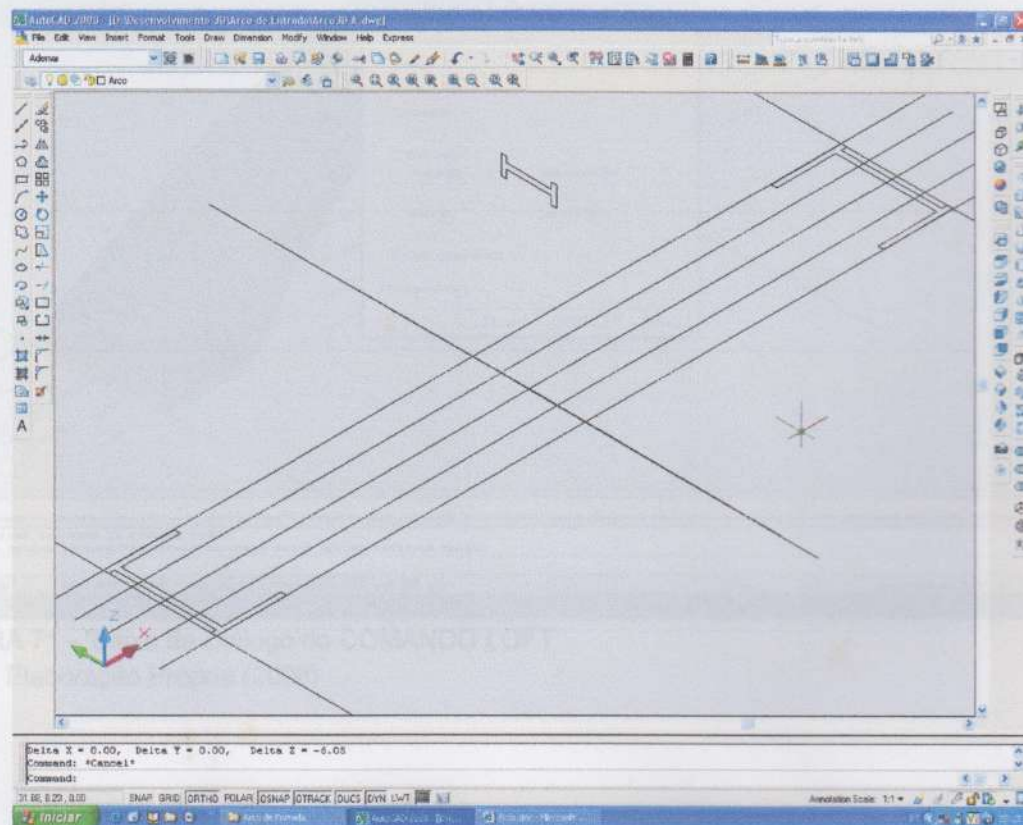


FIGURA 70 – Seções do Arco Posicionadas no Espaço 3D
Fonte: Elaboração Própria (2008)

Com as três seções posicionadas, aciona-se o comando LOF (Transição) pela linha de comando, pelo caminho Draw → Modeling → Loft, ou ainda clicando no botão Loft, na Barra de ferramentas Modeling.

O programa solicitará a seleção das seções na ordem de extrusão. Após o ENTER, ele pedirá que se escolha uma opção entre Guias, Caminho ou, como neste caso, que a transição seja feita através de seções.

Antes de apresentar o desenho definitivo, ainda temos que escolher algumas opções de visualização através de uma caixa de diálogo. Não é necessário modificar as configurações originais.

Após o desenho do arco, desenvolve-se os detalhes da guarita, com os comandos comuns apresentados até agora para representar a guarita constante no projeto arquitetônico.

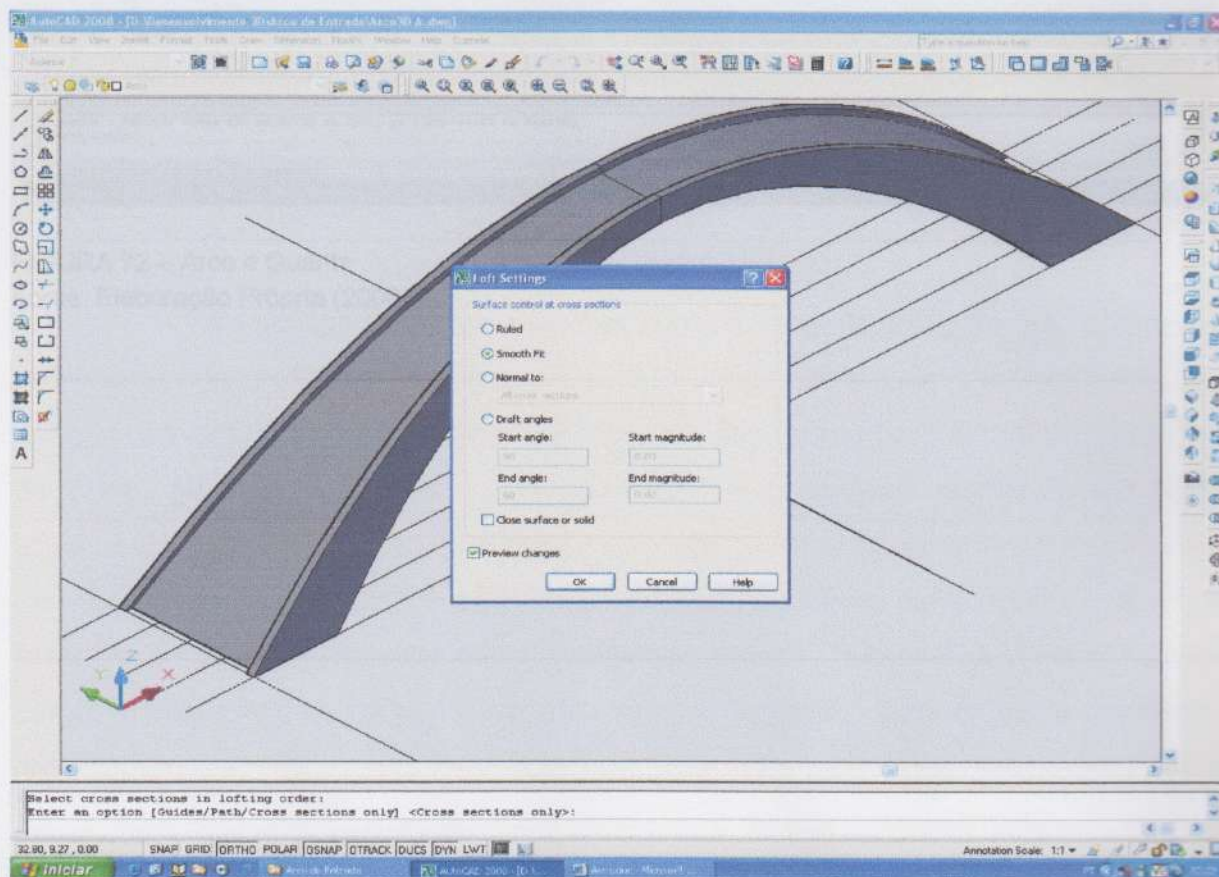


FIGURA 71 – Caixa de Diálogo do COMANDO LOFT

Fonte: Elaboração Própria (2008)

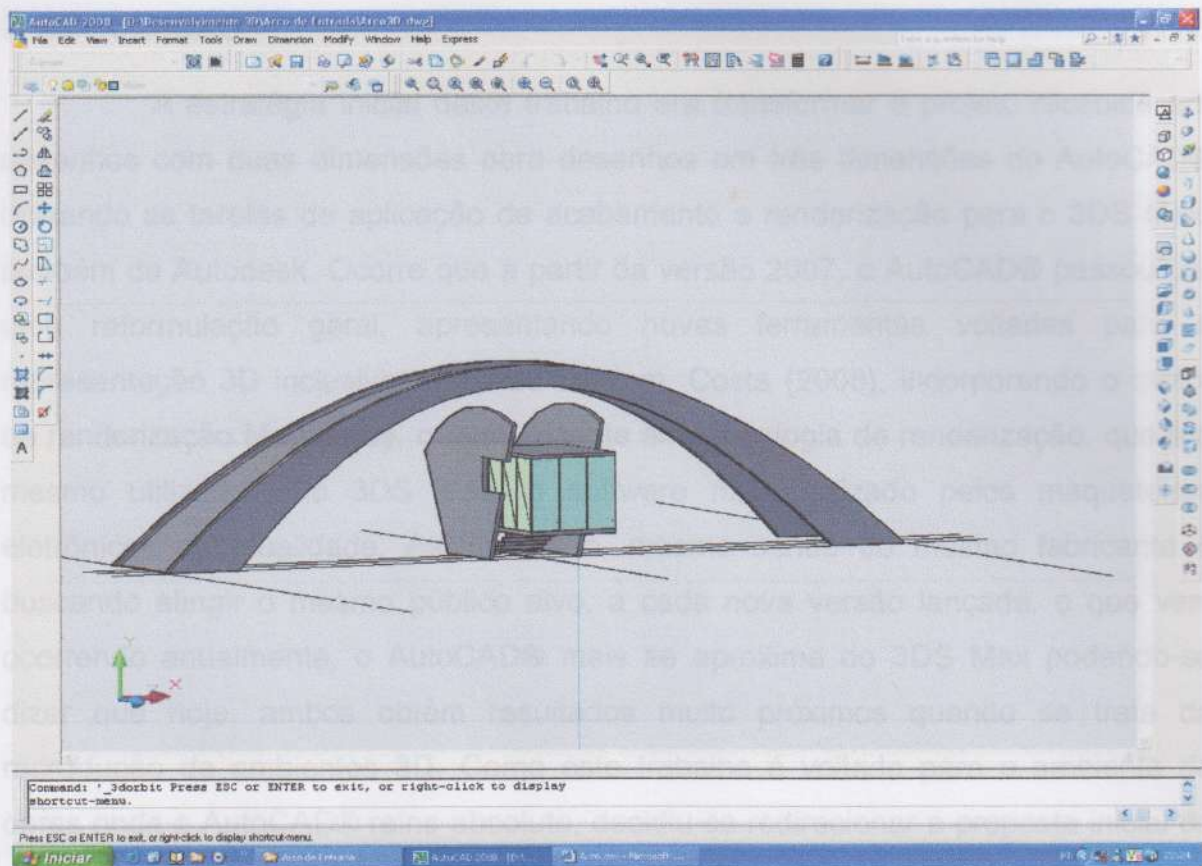


FIGURA 72 – Arco e Guarita

Fonte: Elaboração Própria (2008)

7 CONCLUSÃO

A estratégia inicial deste trabalho era transformar o projeto recebido em desenhos com duas dimensões para desenhos em três dimensões no AutoCAD® deixando as tarefas de aplicação de acabamento e renderização para o 3DS Max, também da Autodesk. Ocorre que a partir da versão 2007, o AutoCAD® passou por uma reformulação geral, apresentando novas ferramentas voltadas para a representação 3D inclusive, segundo Baldam, Costa (2008), incorporando o motor de renderização MentalRay, o mais recente em tecnologia de renderização, que é o mesmo utilizado pelo 3DS Max, o software mais utilizado pelos maqueteiros eletrônicos na atualidade. Assim sendo, mesmo sendo do mesmo fabricante e buscando atingir o mesmo público alvo, a cada nova versão lançada, o que vem ocorrendo anualmente, o AutoCAD® mais se aproxima do 3DS Max podendo-se dizer que hoje, ambos obtêm resultados muito próximos quando se trata da reprodução de ambientes 3D. Como este trabalho é voltado para o ambiente de obras onde o AutoCAD® reina absoluto, decidiu-se redirecionar a proposta inicial do projeto para o desenvolvimento todo nesse software, contando para isso com a benevolência e o incentivo do orientador deste trabalho.

A precisão tanto nas medidas como no posicionamento dos objetos é o ponto forte do AutoCAD® e talvez seja a maior razão por ele ser o software adotado em quase 100% dos escritórios de engenharia e arquitetura bem como nos canteiros de obras ao redor do mundo. Os comandos e operações apresentados neste trabalho mostram apenas a parte mais importante para o desenvolvimento proposto no projeto, embora se constitua numa ínfima parte do que o AutoCAD® é capaz de fazer. A profusão de recursos não permitiu que se entrasse mais a fundo em áreas como: tratamento de superfícies através de texturas, iluminação e câmeras, recentemente aperfeiçoadas pela Autodesk, pois cada uma delas, certamente por si só, constituiriam um volume bem mais consistente do que o deste trabalho.

No entanto, os resultados visuais obtidos no desenvolvimento deste projeto que são apresentados nas Figuras 73 -76 demonstram, por si só, o quanto o domínio de uma ferramenta 3D por parte dos técnicos poderá ser útil ajudar a tornar mais fluida a comunicação entre eles e os leigos, de alguma forma envolvidos em projetos de engenharia ou arquitetura, evitando interpretações equivocadas de projeto ou erros de execução tão freqüentes em canteiros de obras.

Durante o aprendizado do AutoCAD® 3D, o potencial desta ferramenta foi gradativamente se apoderando dos rumos deste projeto, apontando para a fatalidade de sua utilização na terceira dimensão nos ambientes de construção civil em muito pouco tempo, já que o software é o mesmo tanto para 2D quanto para 3D e já está presente na quase totalidade dos canteiros. Esta foi uma das razões mais fortes para ter sido feito o redirecionamento deste estudo exclusivamente para a sua utilização.

No desenvolvimento deste trabalho, procurou-se adotar soluções geométricas e até mesmo o linguajar mais próximo do adotado nos canteiros de obras de construção na esperança de que o material aqui apresentado possa servir como ponto de partida para futuros trabalhos no gênero, ou para facilitar o aprendizado a pessoas pertencentes a este meio que estejam começando a trabalhar com as ferramentas 3D apresentadas, uma vez que a literatura nacional sobre o assunto é muito pobre, e, quando existe, não tem seu foco apontado para o ambiente que mais a utiliza.

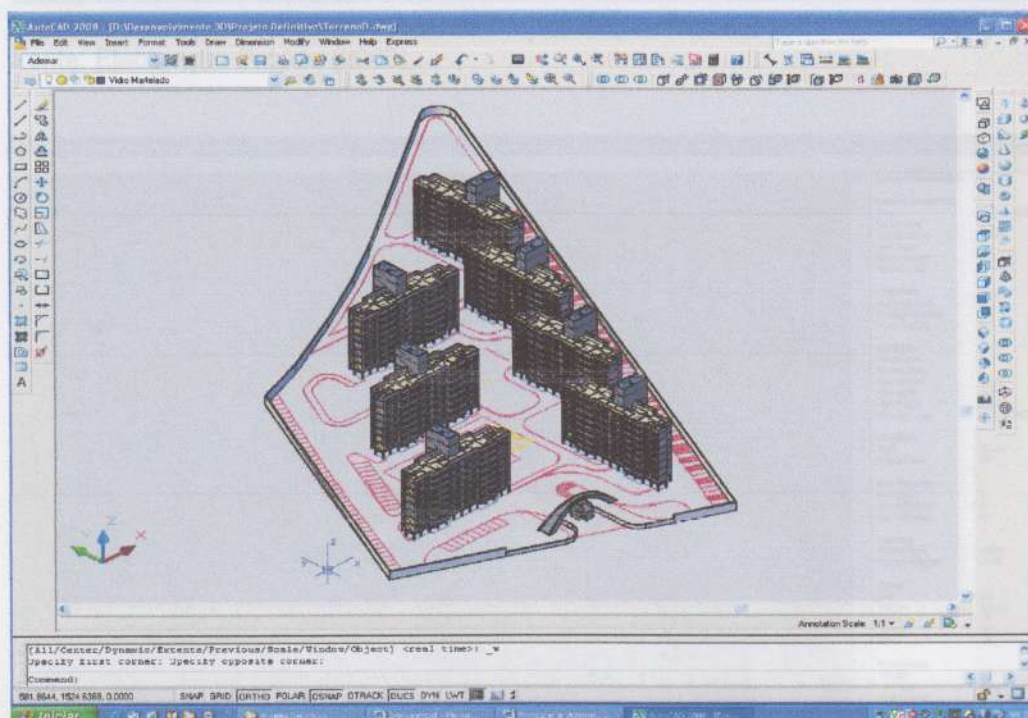


FIGURA 73 – Representação Virtual do Projeto Arquitetônico I
Fonte: Elaboração Própria (2008)

FIGURA 75 – Projeto Fundações – Ângulo I
Fonte: Elaboração Própria (2008)

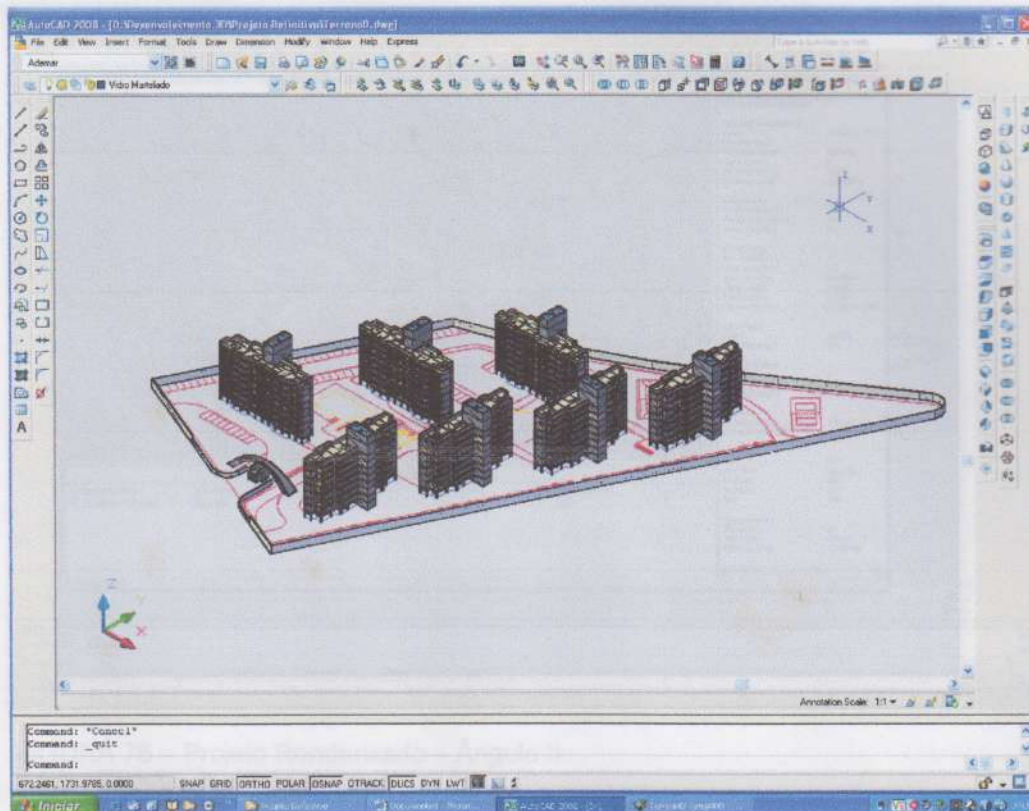


FIGURA 74 – Representação Virtual do Projeto Arquitetônico II
Fonte: Elaboração Própria (2008)

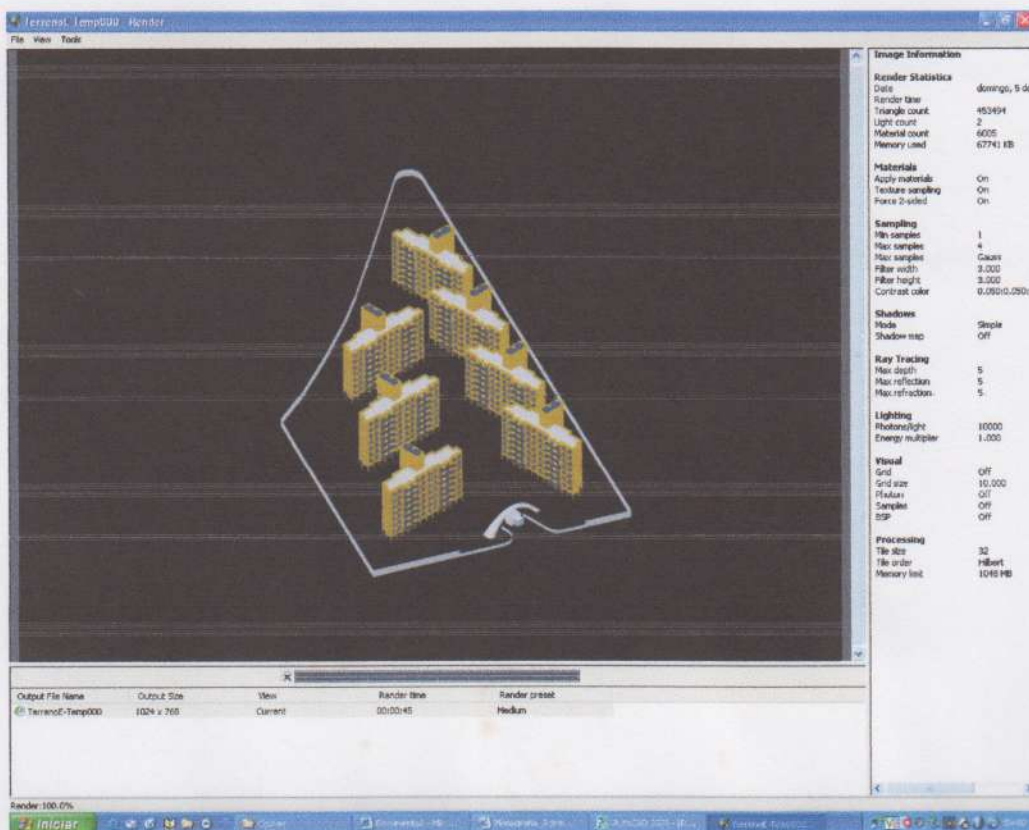


FIGURA 75 – Projeto Renderizado – Ângulo I
Fonte: Elaboração Própria (2008)

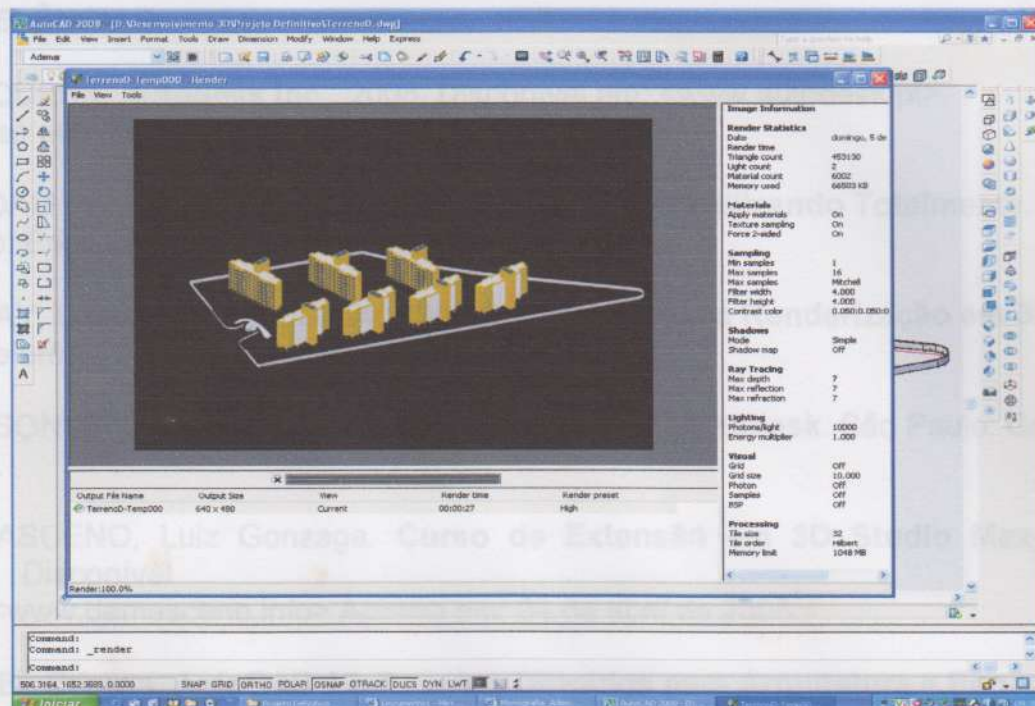


FIGURA 76 – Projeto Renderizado – Ângulo II
Fonte: Elaboração Própria (2008)

REFERÊNCIAS

AUTODESK. **Autodesk Inc.**, 2008. Disponível em: <www.autodesk.pt>. Acesso em: 23 de março 2008.

BALDAM Roquemar; COSTA, Lourenço. **AutoCAD® Utilizando Totalmente**. São Paulo: Érica Ltda, 2008.

BUGAY, Edson Luiz. **AutoCAD® 2008 Da Modelagem à Renderização em 3D:Guia de Referência**. São Paulo: Visual Books, 2007.

CUSSON, Roger et al.. **3DS Max: Guia Autorizado Autodesk**. São Paulo: Campu 2007.

DAMASCENO, Luiz Gonzaga. **Curso de Extensão em 3D Studio Max**, 2008. Disponível em: <www.damasceno.info> Acesso em: 04 de abril de 2008.

GOBBI, Cristina. **AutoCAD 12, Estudos Dirigidos para Arquitetura e Engenharia**. São Paulo: Érica Ltda, 1994.

HIERTZ, Jose Guillermo Landi. **A Popularização da Computação Gráfica e os Atores Digitais**, 2008. Disponível em: <www.ufscar.br/~cinemais/> Acesso em: 30 de março 2008

LIMA, Cláudia Campos. **Estudo Dirigido de AutoCAD® 2007**. São Paulo:Érica Ltda, 2008.

MATTHEWS, Brian. **AutoCAD 2000 3D**. São Paulo: Market Books do Brasil, 1999.

OLIVEIRA, Adriano. **AutoCAD® Modelagem 3D e Renderização em Alto Nível**. São Paulo, 2008.

VENDITTI, Marcus Vinicius dos Reis. **Desenho Técnico sem Prancheta com AutoCAD 2008**. São Paulo: Visual Books, 1999.

APÊNDICE A - PRINCIPAIS COMANDOS

TIPO DE AÇÃO	ÍCON	COMANDO	FUNÇÃO
MODIFICAR		Erase	Apaga o objeto selecionado.
		Copy	Copia o objeto selecionado. Solicita o ponto base ou o deslocamento e a seguir o segundo ponto.
		Move	Desloca o objeto selecionado. Solicita informações de linha de espelhamento.
		Offset	
		Array	Copia objetos de forma repetitiva. Solicita n° de linhas, n° de colunas e distância entre elas.
		Mirror	Mirra o objeto selecionado. Solicita o ponto base ou o deslocamento e a seguir o segundo ponto.
		Rotate	Rotaciona o objeto selecionado. Solicita o ponto e a seguir informações sobre o ângulo de rotação.
		Trim	Elimina as partes planejadas entre dois objetos. Solicita direção ou qualquer ponto de referência, a seguir seleciona o elemento a eliminar.
		Extend	Estende uma linha até um outro objeto. Clique na reta a ser estendida e depois sobre o objeto.
		Chamfer	Cria um chanfro entre 2 linhas. Solicita a distância do chanfro.
		Fillet	Desliza a tangência entre dois objetos. Solicita o tipo de conexão: 2D e 3D.
		Explode	Divide polylines, sólidos e blocos de comandos primitivos. Bloqueia atributos padrões em propriedades individuais.
DIMENSÃO		Line	Desenha uma linha na tela. Solicita o 1° ponto e a seguir o 2° ponto.
		Paralelo	Desenha uma paralela de linhas 2D ou 3D na tela. Solicita os pontos de tangência. Ao final tem a opção sobre o deslocar a polyline.
		Radius	Desenha polilinhas regulares de 3 a 1024 lados. Solicita o n° de lados, o raio e o tipo de conexão.
		Tangente	Desenha uma tangente na tela. Solicita o 1° ponto, a seguir os dois pontos e o deslocar da tangente para cima ou X.

APÊNDICE

APÊNDICE A - PRINCIPAIS COMANDOS

TOOLBAR	BOTÃO	COMANDO	FUNÇÃO
MODIFY (2D)		Erase	Apaga o objeto selecionado.
		Copy	Copia o objeto selecionado. Solicita o ponto base ou o deslocamento e a seguir o segundo ponto.
		Mirror	Espelha o objeto selecionado. Solicita informações da linha de espelhamento
		Offset	
		Array	Copia objetos de forma matricial. Solicita n° de linhas, n° de colunas e distância entre elas.
		Move	Move o objeto selecionado. Solicita o ponto base ou o deslocamento e a seguir o segundo ponto.
		Rotate	Rotaciona o objeto selecionado. Solicita o ponto e a seguir informações sobre o ângulo de rotação.
		Trim	Elimina arestas passantes entre dois objetos. Botão direito em qualquer ponto da tela, a seguir seleciona o elemento a eliminar.
		Extend	Estende uma linha até um outro objeto. Clicar na reta a estender +clique botão direito + clique no objeto
		Chamfer	Cria um chanfro entre 2 linhas. Solicita a dimensão do chanfro.
		Fillet	Suaviza a concordância entre dois objetos. Solicita o raio de concordância. 2D e 3D.
		Explode	Retorna polylines, sólidos e blocos às condições primitivas. Blocos aninhados podem ser explodidos sucessivamente.
		Line	Desenha uma linha na tela. Solicita o 1º ponto e a seguir o 2º ponto.
		Polyline	Desenha uma sequência de linhas e/ou arcos na tela. Solicita os pontos de forma sequencial. Ao final tem a opção close de fechar a polyline.
		Poligon	Desenha polígonos regulares de 3 a 1024 lados. Solicita o n° de lados, o centro e o raio circunscrito.
		Rectangle	Desenha um retângulo na tela. Solicita o 1º ponto, a área ou as dimensões e o ângulo em relação ao eixo X.

		Arc	Desenha um arco de circunferência na tela. Solicita informações básicas.
		Circle	Desenha um círculo na tela. Solicita informações básicas.
		Ellipse	Desenha uma elipse na tela. Solicita o centro e a excentricidade ou o centro e 2 pontos.
		Make Block	Agrupar objetos num bloco. Solicita um nome e a seleção dos objetos. Ponto de inserção opcional.
		Point	Desenha um ponto na tela. Solicita a posição.
		Hach	Desenha hachuras numa área fechada. Solicita modelo de hachuras e a seleção da área fechada.
		Region	Transforma áreas fechadas em objetos passíveis de operações booleanas como union, subtract ou intercept.
INQUIRY		Distance	Apresenta a distância entre dois pontos selecionados sequencialmente.
		List	Lista as características dos objetos selecionados tais como: quantidade, perímetro, área, volume etc.
ZOOM		Zoom Window	Enquadra o objeto selecionado na maior tela possível.
		Zoom Extents	Enquadra todos os objetos do projeto na maior tela possível de caber todos.
LAYERS II		Layer Isolate	Isola os objetos de um layer, desligando todos os outros.
		Layer Unisolate	Retoma os layers isolados pelo Layer Isolate.
		Layer Walk	Permite isolar vários layers, desligando os restantes.
VISUAL STYLES		3D Wireframe Visual Style	Apresenta as arestas dos objetos em forma de arame, mas permite vê-los em perspectiva.
		3D Hidden Visual Style	Mostra os objetos usando a representação 3D aramado, ocultando as faces da parte de trás dos sólidos.
		Realistic Visual Style	Sombreia os objetos simulando volumetria. Suaviza as bordas. Apresenta os materiais aplicados aos objetos.
		Conceptual Visual Style	Melhora a visualização sombreando os objetos, suavizando suas bordas. Usa gradação de cores.
ORBIT		Constrained Orbit	Permite rotacionar a visualização ao longo do plano XY ou do eixo Z permitindo observar o desenho de diferentes visualizações.
		Free Orbit	Permite rotacionar a visualização em qualquer direção sem referência a qualquer plano ou eixo.
MODELING		Polysolid	Cria paralelepípedos interligados. Semelhante a um muro. Solicita a altura e a espessura e os pontos em sequência.
		Box	Desenha um paralelepípedo. Tem a opção de cubo. Solicita as dimensões.

3D DRAFTING		Wedge	Desenha uma cunha. Solicita distâncias ou localização de pontos.
		Cone	Desenha um cone. Solicita o raio / diâmetro e a altura.
		Sphere	Desenha uma esfera. Solicita o centro, o raio / diâmetro ou outras dados alternativos.
		Cylinder	Desenha um cilindro. Solicita o raio / diâmetro e a altura.
		Torus	Desenha um torus. Solicita os raios / diâmetros do torus e do tubo.
		Pyramid	Desenha uma pirâmide regular. Solicita dados básicos da base e altura.
		Helix	Desenha uma hélice. Solicita os raios / diâmetros das bases e a altura.
		Planar Surface	Cria uma superfície plana através de uma área fechada. Solicita informar os pontos de contorno ou o objeto.
		Extrude	Extruda uma linha formando uma superfície se ela for aberta ou um sólido, se fechada. Solicita a altura de extrusão. Permite definir um ângulo de afilamento.
		Presspull	Permite mover um objeto sobre um sólido rebaixando ou vazando-o totalmente ao empurrá-lo ou criando um novo sólido ao puxar o objeto.
		Sweep	Cria um sólido ou uma superfície perfilando um objeto aberto ou fechado ao longo de um caminho especificado.
		Revolve	Cria um sólido ou uma superfície por revolução de um objeto aberto ou fechado.
		Loft	Cria um sólido por interpolação, concordando 2 ou mais seções. Solicita a seleção das seções sequencialmente.
		Union	Executa a soma booleana de duas superfícies ou de dois sólidos. Solicita a seleção dos objetos.
MODELING (3D)		Subtract	Cria uma região composta pela subtração booleana de duas ou mais superfícies ou sólidos. Solicita 1º o objeto fonte da subtração e 2º o que será subtraído.
		Intersect	Executa a interseção booleana de duas superfícies ou sólidos.
		3D Move	Move um objeto ao longo de um dos eixos X, Y, Z. Solicita o ponto base (referência) de partida, apresenta os eixos para escolha e pede o valor do deslocamento.
		3D Rotate	Rotaciona um objeto paralelo a um dos eixos. Solicita o ponto de referência, apresenta os eixos para escolha e pede o ângulo de rotação.
VIEW		3D Align	Permite alinhar objetos. Solicita informação de um, dois ou três pontos de origem e um, dois outros de destino.
		Top	Apresenta o desenho em vista de topo.

		Bottom	Apresenta a vista inferior do desenho.
		Left	Apresenta a vista esquerda do desenho.
		Right	Apresenta a vista esquerda do desenho.
		Front	Apresenta a vista frontal do desenho.
		Back	Apresenta a vista posterior do desenho.
		SW Isometric	Visão isométrica Sudoeste.
		SE Isometric	Visão isométrica Sudoeste.
		NE Isometric	Visão isométrica Sudoeste.
		NW Isometric	Visão isométrica Sudoeste.
		Create Camera	Cria uma câmera e simula uma vista através dela. Inicialmente solicita dados da câmera, depois se passa a vista da câmera.
SOLID EDITING		Move Faces	Permite mover as faces selecionadas de um objeto sólido. Semelhante ao Move.
		Taper Faces	Permite mover as faces selecionadas de um objeto sólido. Semelhante ao Move.
		Copy Faces	Copia a(s) face(s) selecionada(s) de um sólido. Semelhante ao Copy 2D.
RENDER		Render	Renderiza a cena aplicando os materiais, sombras e texturas ou, caso não existam, na configuração básica.
		New Point Light	Simula uma lâmpada incandescente. Irradia em todas as direções.
		New Spot Light	Simula um reflector, ou seja, um foco de luz dirigido. Controla-se a direção do foco e o tamanho do cone. Sua intensidade diminui com a distância.
		New Distant Light	Luz distante. Pode ser equivalente à luz do sol.
		Geographic Location	Configura o AutoCAD® de acordo com a posição geográfica escolhida. Pode-se escolher uma cidade no mapa mundi ou informar latitude e longitude.
		Materias	Define a cor, textura com brilho, rugosidade, transparência. Dão realismo às cenas renderizadas.
		Planar Mapping	Aplica o mapeamento plano às faces do objeto selecionado
		Box Mapping	Aplica o mapeamento de caixa às faces do objeto selecionado

	Spherical Mapping	Aplica o mapeamento de forma esférica às faces do objeto selecionado. Recomendado para objetos esféricos.
	Cylindrical Mapping	Aplica o mapeamento de caixa às faces do objeto selecionado. Recomendado para objetos cilíndricos
	Render Environment	Define propriedades do ambiente como efeitos atmosféricos ou imagens de fundo..
	Advanced Render Settings	Define ajustes avançados de renderização