

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

CONSTRUÇÃO DA PLATAFORMA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE
DOS USUÁRIOS DE ÔNIBUS DA AVENIDA BERNARDO VIEIRA
EM AMBIENTE 3D ESTILO CARTOON

DAMIÃO NERIVON ALVES DA SILVA

CONSTRUÇÃO DAS PLATAFORMAS DE EMBARQUE E DESEMBARQUE
DOS USUÁRIOS DE ÔNIBUS DA AVENIDA BERNARDO VIEIRA
EM AMBIENTE 3D ESTILO CARTOON

NATAL/RN

2008

DAMIÃO NERIVON ALVES DA SILVA

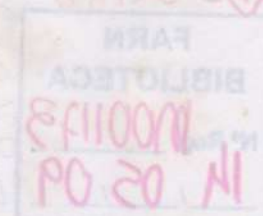
**CONSTRUÇÃO DA PLATAFORMA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE
DOS USUÁRIOS DE ÔNIBUS DA AVENIDA BERNARDO VIEIRA
EM AMBIENTE 3D ESTILO CARTOON**

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 a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Luiz Gonzaga Damasceno, M. Sc.

NATAL/RN

2008



DAMIÃO NERIVON ALVES DA SILVA

CONSTRUÇÃO DA PLATAFORMA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE
DOS USUÁRIOS DE ÔNIBUS DA AVENIDA BERNARDO VIEIRA
EM AMBIENTE 3D ESTILO CARTOON

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 a obtenção do título de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Catálogo na Publicação – Biblioteca da FARN
Setor de Processos Técnicos

Silva, Damião Nerivon Alves da

Construção das plataformas de embarque e desembarque dos usuários
de ônibus da Avenida Bernardo Vieira em ambiente 3D estilo Cartoon /
Damião Nerivon Alves da Silva. – Natal: FARN, 2008.
53f.

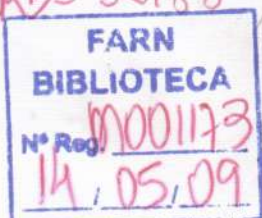
Orientador: Luiz Gonzaga Damasceno (Msc.)

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

1. Computação Gráfica. 2. Ambiente Tridimensional – Monografia. 3.
Sistema de Transporte da Bernardo Vieira – Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

CDU 004.92



NATALIAN
8005

DAMIÃO NERIVON ALVES DA SILVA

Agradeço primeiro a Deus. A minha mãe, que vive a vida, me deu forças e coragem para enfrentar a vida, e a todos aqueles que contribuíram de alguma maneira para a conclusão deste Trabalho.

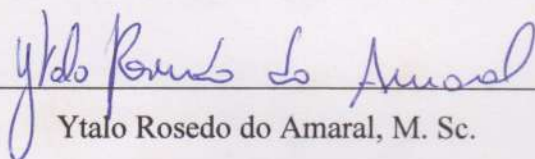
**CONSTRUÇÃO DA PLATAFORMA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE
DOS USUÁRIOS DE ÔNIBUS DA AVENIDA BERNARDO VIEIRA
EM AMBIENTE 3D ESTILO CARTOON**

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



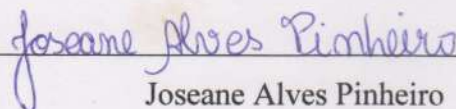
Luiz Gonzaga Damasceno, M. Sc.

Orientador



Ytalo Rosedo do Amaral, M. Sc.

Membro Examinador



Joseane Alves Pinheiro

Membro Examinador, M. Sc.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiro a Deus. A minha mãe, que onde ela está, me dar forças e coragem para continuar lutando, e a todos aqueles que contribuíram de alguma maneira para execução deste Trabalho.

Palavras-chave: Ambiente Tridimensional, Computação Gráfica, 3ds Max.

RESUMO

Com o eventual aprimoramento dos computadores nos últimos anos, o uso da computação gráfica tornou-se muito mais fácil nas mais diversas áreas, tais como ambiente de simuladores de voo, artes gráficas, engenharia, geoprocessamento, medicina, design, arquitetura, jogos entre outras aplicações tridimensionais. Estas áreas contam com o suporte de tecnologias cada vez mais inovadoras. Partindo deste princípio, o presente trabalho visa à modelagem detalhada de um ambiente tridimensional, estilo Cartoon, das Plataformas de Embarque e Desembarque dos usuários de ônibus na Avenida Bernardo Vieira. Nesta modelagem foram utilizados conceitos da Computação Gráfica aplicada às ferramentas e técnicas de modelagem do 3ds Max, criando um cenário ilustrativo com o objetivo de ilustrar as mudanças ocorridas na Avenida Bernardo Vieira, enfatizando a utilização do sistema de transporte e trânsito urbano, e o acesso as plataformas de embarque e desembarque proporcionando uma maior segurança aos usuários de transporte de passageiros e, conseqüentemente, melhor comodidade aos motoristas.

Palavras-chave: Ambiente Tridimensional. Computação Gráfica. 3ds Max.

With the possible improvement of computers in recent years, the use of computer graphics has become much easier in several areas such as environment of flight simulators, graphic arts, engineering, GIS, medicine, design, architecture, among other games three-dimensional applications. These areas have the support of more innovative technologies. On this basis, this work aims to model a detailed three-dimensional environment, Cartoon style of the platforms for loading and unloading of bus users in Avenue Bernardo Vieira. This model was used concepts of Computer Graphics applied the tools and techniques for modeling the 3ds Max, creating an illustrative scenario for the purpose of illustrating the changes in Avenue Bernardo Vieira, emphasizing the use of the transport system and urban traffic, and access the platforms for boarding and disembarkation providing greater security to users of passenger transport and, consequently, better convenience to drivers.

Keywords: Three-dimensional environment. Computer Graphics. 3ds Max.

FIGURA 12: Posicionamento dos Suportes de Baixo da Cobertura	30
FIGURA 13: Posicionamento dos Cilindros Maiores	31
FIGURA 14: Posicionamento dos Cilindros Menores	31
FIGURA 15: Posicionamento do Objeto Na Cena	32
FIGURA 16: Modelagem da Line para Aplicar um Bevel Profile	32
FIGURA 17: Posicionamento do Objeto entre as Bases da Plataforma	32
FIGURA 18: Exclusão dos Polígonos da Caixa Box	33
FIGURA 19: Seleção e Rotação dos Polígonos da Caixa Box	34
FIGURA 20: Line para Contornar a Lateral da Loja	34
FIGURA 21: Parâmetros do Modificador Bevel	34
FIGURA 22: Resultado dos Cornos da Porta e das Laterais da Loja	35
FIGURA 23: Clonagem do Objeto com a Ferramenta Mirror	35
FIGURA 24: Readequando o Telhado no Objeto	36
FIGURA 25: Ajustando os Vértices do Top	36
FIGURA 26: Resultado Após a Remoção dos Vértices	37
FIGURA 27: Resultado dos Vértices Movidos na Viewport Front	37
FIGURA 28: Arredondamento da Área Afetada pelo MSmooth	37
FIGURA 29: Parâmetros da Esfera (Sphere)	38
FIGURA 30: Ajustes dos Vértices do Objeto	38
FIGURA 31: Extrusão dos Vértices do Box	39
FIGURA 32: Posicionando os Objetos que Compõe o Suporte do Outdoor	39
FIGURA 33: Aplicação do Modificador Bevel no Objeto	40
FIGURA 34: Polígonos Excluídos na Parte Inferior do Objeto	40
FIGURA 35: Posicionamento das Quatro Caixas Box	41
FIGURA 36: Ajustes da Line para a Construção da Janela	41
FIGURA 37: Posicionamento dos Cilindros da Divisória da Janela	42
FIGURA 38: Posicionamento das Janelas no Edifício A	42
FIGURA 39: Cobertura do Edifício A	43
FIGURA 40: Line para Construção do Edifício B	43
FIGURA 41: Resultado Após a Operação ProfileScan	44
FIGURA 42: Deformação do Cilindro para Moldar o Poste	44
FIGURA 43: Rotação do Suporte da Lâmpada	45
FIGURA 44: Clonagem do Suporte da Lâmpada	45
FIGURA 45: Seleção dos Polígonos com a Ferramenta Move And Object	46
FIGURA 46: Posicionamento dos Elementos do Sinal de Três Tempos	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Área de Trabalho do 3ds Max	16
FIGURA 2: Line na Criação na Plataforma	26
FIGURA 3: Line para Criação do Canteiro	26
FIGURA 4: Ajustes dos Vértices do Contorno do Canteiro	27
FIGURA 5: Posicionamento dos Cilindros	27
FIGURA 6: Criação da Line para Aplicar o Railing	28
FIGURA 7: Valores dos Parâmetros do Railing	28
FIGURA 8: Posicionamento do Objeto na Cena	28
FIGURA 9: Duplicando e Posicionando os Railing	29
FIGURA 10: Valores aos Parâmetros do Último Objeto	29
FIGURA 11: Resultado Após a Alteração dos Parâmetros	29
FIGURA 12: Posicionamento dos Suportes de Baixo da Cobertura	30
FIGURA 13: Posicionamento das Hastes na Cena	30
FIGURA 14: Posicionamento dos Cilindros Maiores	31
FIGURA 15: Posicionamento dos Cilindros Menores	31
FIGURA 16: Posicionamento do Objeto Na Cena	32
FIGURA 17: Modelagem da Line para Aplicar um Bevel Profile	32
FIGURA 18: Posicionamento do Objeto entre as Bases da Plataforma	32
FIGURA 19: Exclusão dos Polígonos da Caixa Box	33
FIGURA 20: Seleção e Rotação dos Polígonos da Caixa Box	34
FIGURA 21: Line para Contornar a Lateral da Loja	34
FIGURA 22: Parâmetros do Modificador Bevel	34
FIGURA 23: Resultado dos Contornos da Porta e das Laterais da Loja	35
FIGURA 24: Clonagem do Objeto com a Ferramenta Mirror	35
FIGURA 25: Readequando o Telhado ao Objeto	36
FIGURA 26: Ajustando os Vértices do Top	36
FIGURA 27: Resultado Após a Remoção dos Vértices	37
FIGURA 28: Resultado dos Vértices Movidos na Viewport Front	37
FIGURA 29: Arredondamento da Área Afetada pelo MSmooth	37
FIGURA 30: Parâmetros da Esfera (Sphere)	38
FIGURA 31: Ajustes dos Vértices do Objeto	38
FIGURA 32: Extrusão dos Vértices do Box	39
FIGURA 33: Posicionando os Objetos que Compõe o Suporte do Outdoor	39
FIGURA 34: Aplicação do Modificador Bevel no Objeto	40
FIGURA 35: Polígonos Excluídos na Parte Inferior do Objeto	40
FIGURA 36: Posicionamento das Quatro Caixas Box	41
FIGURA 37: Ajustes da Line para a Construção da Janela	41
FIGURA 38: Posicionamento dos Cilindros da Divisória da Janela	42
FIGURA 39: Posicionamento das Janelas no Edifício A	42
FIGURA 40: Cobertura do Edifício A	43
FIGURA 41: Line para Construção do Edifício B	43
FIGURA 42: Resultado Após a Operação ProBoolean	44
FIGURA 43: Deformação do Cilindro para Moldar o Poste	44
FIGURA 44: Rotação do Suporte da Lâmpada	45
FIGURA 45: Clonagem do Suporte da Lâmpada	45
FIGURA 46: Seleção dos Polígonos com a Ferramenta Move And Object	46
FIGURA 47: Posicionamento dos Elementos do Sinal de Três Tempos	46

FIGURA 48: Objeto Criado a partir do Donut	47
FIGURA 49: Objeto Criado A Partir De Uma Line	47
FIGURA 50: Seleção dos Polígonos com a Ferramenta Move And Object.....	48
FIGURA 51: Movendo os Polígonos do Objeto.....	48
FIGURA 52: Rotacionando os Polígonos do Objeto.....	48
FIGURA 53: Clonagem dos Elementos para Compôr o Objeto.....	49
FIGURA 54: Ajustes dos Vértices do Objeto.....	49
FIGURA 55: Posicionamento Do Objeto Na Cena	50
FIGURA 56: Vetorização do Layout da Plataforma	50
FIGURA 57: Layout da Plataforma.....	51
FIGURA 58: Rederização do Cenário	51

SAUA – Semi-Automatiso Ground Lay/Rendering

MTTU – Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito Urbano

3D – Três Dimensões

WIMP – Window-Icon-Menu-Pointer

WIMP – Window-Icon-Menu-Pointer

LISTA DE SIGLAS

CTB – Código de Trânsito Brasileiro	10
ISO – International Organization for Standardization	11
NTSC – <i>National Television System Committee</i>	11
PAL – <i>Phase Alternating Line</i>	12
SAGE – Semi-Automatic Ground Environment	14
STTU – Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito Urbano	15
3D – Três Dimensões	15
WIMP – <i>Window-Icon-Menu-Pointer</i>	17
WIMP – <i>Window-Icon-Menu-Pointer.</i>	18
2.2.1.1 Torus	18
2.2.1.2 Plane	19
2.2.1 Outras Formas Geométricas	19
2.2.3.1 ChamferBox	19
2.2.3.2 Railtug	20
2.2.4 Técnicas de Modelagem	20
2.2.5 Iluminação	21
2.2.5.1 Tipos de Emissores de Luz	21
2.2.5.2 Técnicas de Iluminação	22
2.2.6 Texturas	22
2.2.7 Câmera	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 TIPOS DE PESQUISA	24
3.2 MÉTODOS UTILIZADOS	24
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	25
4.1 ESTUDOS LEVANTADOS	25
4.2 MODELANDO OS OBJETOS DA CENA	25
4.2.1 Plataforma de Embarque e Desembarque dos ônibus de Ônibus	25
4.2.2 Modelagem de Outros Elementos	33
4.2.2.1 Loja	33
4.2.2.2 Edifício A	40
4.2.2.4 Poste de Luz	44
4.2.2.5 Sinaleira	46
4.2.2.6 Balizero	49
4.2.2.7 Calçada	50
4.3 MONTAGEM DO CENÁRIO	50
5 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 ORIGEM DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA	13
2.1.1 Conceitos da Computação Gráfica	14
2.1.2 Áreas da Computação Gráfica	14
2.1.3 Mercado	15
2.2 3D STUDIO MAX	15
2.2.1 Áreas de Trabalho do 3ds Max	15
2.2.2 Standard Primitive	17
2.2.2.1 Box	17
2.2.2.2 Sphere	17
2.2.2.3 Cylinder	18
2.2.2.4 Torus	18
2.2.2.5 Plane	19
2.2.3 Outras formas Geométricas	19
2.2.3.1 ChamferBox	19
2.2.3.2 Railing	20
2.2.4 Técnicas de Modelagem	20
2.2.5 Iluminação	21
2.2.5.1 Tipos de Emissores de Luz	21
2.2.5.2 Técnicas de Iluminação	22
2.2.6 Texturas	22
2.2.7 Câmeras	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 TIPOS DE PESQUISA	24
3.2 MÉTODOS UTILIZADOS	24
4 AMÁLISE DOS RESULTADOS	25
4.1 ESTUDOS LEVANTADOS	25
4.2 MODELANDO OS OBJETOS DA CENA	25
4.2.1 Plataforma de Embarque e Desembarque dos usuários de Ônibus	25
4.2.2 Modelagem de Outros Elementos	33
4.2.2.1 Loja	33
4.2.2.2 Edifício A	40
4.2.2.4 Poste de Luz	44
4.2.2.5 Sinais	46
4.2.2.6 Botoeira	49
4.2.2.7 Calçada	50
4.3 MONTAGEM DO CENÁRIO	50
5 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

A cada dia, são cada vez mais frequentes os casos de aplicação da computação gráfica. Equipamentos que antes custavam preços elevados, hoje são disponibilizados em grande escala e relativamente baixo custo à sociedade. Com queda de preços de hardware e software, acompanhado pelo aumento da qualidade e capacidade de processamento, tem permitido à computação gráfica a expansão de suas aplicações.

A computação gráfica é um mundo novo, repleto de aplicações, mas mais diversas áreas, indo do entretenimento à medicina, passando pela arte e por grandes setores industriais e de serviços, que proporciona muitas oportunidades de trabalho voltadas para designers, modeladores, animadores, iluminadores e programadores visuais entre outras aplicações.

Atualmente, toda essa capacidade tecnológica permite o desenvolvimento de modelagens e animações interativas. Para utilização deste trabalho utilizou-se o 3D Studio Max (3ds Max) um programa de modelagem tridimensional que permite renderização de imagens e animação. Este software é usado em produção de filmes de animação, vinhetas e comerciais para TV, maquetas eletrônicas e na criação de qualquer mundo virtual.

Partindo deste princípio, o presente trabalho visa à modelagem detalhada de um ambiente tridimensional, estilo Cartoon, das Plataformas de Embarque e Desembarque dos usuários de ônibus na Avenida Bernardo Vieira. Na construção deste ambiente em terceira dimensão foram utilizados conceitos da Computação Gráfica aplicada às ferramentas e técnicas de modelagem do 3ds Max, criando um cenário ilustrativo com o objetivo de ilustrar as mudanças ocorridas na Avenida Bernardo Vieira, enfatizando a utilização do sistema de transporte e trânsito urbano, e o acesso as plataformas de embarque e desembarque proporcionando uma maior segurança aos usuários de transporte de passageiros e, conseqüentemente, melhor comodidade aos motoristas.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Recentemente a Prefeitura Municipal do Natal, através da Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito implantou Faixa Exclusiva para ônibus, na Avenida Bernardo Vieira com o objetivo de melhorar as condições de segurança dos usuários de transporte de passageiros.

Para informar as mudanças a população e motoristas, a STTU promoveu campanhas no corredor Bernardo Vieira com atores estagiários, agentes de trânsito, fiscais de transporte e distribuição de folders. Partindo deste fato, surgiu a idéia de criar as Plataformas de Embarque e Desembarque dos usuários de ônibus na Avenida Bernardo Vieira, ilustrando em sua estrutura, as mudanças ocorridas. Diante deste contexto, surge a seguinte pergunta: **como utilizar as ferramentas do 3ds Max para desenvolver um ambiente tridimensional que possa ilustrar as plataformas de embarque e desembarque dos usuários de ônibus ilustrado estilo Cartoon?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Gerais

O objetivo deste projeto é fazer uso da computação gráfica e do software *3ds Max*, para construir as plataformas de embarque e desembarque dos usuários de ônibus na avenida Bernardo Vieira no estilo Cartoon.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar nosso objetivo geral, desenvolveremos as seguintes atividades:

- Adquirir conhecimento da computação gráfica que possibilite a modelagem de objetos tridimensionais;
- Revisar os conceitos de Geometria no plano e no espaço;
- Adquirir conhecimento em *3ds Max* que possibilitem aplicar cores, texturas e modelagem;
- Conhecer fundamentos básicos oferecidos pela Computação Gráfica, que permitam a implementação de um ambiente tridimensional, através de recursos oferecidos.

1.3 JUSTIFICATIVA

A qualidade do trânsito no Brasil não depende apenas do rigor e das punições impostas pelos órgãos competentes. O Homem, na maioria das vezes, é induzido a acompanhar as transformações da sociedade, perdendo valores fundamentais para sua qualidade de vida. Seu despreparo para a convivência em sociedade gera impaciência e comportamentos agressivos facilmente comprovados no dia-a-dia. O trânsito é um dos cenários onde mais comumente se percebem esses comportamentos que geram consequências trágicas, comprovadas através das estatísticas de acidentalidade.

No Brasil o alto índice de acidentes de trânsito é uma questão preocupante tanto para as autoridades, como à sociedade em geral. Neste contexto, propõe-se a criação de um ambiente em terceira dimensão visando adaptar as pessoas a mudança ocorrida na Avenida Bernardo Vieira.

Portanto, esta pesquisa é de suma importância para o sistema de trânsito, pois permite, de forma descontraída, informar as mudanças ocorridas na Avenida através de ilustrações no estilo Cartoon. Promovendo desta forma, comportamento seguro aos usuários.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para se entender as contribuições do uso do software *3ds Max* na construção de um ambiente em 3D, são necessárias considerar, alguns termos como a computação gráfica, modelagem dos objetos, iluminação do ambiente entre outros.

2.1 ORIGEM DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA

A Computação Gráfica está presente em todas as áreas, desde os jogos eletrônicos até o projeto dos mais modernos equipamentos para viagens espaciais, passando também pela publicidade, com as mais incríveis vinhetas eletrônicas e pela medicina onde a criação de imagens de órgãos internos ao corpo humano, possibilitando o diagnóstico de males que em outros tempos somente seria possível com intervenções cirúrgicas complicadas e comprometedoras.

O primeiro computador a possuir recursos gráficos de visualização de dados numéricos foi o "**Whirlwind I**" (**furacão**), desenvolvido pelo MIT. Este equipamento foi desenvolvido, em 1950, com finalidades acadêmicas e também possivelmente militares pois logo em seguida o comando de defesa aérea dos EUA desenvolveu um sistema de monitoramento e controle de vôos (SAGE - Semi-Automatic Ground Enviroment) que convertia as informações capturadas pelo radar em imagem em um tubo de raios catódicos (na época uma invenção recente) no qual o usuário podia apontar com uma caneta ótica. Ocorre que nesta época os computadores eram orientados para fazer cálculos pesados para físicos e projetistas de mísseis não sendo próprios para o desenvolvimento da Computação Gráfica.

A publicação da tese do Dr. Ivan Sutherland ("**Sketchpad - A Man-Machine Graphical Communication System**") em 1962, foi uma das mais importantes publicações da computação gráfica, propondo uma forma de intenção muito semelhante ao que hoje são chamados de interfaces **WIMP – Window-Icon-Menu-Pointer**.

Esta publicação chamou a atenção das indústrias automobilísticas e aeroespaciais americanas. Os conceitos de estruturação de dados bem como o núcleo da noção de Computação Gráfica interativa levaram a General Motors a desenvolver o precursor dos primeiros programas de C.A.D. Logo em seguida diversas outras grandes corporações americanas seguiram este exemplo sendo que no final da década de 60 praticamente toda a indústria automobilística e aeroespacial se utilizava de *softwares* de CAD.

Na década de 1970, foram desenvolvidas novas técnicas de algoritmos que são utilizados até hoje, tais como os métodos de sombreamento e o algoritmo de *z-buffer*.

Na década de 1980, surgem novas técnicas de iluminação global como o *ray-tracing* e a radiosidade (em 1984), aproximando as imagens geradas por computador do fotorealismo. O marco do amadurecimento da computação gráfica ocorreu na década de 90, com imagens impressionantes como nas do filme *Jurassic Park*.

Em 2000, o PC passa a ser a plataforma mais comum em computação. Já em 2001 diversos filmes foram lançados com a nova tecnologia garantindo sucesso de bilheteria, como o *Sherk* (Dreamworks) e *Final Fantasy*.

2.1.1 Conceito da Computação Gráfica

Computação gráfica é um conjunto de métodos e técnicas utilizados para converter dados para um dispositivo gráfico, via computador.

Segundo Rogers e Adams (1990), a Computação Gráfica pode ser dividida em **Passiva e Interativa**. A **Computação Gráfica Passiva** é utilizada para definir, armazenar, manipular e apresentar imagens gráficas, onde o computador prepara e apresenta dados armazenados sob a forma de figuras e o observador não interfere nesse processo. Na **Computação Gráfica Interativa** também utiliza o computador para preparar e apresentar imagens. Nesse caso, entretanto, o observador pode interagir em tempo real com a imagem.

2.1.2 Áreas da Computação Gráfica

A Computação Gráfica é a área da ciência da computação que estuda a geração, manipulação e interpretação de modelos e imagens de objetos utilizando computador através de várias disciplinas, como física, matemática, engenharia, arquitetura, entre outras. Tomando como base o conceito da computação gráfica, existem três áreas relacionadas a esta área, são elas:

a) **Síntese de Imagens** considera a criação sintética das imagens, ou seja, se preocupando com a produção de representações visuais a partir das especificações geométricas e visuais de seus componentes.

b) **Processamento de Imagens** envolve técnicas de transformação de imagens. Estas transformações visam, em geral, melhorar características visuais da imagem como, aumentar o contraste, melhorar o foco ou ainda reduzir o ruído e eventuais distorções.

c) **Análise de Imagens** área que procura obter a especificação dos componentes de uma imagem a partir de sua representação visual.

2.1.3 Mercado

Segundo Silva (2004, p.23), “todo profissional que inicia na área de computação gráfica deve ter em mente que aprender um único software não é suficiente. Cada empresa exige conhecimentos diversificados, dependendo do ramo de atuação”.

A computação gráfica esta presente em filmes de animação como "Os Incriveis", "Mostros SA", "Era do Gelo", "Era do Gelo 2", "Tá Dando Onda", "Selvagem" entre outros, em comerciais de televisão, e técnicas utilizadas em filmes tradicionais, onde são criados personagens virtuais que interagem com a realidade, como nos Filmes "Scooby Dôo", "MIB – Homens de Preto", "Piratas do Caribe" entre outros.

Um dos brasileiros em destaque no mundo da computação gráfica é Carlos Saldanha, diretor de "Era do Gelo 2"

2.2 3D STUDIO MAX

O 3D STUDIO MAX (3ds Max) da Autodesk é um software profissional de modelagem, animação e renderização, utilizados para criar efeitos visuais, animação de personagens, desenvolvimento de jogos de ultima geração. Atualmente em sua versão 9.0, o 3ds Max é compatível com diversos programas de computação gráfica existentes no mercado, como o AutoCAD e o Animator Pro.

2.2.1 Área de Trabalho do 3ds Max

A interface do 3ds Max é amigável e flexível permitindo facilidade ao operá-lo. A figura 1 serve como guia de referência aos principais comandos.

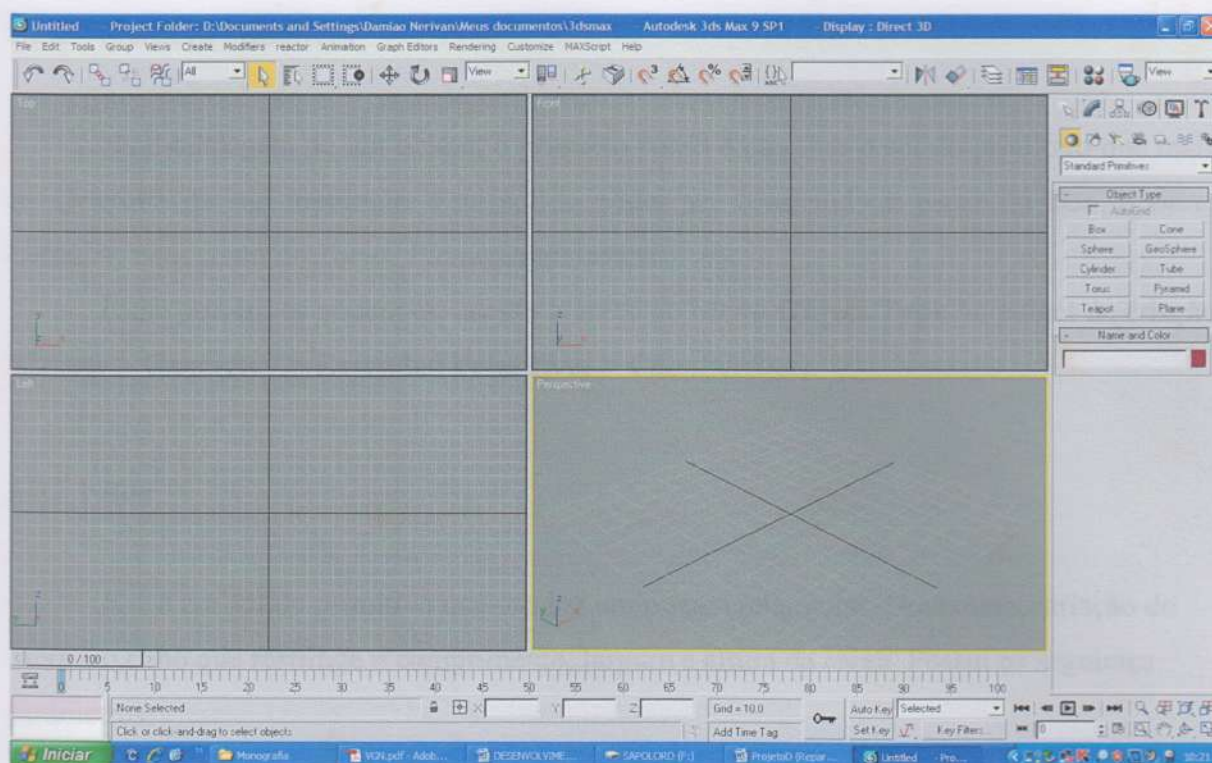


Figura 1: Área de trabalho do 3ds max 9.0

Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Na parte superior da figura, encontram-se os menus **Menu Pulldown** e a **Barra de Rolagem**. No primeiro há acesso para maioria dos comandos, como por exemplo, Arquivos, Edição, Render, Help entre outros, e no segundo o acesso aos vários botões de comandos, tais como: Controles de Seleção, Axis, Undo/Redo, Material Editor, entre outros.

O coração do 3ds Max pode ser definido pelo **Painel de Comandos** ou de **Pastas** localizado no painel lateral, onde se encontra a maioria dos comandos. Este painel possui seis diferentes pastas:

- **Create** – Pasta para criação de objetos;
- **Modify** – Pasta que permite a edição destes objetos;
- **Hierarchy** – Esta pasta define controles de hierarquia e IK;
- **Motion** – Tem a função de especificar parâmetros de movimento e animação;
- **Display** – define a visibilidade dos objetos na tela;
- **Utility** – Pasta usada para alguns utilitários do 3ds Max.

2.2.2 Standard Primitives

Na modelagem de um objeto, o primeiro passo é escolher o sólido primitivo que mais se aproxima da sua topologia. Este sólido poder ser construído a partir do *Box*, *Sphere*, *Cylinder*, bem como do *Torus*, *Plane* dentre outros.

Estas primitivas podem ter acesso a partir do Menu **Object Type** no painel de criação (**Create > Geometry > Extended Primitives > ChamferBox**).

2.2.2.1 Box

Box é um sólido primitivo que produz um prisma retangular. Uma outra variação do caixa é o cubo que restringe o comprimento, largura e altura da caixa. Possui os seguintes parâmetros:

- **Cube** – cria-se um cubo.
- **Box** – cria-se uma caixa na qual se definem valores para a altura, largura e comprimento.
- **Length** – pode-se mudar o comprimento da caixa.
- **Width** – pode-se mudar a largura da caixa.
- **Height** – poder-se mudar a altura da caixa.

2.2.2.2 Sphere

Sphere é um sólido primitivo que produz uma esfera, hemisfério, ou outra parte de uma esfera. Sua forma depende dos seguintes parâmetros:

- **Center** – cria-se uma esfera a partir de um centro.
- **Edge** – cria-se uma esfera por dois pontos que definem o seu diâmetro.
- **Radius** – define-se o raio da esfera.
- **Segments** – pode-se mudar a largura da caixa.
- **Smooth** – aumenta-se o número de segmentos de um objeto.
- **Hemisphere** – ativando-o, permite-se suavizar a junção das faces que formam as curvas da esfera.
- **Chop** – pode-se reduzir o número de faces e vértices dos hemisférios.

- **Squash** – mantém-se o número de faces e vértices da esfera, mesmo que altere os valores do Hemisphere, em que as faces e vértices vão se juntando ao do topo da esfera.
- **Slice On** – ativando-o, permite-se fazer um corte em sua primitiva, alterando os valores do Slice From e Slice To que determinam onde inicia e onde termina o corte.

2.2.2.3 Cylinder

Cylinder é um sólido primitivo que produz um cilindro. Sua forma depende dos seguintes parâmetros:

- **Center** – cria-se um cilindro a partir de um centro.
- **Edge** – cria-se um cilindro por dois pontos que definem o seu diâmetro.
- **Radius** – define-se o raio do cilindro.
- **Height** – define-se a altura do cilindro.
- **Height Segments** – aumenta o número de segmentos ao longo da altura.
- **Cap Segments** – aumenta-se o número de segmentos concêntricos no topo e na base do cilindro.
- **Slides** – definem-se o número de lados do cilindro.
- **Smooth** – ativando-o suaviza-se a junção das faces que foram as curvas do cilindro.
- **Slice On** – ativando-o, permite-se fazer um corte em sua primitiva, alterando os valores do Slice From e Slice To que determinam onde inicia e onde termina o corte.

2.2.2.4 Torus

Torus é um sólido primitivo que produz um anel. Possui os seguintes parâmetros:

- **Center** – cria-se um Torus a partir de um centro.
- **Edge** – cria-se um Torus por dois pontos que definem o seu diâmetro.
- **Radius 1** – define a distância entre o centro do Torus e do centro do tubo que forma o Torus.

- **Radius 2** – define-se o raio do tubo que forma o Torus.
- **Rotation** – define-se o grau de rotação com o qual são rotacionados uniformemente os vértices em torno do eixo do tubo do Torus.
- **Cap Segments** – aumenta-se o número de segmentos concêntricos no topo e na base do cilindro.
- **Segments** – aumenta-se o número de segmentos de um objeto.
- **Sides** – altera-se o número de lados do tubo do Torus.

2.2.2.5 Plane

Plane é um sólido primitivo que produz um plano. Onde possui os seguintes parâmetros:

- **Rectangle** – cria-se planos retangulares.
- **Square** – cria-se planos quadrados.
- **Length** – define-se o comprimento.
- **Width** – define-se a largura.
- **Length Segs** – aumenta-se o número de segmentos no comprimento.
- **Width Segs** – aumenta-se o número de segmentos na largura.
- **Scale** – altera-se a escala do plano durante a renderização.
- **Density** – altera-se a densidade da malha do plano na renderização.

2.2.3 Outras Formas Geométricas

2.2.3.1 ChamferBox

É uma geometria primitiva estendida (Extended Primitives) que cria caixas e cubos semelhantes ao *Box* com a possibilidade de arredondar os cantos com a ferramenta *Fillet* e *Fillet Segs*. Estas primitivas pode ter acesso a partir do Menu **Object Type** no painel de criação (**Create > Geometry > Extended Primitives > ChamferBox**).

A *ChamferBox* apresenta os seguintes parâmetros:

- **Cube** – cria-se um cubo.

- **Box** – cria-se uma caixa na qual deve definir valores para a altura, largura e comprimento.
- **Length** – pode-se mudar o comprimento da caixa.
- **Width** – pode-se mudar a largura da caixa.

2.2.3.2 Railing

É uma geometria **AEC Extended**, geralmente, utilizada em modelagem de cercas, postes e corrimão. Ela está disponível a partir do painel de criação (**Create > Geometry > AEC Extended > Railing**).

2.2.4 Técnicas de Modelagem

No *3ds Max* existe várias ferramentas, técnicas de modelagem, onde sua Geometria é tratada como sendo construída por elementos menores que são os *sub-objetos*. Esses elementos podem ser manipulados para moldar qualquer coisa. Cada método possui *sub-objetos* diferentes, logo sua manipulação será diferente. Alguns métodos são mais adequados para criar objetos geométricos, outros são mais indicados para superfícies mais suaves. Segundo Virtus 3D (2002) as técnicas de modelagem mais comuns são:

Modelagem Spline, uma técnica que consiste em criar perfil com linhas para depois transformar essas linhas em uma malha tridimensional.

Modelagem Mech ou Poligonal, esta técnica é usada para criar formas Geométricas sem muita suavidade, sendo a mais utilizada.

Modelagem Paramétrica, este método é utilizado em objetos que possuam parâmetros, como altura, largura, comprimento, quantidade de segmentos, raio e etc, que podem ser corrigido e alterado a qualquer momento.

Modelagem Patch, uma técnica utilizada para superfícies orgânicas.

Modelagem NURBS, este método é utilizado para alcançar resultados altamente orgânicos. Exemplo: objetos complexos, com muitas curvas como o rosto.

2.2.5 Iluminação

Para aumentar ainda mais o realismo da cena, pode-se acrescentar iluminação. O *3ds Max* possibilita adicionar vários tipos diferentes de luz, além de permitir definir as propriedades dessas luzes, tais como cor e brilho. Para controlar o modo como os objetos são iluminados devem-se posicionar corretamente as luzes na cena.

2.2.5.1 Tipos de Emissores de Luz

A escolha do tipo de fonte de luz a ser usada em uma determinada cena depende do ambiente em que a mesma se encontre. Nas cenas externas utilizam-se fontes naturais como principal fonte de iluminação. Já nas cenas internas geralmente utilizam as luzes artificiais que podem ter ou não a mesma intensidade (AZEVEDO; CONCI, 2003).

Os emissores podem ser classificados como natural, ambiente, e ou artificial (AZEVEDO; CONCI, 2003):

- **Emissor Natural** – esse tipo de emissor simula a luz do sol.
- **Luz Ambiente** – é um emissor de luz que não tem direção e sua característica é determinar nível de iluminação das superfícies no ambiente.
- **Emissores de Luz Artificiais** – são todos os tipos de luzes que não são naturais.

Na Computação Gráfica elas simulam as lâmpadas convencionais.

A computação gráfica oferece infinitas maneiras de se iluminar um cenário. Silva (2005) disserta que no *3ds Max* os tipos de emissores de luzes existentes são: **Ambiente**, **Omni**, **Direct Spot**, **Free Spot**, **Target Spot** e **Target Direct**, que projetam as sombras dos objetos dando profundidade e contraste às cenas podendo ser configuradas em termos de posição e intensidade de cor.

Luz Ambiente é a luz que ilumina toda a cena, podendo variar suas configurações em termos de intensidade e cor.

Luz Omni é uma fonte de luz com raios divergentes, mas saindo do ponto de luz para todas as direções. Este tipo de luz simula a luz do sol e as sombras.

Luz Spot (Free ou Target) é a mais usada, fontes de luzes unidirecionais simulam luzes do tipo holofote, farol e spot. Este tipo de fonte cria raios de luz divergentes a partir do ponto de luz em direção ao foco.

Luz Direct (Free ou Target) cria raios de luz paralelos a partir do ponto de ponto de luz em direção ao foco. Este tipo de luz é semelhante à luz Spot, tendo como diferenciação a projeção de sombras paralelas, simulando luz solar.

2.2.5.2 Técnicas de Iluminação

Os fotógrafos profissionais usam uma configuração padrão de iluminação para retratos e fotografias de produtos. A configuração padrão usa três luzes para iluminar um cenário:

- **Luz Principal:** refere-se à luz principal do cenário como uma luz básica. Podendo esta ser apenas uma luz ou um conjunto de luzes.
- **Luz secundaria:** iluminam as áreas escuras e sombreadas do cenário ajudando a dar profundidade e volume a cena alem de torná-lo mais realista. Esta luz deve ter metade da intensidade da luz principal.
- **Luz de fundo:** é a luz que oferece uma iluminação por trás, destacando os objetos do fundo através da iluminação de suas bordas.

O *3ds max* conta com iluminação padrão, que quando não existe luzes em cena ele simula este tipo de iluminação de 3 pontos. Esta configuração é usada apenas para ajudar a modelar e mapear os objetos.

2.2.6 Texturas

No *3ds max* existe o aplicativo “*Material Editor*” que permite controlar cor, brilho e transparência nos objetos criados e posicionados na cena, onde os materiais foram previamente definidos, tais como madeira, plástico, pedra ou outros materiais. Estes materiais serão aplicados aos objetos do ambiente, seja uma biblioteca, uma sala, uma cozinha entre outros, ou até mesmo usar imagens desenhadas ou digitalizadas para fazer com que as superfícies tenham a aparência desejada (KLEBER, 2004).

2.2.7 Câmeras

No *3ds max*, as câmeras são utilizadas para apresentar a cena de um determinado ponto de vista. Estas câmaras podem ser criadas de acordo com as visões diferenciadas da

cena, as quais podem ser vistas com profundidade e perspectivas do mundo real. Existem dois tipos de câmaras (SILVA, 2005):

Target (câmera alvo), este tipo de câmera utiliza-se de um alvo, que é um ponto no espaço para onde ela aponta, facilitando ver para onde a câmera aponta.

Free (câmera livre) é uma câmera sem um alvo, que pode ser animada facilmente ao longo de um caminho ou apontada sem dificuldade, sendo que para isso basta girá-la.

As câmeras funcionam como as câmeras convencionais, pois proporcionam um ponto de vista da cena, que pode ser ajustado e animado. Estas câmeras podem ser feitos ajustes em se tratando de lentes e foco, utilizados para controlar a visualização da cena (KLEBER, 2004).

Para ANDRADE (1998), a pesquisa Exploratória é aquela que constitui um trabalho preliminar ou preparatório para outro de pesquisa.

Quanto aos Procedimentos Técnicos:

A pesquisa é bibliográfica, pois utiliza bibliografias já tornadas públicas, tais como: livros, publicações e materiais da Internet para estudo do tema proposto.

"A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo" (LAKATOS, MARCONI, 1991).

A Pesquisa pode ser também Laboratorial, pois utiliza equipamentos necessários para a utilização do Jde Max. Segundo Lakatos e Marconi, este tipo de pesquisa descreve e analisa o que será ou ocorrerá em situações controladas. Exige instrumentos específicos e ambientes adequados.

3.2 MÉTODOS UTILIZADOS

Na construção deste projeto foram utilizadas as ferramentas do software Jde Max, como modelagem para criar um ambiente virtual em três dimensões.

3. METODOLOGIA

3.1. TIPOS DE PESQUISA

- Quanto a Natureza

A pesquisa é Aplicativa, pois sua finalidade é construir um ambiente virtual utilizando a computação gráfica, a qual o software *3ds max* se insere.

- Quanto aos Objetivos

A pesquisa é Exploratória, pois para entender a funcionalidade do *3ds max* inserido na computação gráfica, foram realizados estudos de autores diversificados.

Para ANDRADE (1998), a pesquisa Exploratória é aquela que constitui um trabalho preliminar ou preparatório para outro de pesquisa.

- Quanto aos Procedimentos Técnicos:

A pesquisa é bibliográfica, pois utiliza bibliografias já tornadas públicas, tais como: livros, publicações e materiais da Internet para estudo do tema proposto.

“A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo” (LAKATOS; MARCONI, 1991).

A Pesquisa pode ser também Laboratorial, pois utiliza equipamentos necessários para a utilização do *3ds Max*. Segundo Lakatos e Marconi, este tipo de pesquisa descreve e analisa o que será ou ocorrerá em situações controladas. Exige instrumentos específicos e ambientes adequados.

3.2 MÉTODOS UTILIZADOS

Na construção deste projeto foram utilizadas as ferramentas do software *3ds Max*, como modelagem para criar um ambiente virtual em três dimensões.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 ESTUDOS LEVANTADOS

Para desenvolvimento deste trabalho, foi preciso adquirir dados e informações sobre a área, levando em conta as dificuldades existentes com relação à readaptação e conscientização dos usuários do sistema de transporte. Foram utilizados Cartazes, folders informativos e campanhas educativas.

A ferramentas para o desenvolvimento, foi utilizado o software 3ds Max 9 *para modelagem dos personagens*, criação do cenário e também algumas ferramentas do Photoshop CS3 e do Corel Draw, para criar texturas a serem utilizadas neste projeto.

4.2 MODELANDO OS OBJETOS DA CENA

A construção do projeto de Acessibilidade a Plataforma de Embarque e Desembarque de Ônibus, deu-se início pelas plataformas, levando em conta todos os elementos que fazem parte do mesmo sistema de transporte. Por ser um projeto estilo Cartoon não foram levadas em conta as medidas reais do trecho da Avenida Bernardo Vieira.

4.2.1 Plataforma de Embarque e Desembarque dos usuários de Ônibus

Na construção da plataforma de Embarque e Desembarque dos usuários de ônibus foi necessária a criação de outros elementos para compor a cena, tais como:

a) Base da Plataforma

A modelagem da Base da Plataforma foi realizada a partir de uma “Line”, como pode ser visto na figura 2.

Figura 2. Line para Criação do Cartoon
Fonte: Dados da Pesquisa (2012)

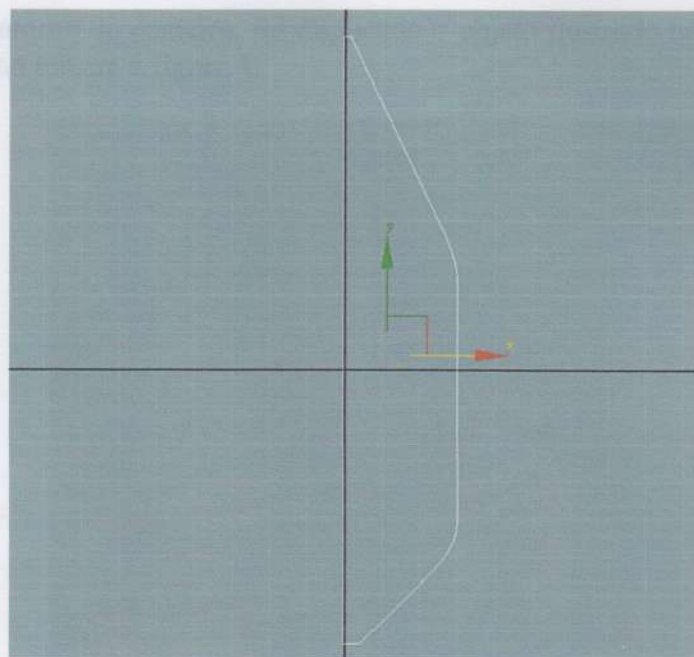


Figura 2: Line na Criação da Plataforma
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Para dar forma a Base da Plataforma aplicou-se o modificador *Bevel*, atribuindo os seguintes parâmetros no nível 1(Level 1) - Height > 0,2m e Outline > 0,0m.

b) Canteiro

O Canteiro seguiu a mesma metodologia de modelagem que foi explicada para a Base da Plataforma.

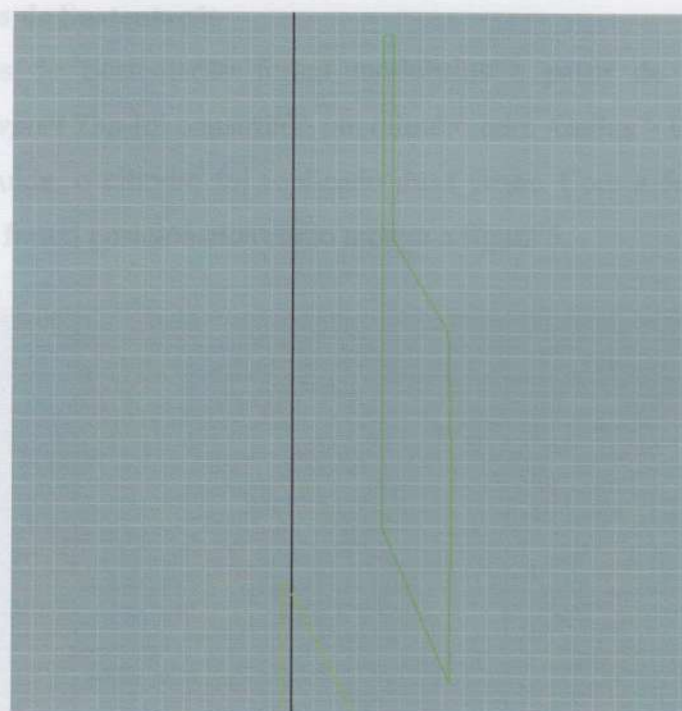


Figura 3: Line para Criação do Canteiro
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Para fazer o contorno do canteiro, foi duplicado o objeto ilustrado na figura 3 em seguida foi escalonado, como mostra a figura 4.

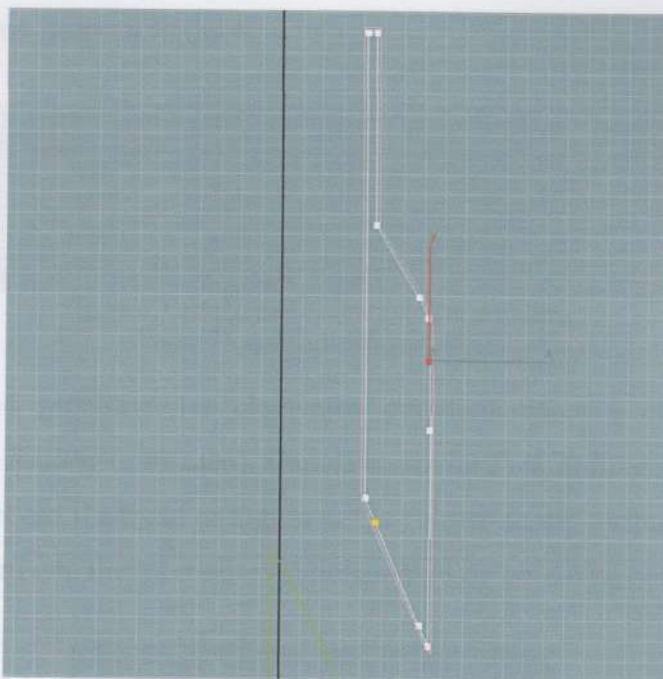


Figura 4: Ajustes dos Vértices do Contorno do Canteiro
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

c) Abrigos de Ônibus

Na modelagem dos abrigos de ônibus foi preciso levar em conta os detalhes que formou sua estrutura, tais como:

- **Os Suportes de Sustentação**

Os Suportes de Sustentação foram modelados a partir de um objeto primitivo (*Cylinder*). Na *Viewport Top* foi construído um cilindro com *Radius* > 0,2m, *Height* > 0,4m e *Sides* > 18, em seguida, o cilindro foi replicado duas vezes. Com a ferramenta “*Select and Move*” os cilindros foram posicionados como mostra a figura 5.

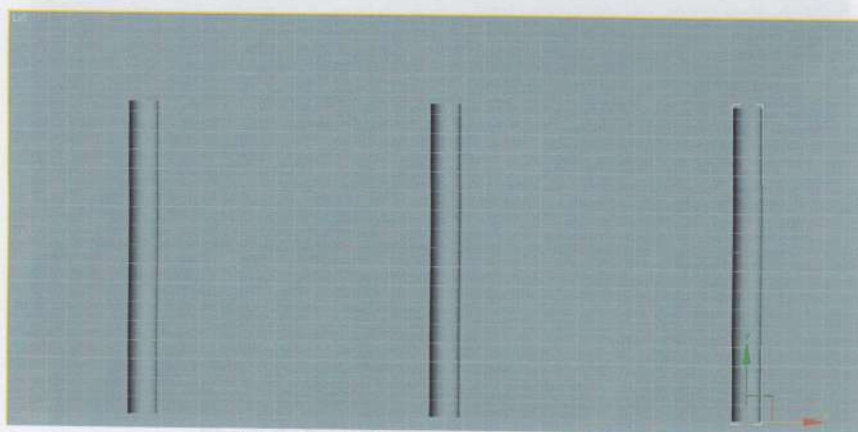


Figura 5: Posicionamento dos Cilindros
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

- **Os Suportes de Cima da Cobertura**

Na *Viewport Top*, construiu-se uma *Line* e com a ferramenta *Select and Move* foi feito os devidos ajustes, como ilustra a figura 6.

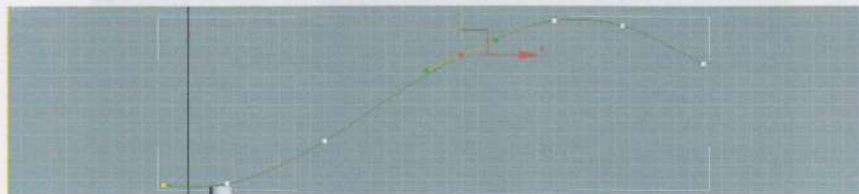


Figura 6: Criação da Line para aplicar o Railing
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Como o objeto precisava ter elementos perpendiculares a ele para sustentar a cobertura, criou-se um *Railing* (corrimão). Depois se ativou *Pick Railing Path* e na sequência, selecionou-se a *Line*, como ilustrada na figura 6. Os valores foram atribuídos como mostra a figura 7 e na figura 8 em que ilustra o seu posicionamento do objeto na cena.

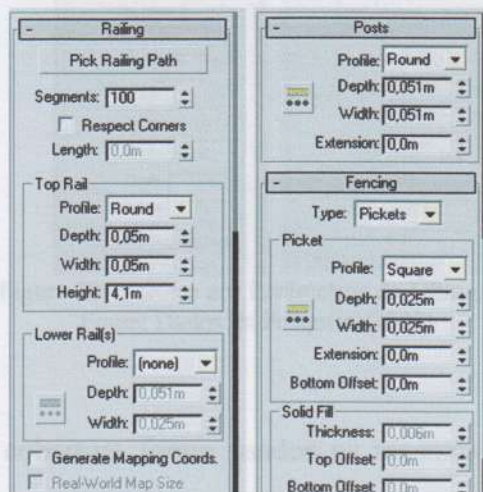


Figura 7: Valores dos Parâmetros do Railing
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

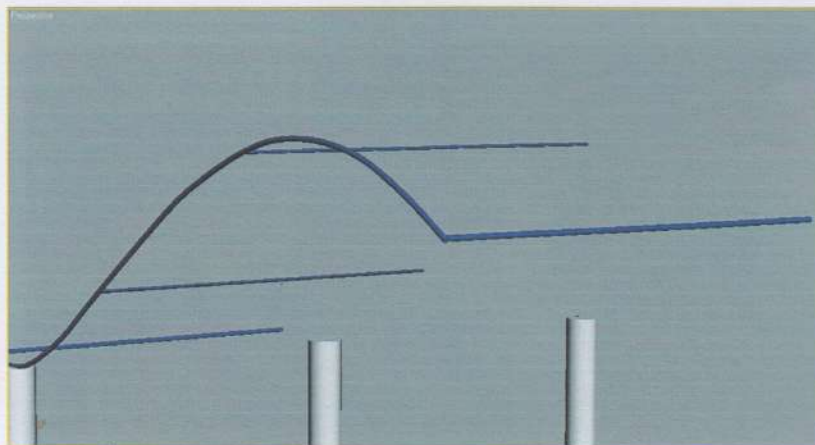


Figura 8: Posicionamento do Objeto na Cena
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

O *Railing* (figura 8) foi duplicado e posicionado (Figura 9). Depois foram atribuídos valores aos parâmetros do último objeto clonado, como pode ser observado na Figura 10.

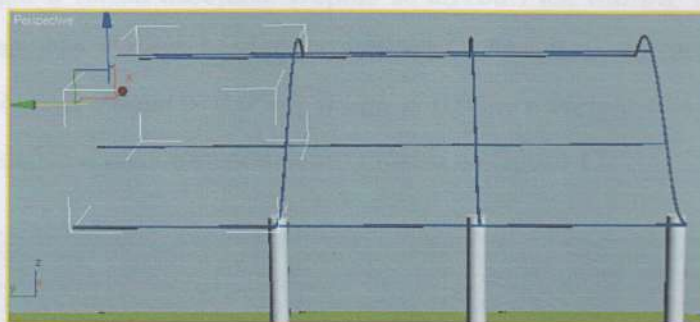


Figura 9: Duplicando e Posicionando os Railing
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

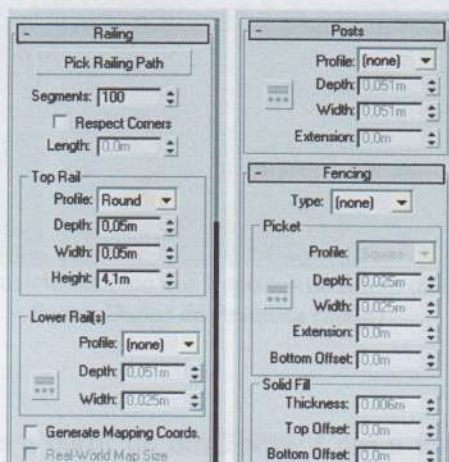


Figura 10: Valores aos Parâmetros do Último Objeto
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

• Cobertura

Na modelagem da cobertura foram usados os mesmos procedimentos ilustrados na Figura 6, alterando apenas seus parâmetros (*Railing* > *Segments*: 100; *Fencing* > *Type*: *Solid Fill* > *Thickness*). O resultado pode ser observado na figura 11.

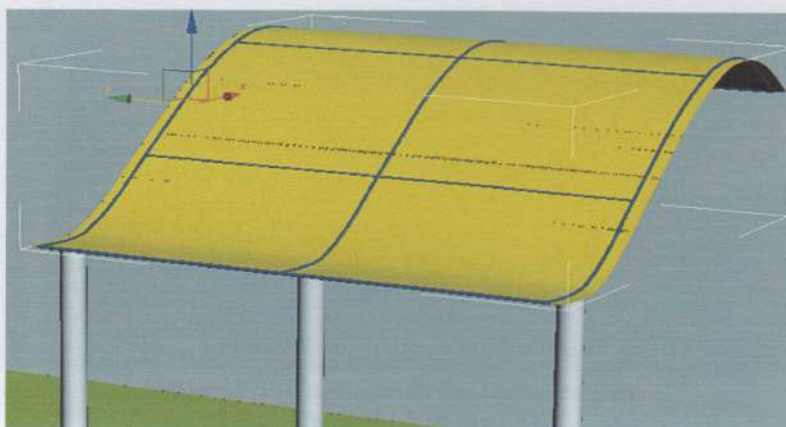


Figura 11: Resultado Após a Alteração dos Parâmetros
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

- **Suporte de Baixo da Cobertura**

Na *Viewport Top* criou-se uma *Line* e com a ferramenta *Select and Move* foram feitos os ajustes para chegar à forma desejada. Depois se ativou *Pick Railing Path* e na sequência, selecionou-se a *Line*. No *Painel Modofy > Railing > Top Rail*, foi atribuído os seguintes valores: *Profile > Round*, *Depht > 0,05m*, *Width > 0,05m* e *Height > 4,1m*. Em seguida, os objetos foram duplicados e posicionados como mostra na figura 12.



Figura 12: Posicionamento dos Suportes de Baixo da Cobertura

Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

- **Hastes**

As hastes foram obtidas a partir de um *Torus*. Com a ferramenta “*Select and Move*” foram feitas cópias do *Torus* e com a ferramenta de escalonar (*Select and Uniform Scale*) foi alterado os seus tamanhos, adequando-os nos espaços entre os suportes de Cima e o de Baixo da Cobertura, como expressa a figura a baixo.

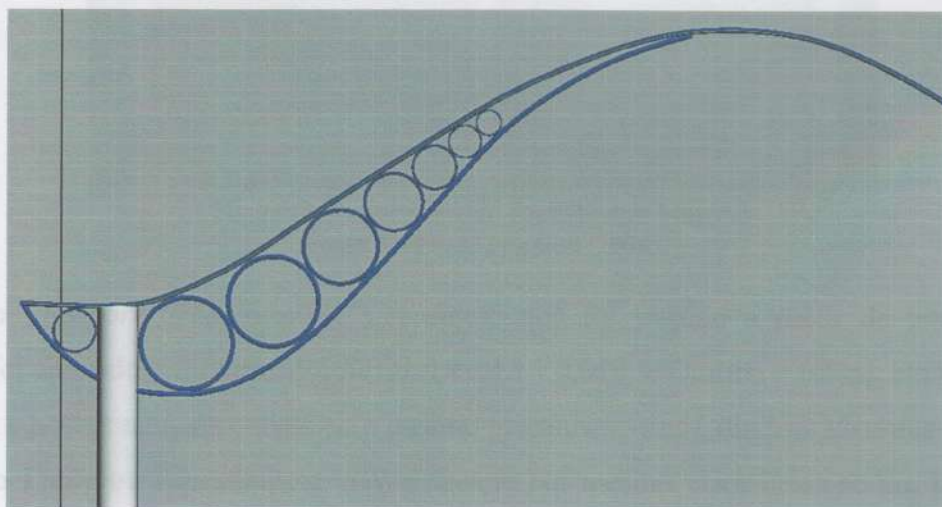


Figura 13: Posicionamento das Hastes na Cena

Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

• Acentos dos Passageiros

A modelagem dos Acentos dos Passageiros iniciou-se com a criação de um cilindro. Para este cilindro foram atribuídos os seguintes valores: *Radius* > 0,03m, *Height* > 7,73m e *Sides* > 18, em seguida, o cilindro foi duplicado. Como mostra a figura 14.

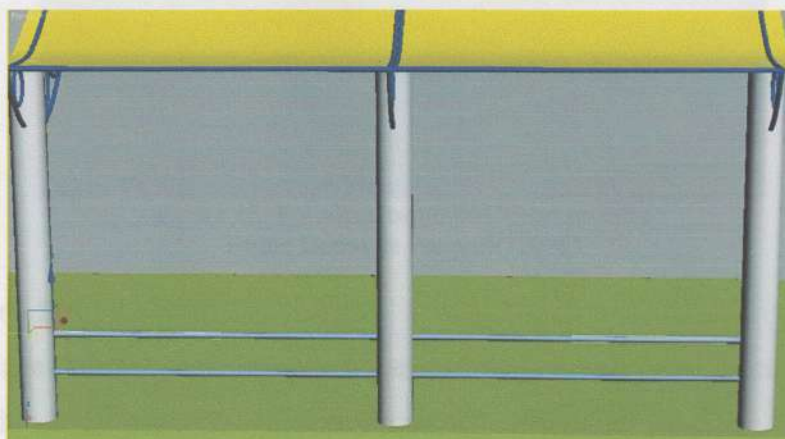


Figura 14: Posicionamento dos Cilindros Maiores
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Na *Viewport Top* criou-se outro cilindro (*Radius* > 0,02m, *Height* > 0,45m e *Sides* > 18). A partir deste cilindro foram feitas varias cópias (clonagem), em seguida foram posicionados como mostra a figura 15.

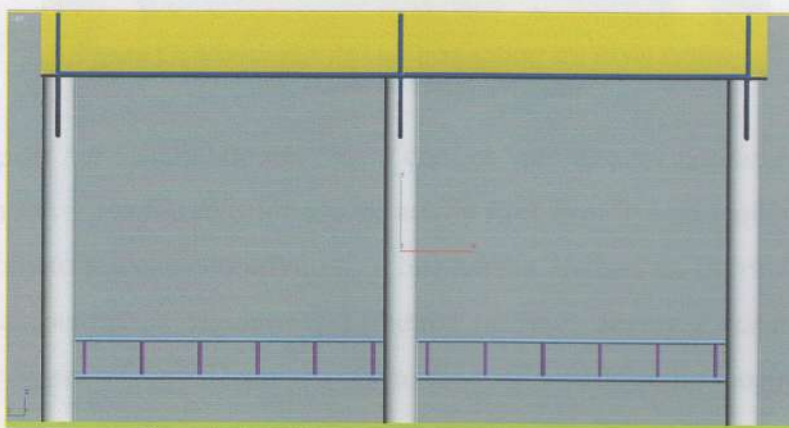


Figura 15: Posicionamento dos Cilindros Menores
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Na *Viewport Front* criou-se um objeto que foi traçado a partir de uma *line*, em seguida, foi aplicado o modificador *Bevel* (*Level 1* - 0,01m e *Outline* > 0,0m). No processo de clonagem e posicionamento, seguiu-se o mesmo mecanismo dos Cilindros Menores (figura 15).

No *Viewport Top* ativou-se a *Wireframe*. No mesmo visor criou-se um box com os valores para *Lengt* > 0,0032m, *Width* > 0,36m e *Height* > 0,606m; *Lengt Segs* > 30, *Width Segs* > 30 e *Height Segs* > 10. Neste Box aplicou-se dois modificadores o *Bend* (*Angle* > 5 e

Bend Axis > Y) e o *TurbSmooth* (*Iteration > 1*) sendo usado o mesmo mecanismo dos Cilindros Menores (figura 16).

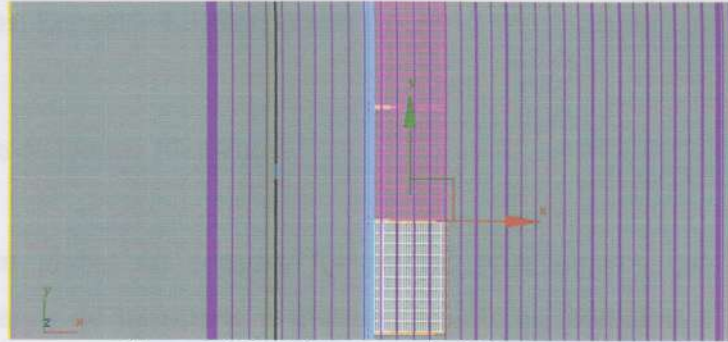


Figura 16: Posicionamento do Objeto na cena
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

- **Painéis de Informações**

A modelagem dos Painéis foi feita a partir de uma linha (*Line*). Como o objeto precisa ter uma forma cilíndrica foi preciso aplicar um modificador *Bevel Profile*.



Figura 17: Modelagem da Line para aplicar um Bevel Profile
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

No *viewport left* foi criando um *Donut* com os valores para *Radius 1 > 0,08m*, *Radius 2 > 0,12m*. Com *Bevel Profile* selecionado, se ativou *Pick Profile* e na sequência, selecionou o *Donut*. Com o objeto selecionado ativou-se a ferramenta *Mirror*, na Barra de Rolagem, e em seguida foram atribuídos os seguintes parâmetros (*Mirror: Screen Coordinationos*) *Mirror Axis > Y*, *Clone Select > Copy*. Depois, o objeto foi posicionado como mostra figura 18.

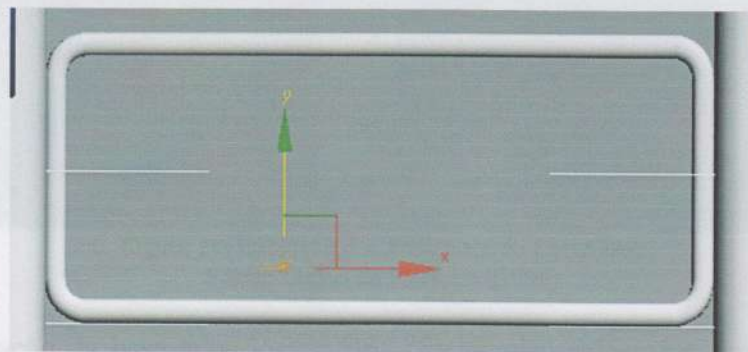


Figura 18: Posicionamento do objeto entre as bases da Plataforma
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

No *Viewport Top* criou-se um cilindro (*Radius* > 0,045m, *Height* > 1,4m *Sides* > 18) para ser usado como divisória do painel. Em seguida foram criados dois Planos com os mesmos parâmetros: *Lenght* > 1,379m, *Width* > 5,3m.

4.2.2 Modelagem de Outros Elementos

Na modelagem global do cenário, foi preciso criar objetos que representassem os equipamentos urbanos de transporte e trânsito (semáforos, botoeiras e sinalização viária), como também, os edifícios e as lojas para representar a urbanização da cena.

4.2.2.1 Loja

A modelagem da Loja iniciou-se a partir de um Box, cujos valores são: *Lenght* > 3,0m, *Width* > 2,8m, *Height* 3,0m; *Lenght Segs* > 20, *Width* > 20, *Height Segs* > 20. Depois o Box foi convertido em editor de malha (*Editable Mesh*). Após converter o Box para *Editable Mesh* foram selecionados alguns polígonos, que em seguida foram excluídos, como mostra a figura 19.

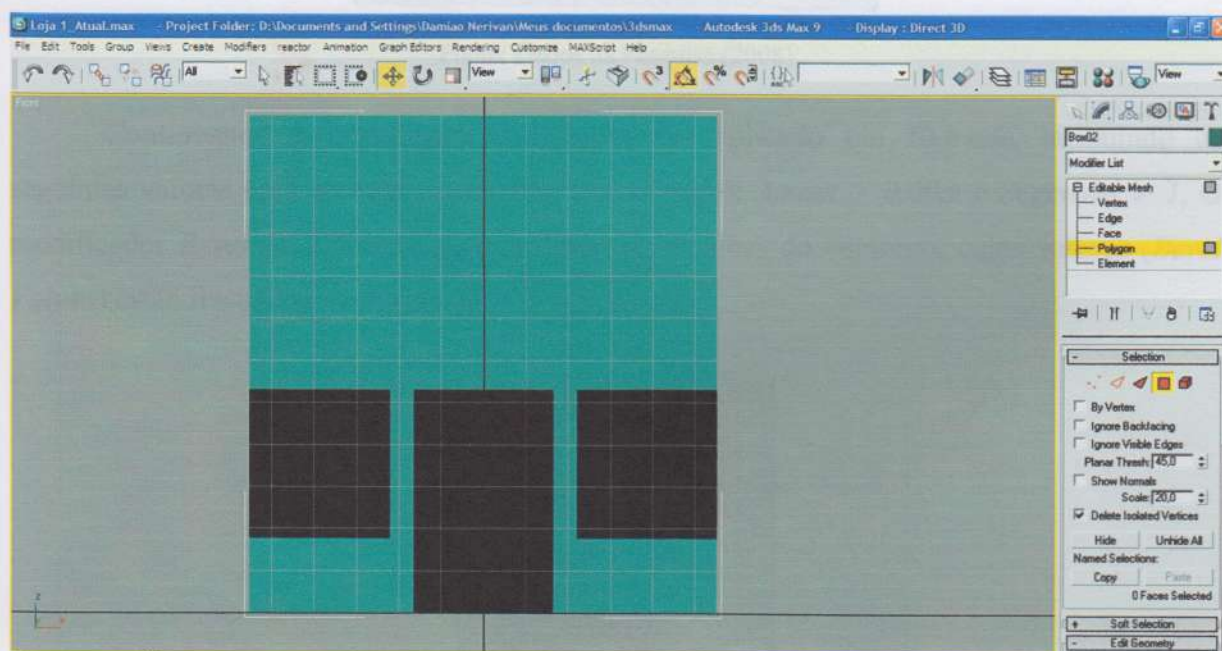


Figura 19: Exclusão dos Polígonos da Caixa Box
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Para alteração da base superior do Box, foi preciso selecionar e rotacionar todos os vértices da mesma, como pode ser percebido na figura 20.

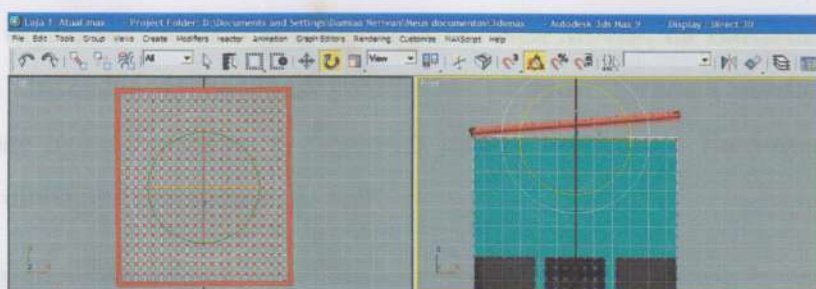


Figura 20: Seleção e Rotação dos Polígonos da Caixa Box
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Para modelar o contorno das laterais e a porta, é preciso criar uma linha (*Line*). No Painel Modify foi selecionado o *Vertex (Editor de Vértice)* da *Line* para ajustar (figura 21).

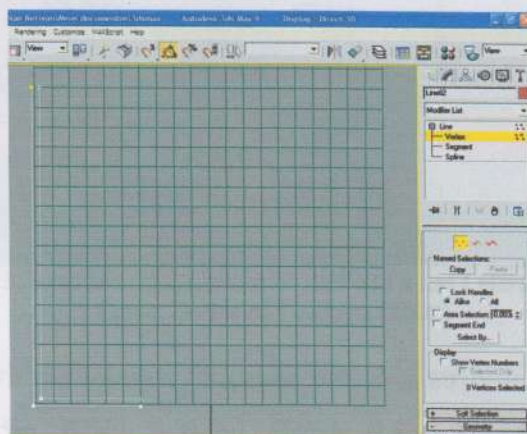


Figura 21: Line para Contornar a Lateral da Loja
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Continuando a modelagem do objeto, foi aplicado um **Extrude**, atribuindo os seguintes valores para os seus parâmetros (Parameters): *Amount* > 0,09m e *Segments* > 1. O modificador **Bevel** foi aplicado para melhorar os detalhes do contorno, cujos valores (*Bevel Values*) estão ilustrados na Figura 22.

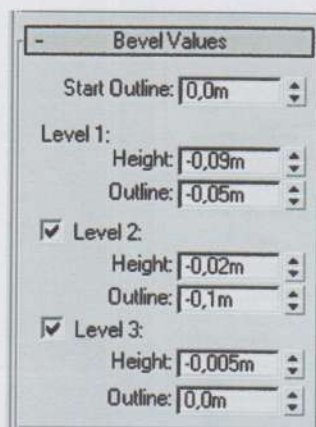


Figura 22: Parâmetros do Modificador Bevel
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Com o objeto selecionado ativou-se a ferramenta *Mirror*, na Barra de Rolagem, e em seguida foram atribuídos os seguintes parâmetros (*Mirror: Screen Coordination*) *Mirror Axis* > Y, *Clone Select* > Copy. A figura 23 mostra o resultado final dos contornos pelo mecanismo de clonagem de objetos.

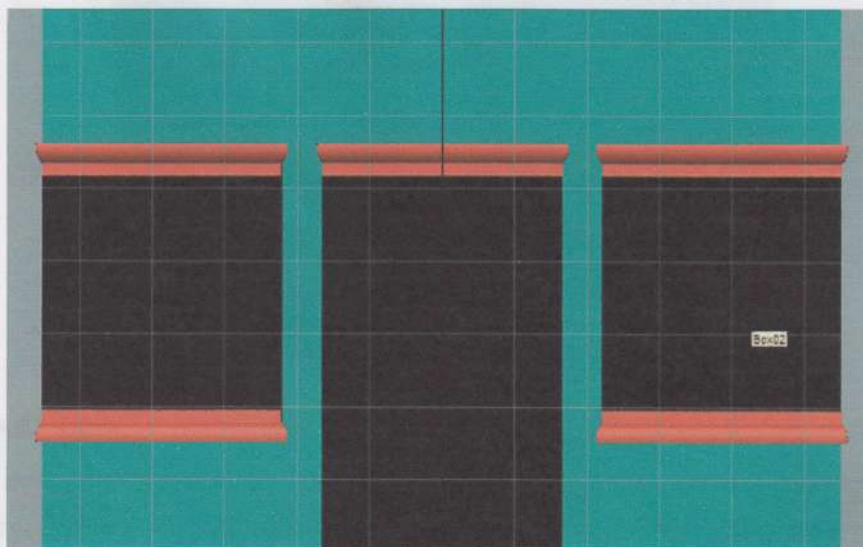


Figura 23: Resultado dos Contornos da Porta e das Laterais da Loja
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Para modelar os vidros laterais, criou-se um *Box* atribuindo os valores para os seus parâmetros: *Length* > 2,5m, *Width* > 0,9m, *Height* 0,8m; *Length Segs* > 20, *Width* > 20, *Height Segs* > 20 e *Segments* 18. Após converter o *Box* em objeto de malha, foram selecionados os polígonos da base, do topo e de suas laterais e deletados. Em seguida aplicou-se a ferramenta *Mirror* como mostra a figura 24.

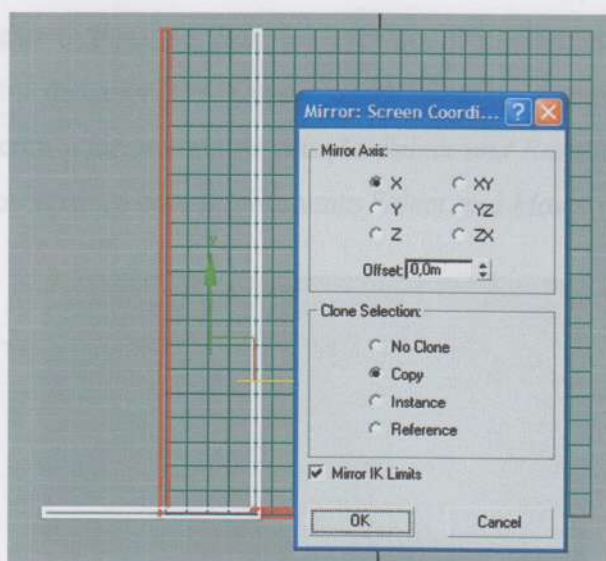


Figura 24: Clonagem do Objeto com a Ferramenta Mirror
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

O telhado foi exportado através do *File > Export... > Meus Modelos 3d > Telhado.3DS*, onde foram feitas algumas alterações para adequar aos objetos da cena.

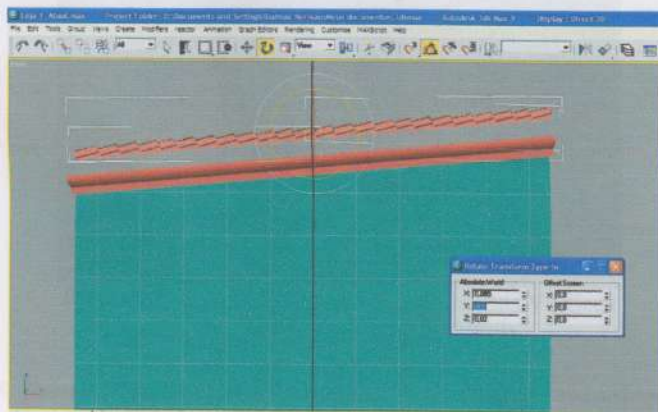


Figura 25: Readequando o telhado ao objeto
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

- **Placa da Loja**

No Visor Front criou-se um Box, atribuindo os seguintes valores para seus parâmetros: *Lengh > 1,58m*, *Width > 2,8m*, *Height 0,25m*; *Lengh Segs > 20*, *Width > 20*, *Height Segs > 20*. Depois foi aplicado o *Extrude* ao Box, atribuindo os seguintes valores (Parameters): *Amout > 0,02m* e *Segments > 1*. Por fim, o Box foi convertido em objeto de malha (*Convert to Editable Mesh*).

- **Coberta da Loja**

Na *Viewport Left*, foi construído um Box, atribuindo os valores para *Lengh > 0,34m*, *Width > 0,834m*, *Height 2,8m*; *Lengh Segs > 22*, *Width > 22*, *Height Segs > 22*, em seguida o Box foi convertido em edição de malha (*Convert to Editable Poly*).

Para a inclinação o topo do Box foi preciso, primeiramente, selecionar todos os vértices da parte superior da caixa Box. Depois os vértices foram movidos a certa altura, e em seguida, rotacionados com a ferramenta de rotação *Select and Ratation* (em torno do eixo Z). Por fim, ajustaram-se os vértices com a ferramenta *Select and Move*, ilustrado na figura 26.

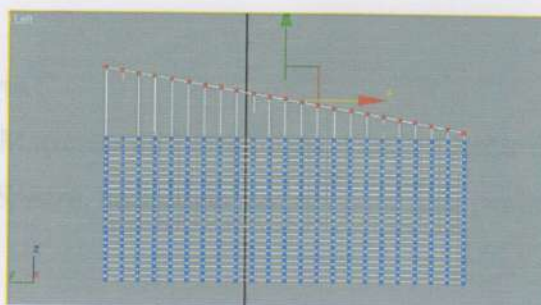


Figura 26: Ajustando os Vértices do Top
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Na *Viewport Left*, com a ferramenta *Select Object*, foram selecionados alguns vértices de duas laterais. Em seguida, foi atribuído o comando *Remove* do *Edit Vertices*.

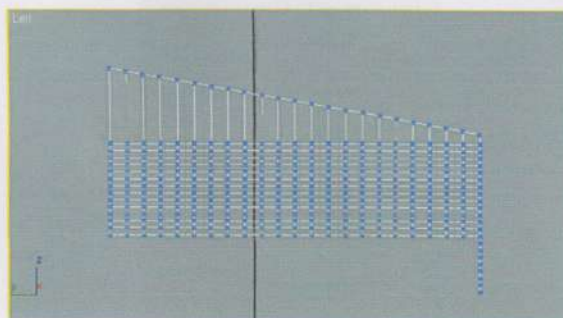


Figura 27: Resultado Após a Remoção dos Vértices
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Na *Viewport Front*, os vértices intercalados foram selecionados, e em seguida, movidos com a ferramenta *Select and Move*, observados na Figura 28.

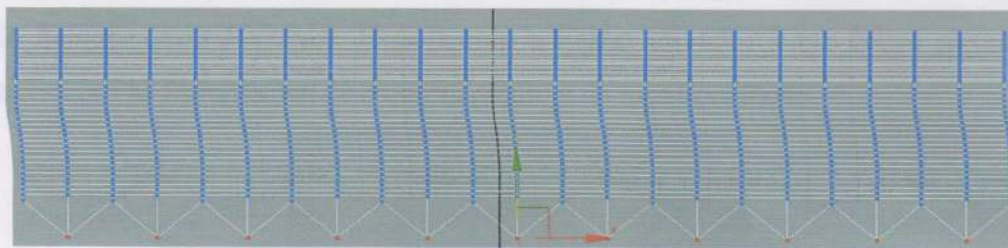


Figura 28: Resultado dos Vértices Movidos na Viewport Front
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Com os vértices ainda selecionados ilustrado na figura 28, aplicou-se o comando *MSmooth* (*Edith Geometry*), o resulta pode ser observado na figura 29.

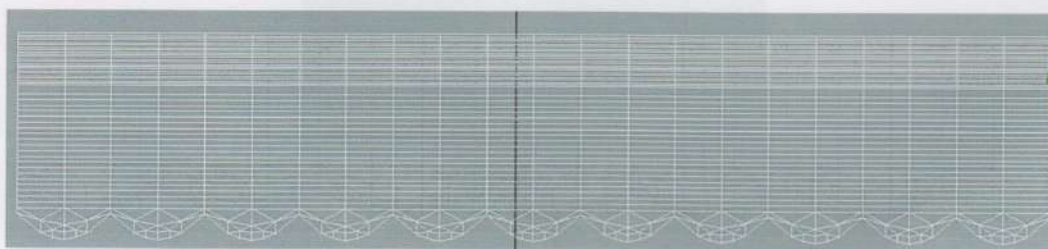


Figura 29: Arredondamento da Área Afetada pelo MSmooth
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

• Maçaneta da Porta

A modelagem da Maçaneta da Porta foi modelada a partir de uma esfera (*Sphere*). Na *Viewport Top* criou-se a *Sphere*, atribuindo valores para seus parâmetros detalhados na figura 30. Depois selecionou-se a área a ser deformada, aplicando o comando *Extrude*. A figura 31 mostra a extrusão dos vértices.

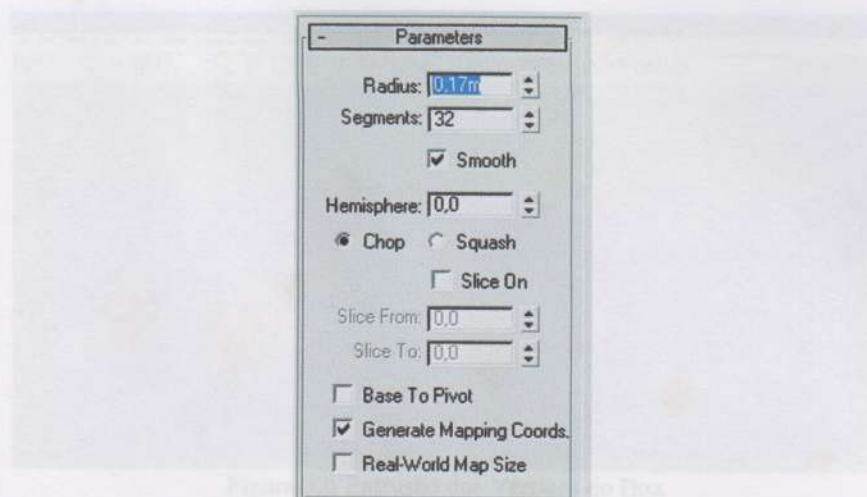


Figura 30: Parâmetros da Esfera (Sphere)
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Em seguida a *Sphere* foi convertida em objeto de malha (*Editable Poly*) para poder fazer a remoção dos polígonos. Com a metade dos polígonos selecionados aplicou-se comando *Remove (Edit Vertices)*. Depois com o *Vertex* ativado, foram feitos alguns ajustes nos vértices com as ferramentas de escalonamento e de movimentação.

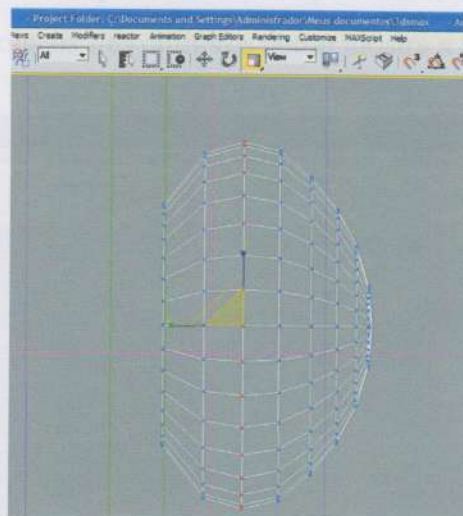


Figura 31: Ajustes dos vértices do Objeto
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Por fim, foi aplicada uma extrusão (*Edit Vertices*) na parte plana do objeto.

- **Outdoor**

A modelagem do Outdoor foi iniciada a partir de uma caixa *Box*, onde foram atribuídos os seguintes parâmetros: *Length* > 3,0m, *Width* > 9,0m, *Height* > 0,06m; *Length Segs* > 40, *Width* > 120, *Height Segs* > 4. Em seguida, foi convertida para edição de malha (*Editable Mesh*). Depois selecionou-se a área a ser deformada, aplicando o comando *Extrude*. A figura 32 mostra a extrusão dos vértices.

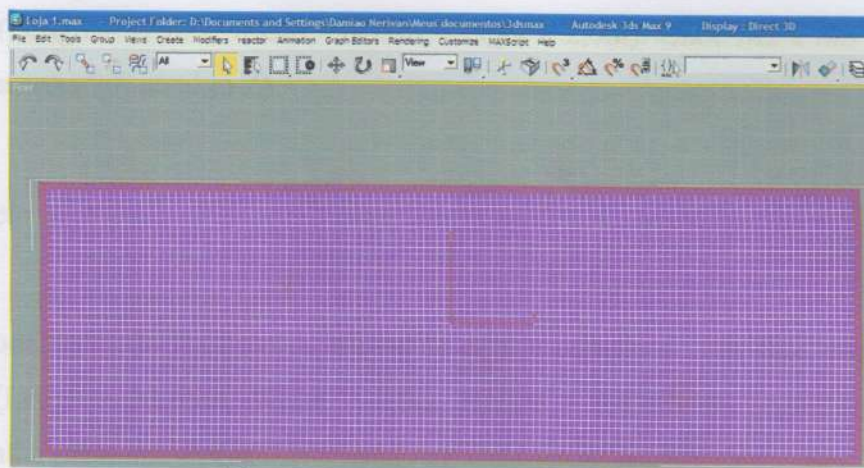


Figura 32: Extrusão dos Vértices do Box
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Para começar a modelar o suporte do Outdoor foi preciso criar um cilindro (Radius > 0,03m, Height > 6,0m Sides > 18), e pelo processo de clonagem criou-se mais 2 cilindro. Onde estes cilindros foram renomeados para C2 (Radius > 0,03m, Height > 4,5m Sides > 18) e C3 (Radius > 0,03m, Height > 0,5m Sides > 18). Depois com a ferramenta de rotação (*Select and Rotation*) altera a rotação de C2 e C3, e com a ferramenta de posicionamento (*Select and Rotation*) posiciona os três cilindros como mostra a figura 33.

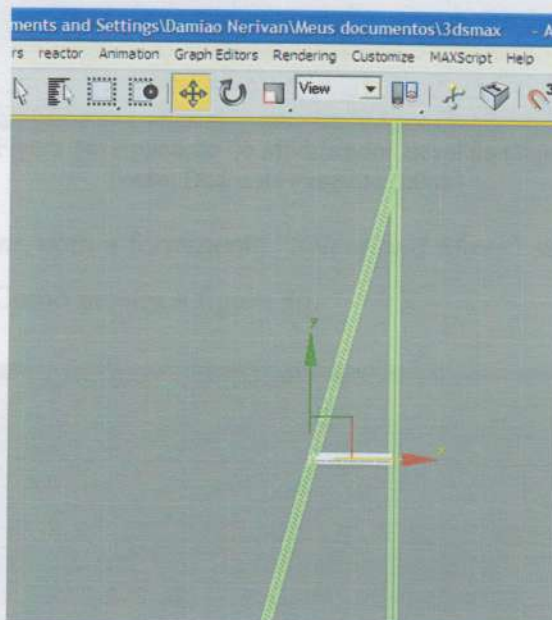


Figura 33: Posicionando os objetos que compõe o Suporte do Outdoor
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

• Muro

A modelagem do Muro iniciou-se com a criação de uma caixa Box (Lengh > 13,95m, Width > 0,12m, Height > 2,0m), em seguida o caixa Box foi triplicado na *Viewport Top*, onde os novos objetos foram renomeados como M2 (Lengh > 7,28m, Width > 0,12m, Height >

2,0m) e M3 (Lengh > 7,28m, Width > 0,12m, Height > 2,0m). Onde M2 e M3 são as laterais do muro (rotaciona 90° no eixo Z).

4.2.2.2 Edifício A

A modelagem do Edifício A iniciou-se com a criação de um *Box*, com os seguintes parâmetros (Lengh > 23,65m, Width > 2,0m, Height > 5,43m) em seguida convertido em edição de malha (*Editable Poly*).

Com os polígonos selecionados (figura 34), aplicou-se o modificador *Bevel*.

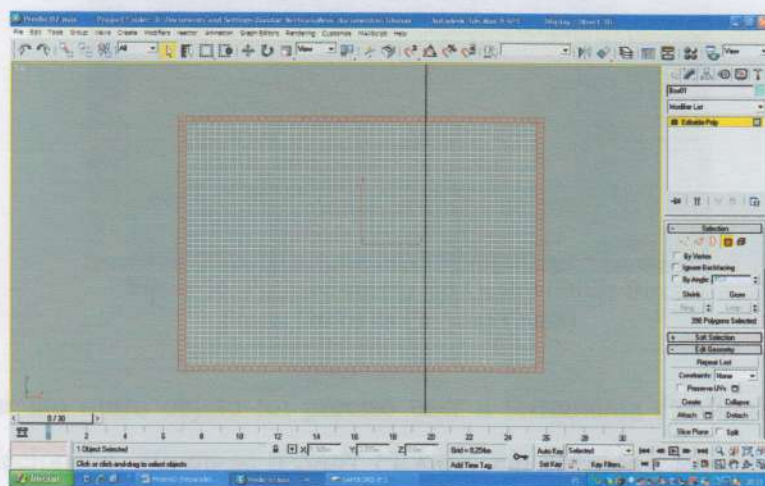


Figura 34: Aplicação do Modificador Bevel no Objeto
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

No *Viewport Front*, com a ferramenta “*Select and Move*” selecionou-se os polígonos. Em seguida os deletou. Como mostra a figura 35.

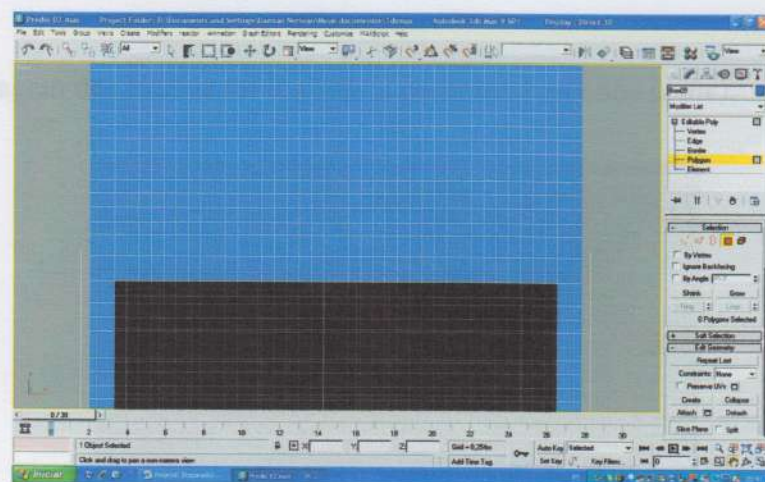


Figura 35: Polígonos Excluídos na Parte Inferior do Objeto
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

- **Vitrines e Porta**

Para modelagem o contorno da vitrine e o contorno da porta foi preciso criar quatro caixas Box. Em seguida, as caixas Box foram renomeadas e alteradas seus parâmetros: Box1(Lengh > 1,12m, Width > 2,2m, Height > 0,15m), Box2(Lengh > 1,05m, Width > 1,4m, Height > 0,3m), Box3(Lengh > 1,05m, Width > 1,8m, Height > 0,3m), Box4 (Lengh > 1,05m, Width > 0,473m, Height > 0,3m).

Na *Viewport Front*, as quatro caixas Box foram posicionados como detalha a figura 36.

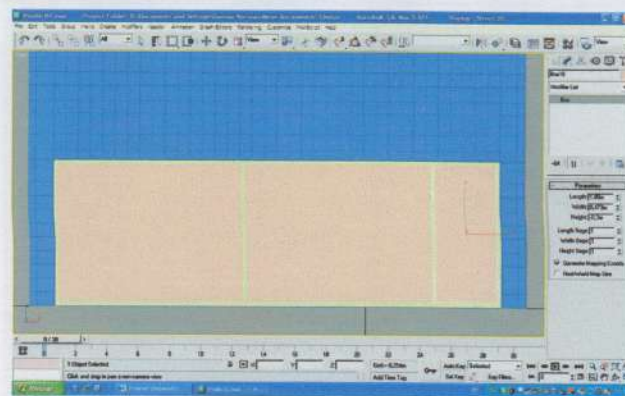


Figura 36: Posicionamento das Quatro Caixas Box
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Para criar um outro objeto foi preciso usar a ferramenta *ProBoolean*. Com o Box1 (Box maior) selecionado, ativou-se o *Start Picking*, em seguida, selecionou os outros três Box.

- **Vidros**

No *Viewport Front* criou-se um retângulo (*Rectangle*). Onde foram atribuídos os seguintes parâmetros: Lengh > 1,0m e Width > 2,1m.

- **Janelas**

A modelagem das janelas foi iniciada a partir de uma linha (*Line*).

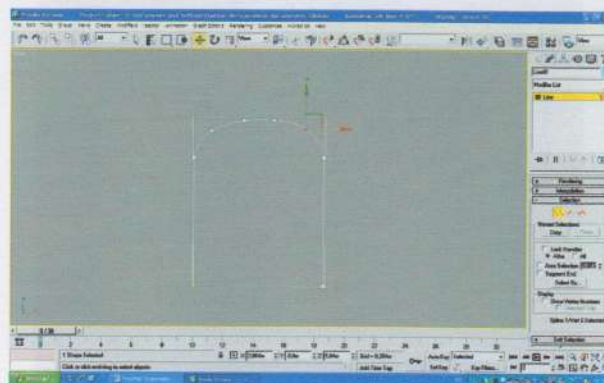


Figura 37: Ajustes da Line para a construção da Janela
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

No *Viewport Left*, foi criando um *Donut* com os seguintes valores para seus parâmetros *Radius 1* > 0,09m, *Radius 2* > 0,13m. Para aplicar o modificador *Bevel Profile* utilizou-se do mesmo mecanismo da modelagem dos Painéis de Informações.

Para modelar as divisórias da janela foi preciso criar, *Viewport Top*, um cilindro cujos valores para (*Radius* > 0,01m, *Height* > 0,5m e *Sides* > 18) e outro na *Viewport Left* com os valores *Radius* > 0,01m, *Height* > 0,4m e *Sides* > 18. Na *Viewport Top*, o *Wireframe* foi ativado e com o *Select and Move* os Cilindros foram posicionados como detalha a figura 38.

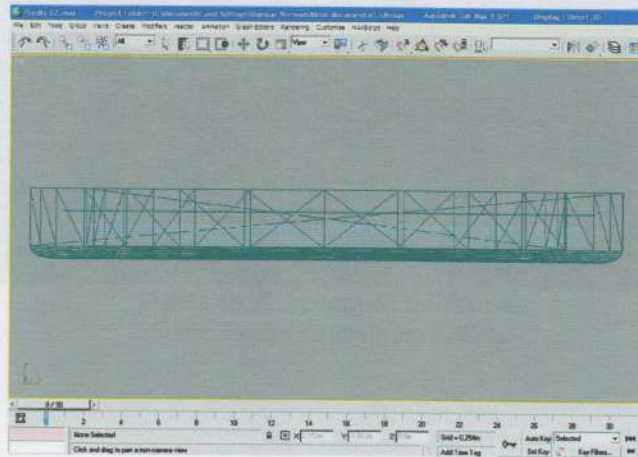


Figura 38: Posicionamento dos Cilindros da divisória da Janela
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Na *Viewport Top* com a ferramenta *Select Object* foi selecionado todos os elementos da janela, em seguida, foram agrupados (*Group name: Janela*). Depois criou-se mais 8 janelas por clonagem(*copy*) e com a ferramenta “*Select and Move*” as janelas foram posicionadas como detalha a figura 39.

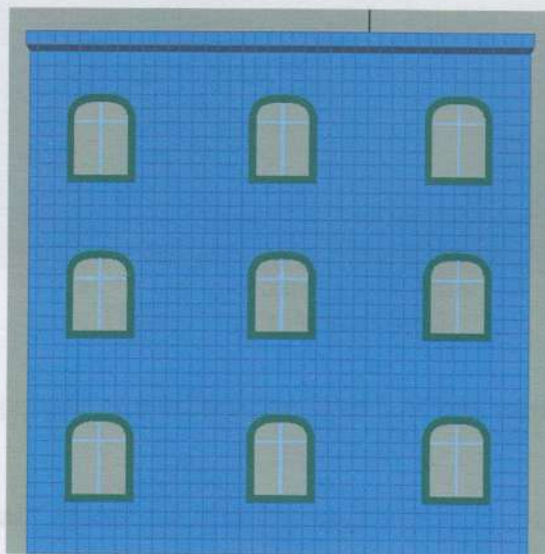


Figura 39: Posicionamento das Janelas no Edifício A
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

- **Cobertura do Prédio**

Na modelagem da cobertura deste objeto foram utilizados os mesmos mecanismos da Coberta da Loja.

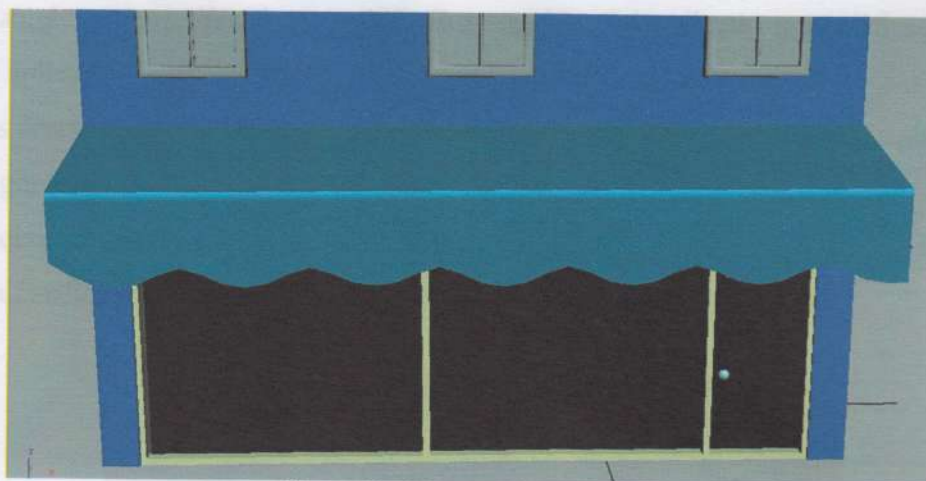


Figura 40: Cobertura do Edifício A
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

4.2.2.3 Edifício B

A modelagem deste objeto iniciou-se a partir de uma *Line*. Na *View Front* foram criados, com a *Line*, três objetos: E_Frente, E_Comprimento e E_Traz (figura 41).

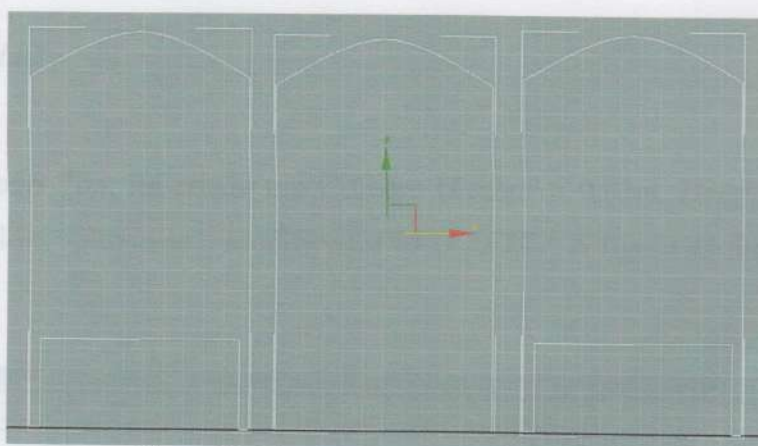


Figura 41: Line para construção do Edifício B
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Em seguida foi aplicado o modificador “*Extrude*” de acordo com a necessidade de cada objeto.

- E_Frente e E_Traz (Amout > 0,07 e Segment >1);
- E_Comprimento (Amout > 2,0 e e Segment >1).

- **Vitrines e Porta**

Na modelagem da porta e da vitrine, foram utilizados, dois elementos básicos: *Ellipse* (*Ellipse*) e uma caixa *Box*.

Na “*Viewport Front*”, foi criada uma “*Ellipse*”, onde foram atribuídos os seguintes valores: *Lenght* > 1,61, *Width* > 0, 486. Em seguida, foi aplicado o modificador *Extrude*. Depois de aplicado a extrusão foi feitas seis cópias (*Copy*) do objeto.

Depois foram criados dois *Box*: *Box1*(*Lenght* > 0,072, *Width* > 0,501, *Height* > 1,086) e *Box2*(*Lenght* > 0,072, *Width* > 2,0, *Height* > 1,086).

Para deixar somente o contorno da vitrine e da porta foi preciso subtrair as elipses com a ferramenta *ProBoolean*. O resultado pode ser visto na figura 42.

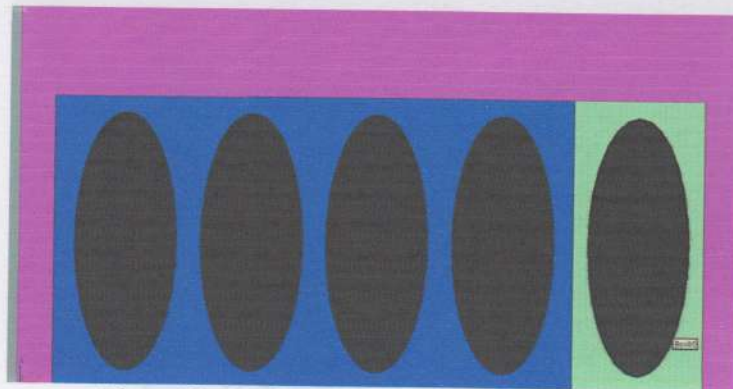


Figura 42: Resultado após a Operação ProBoolean
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

4.2.2.4 Poste de Luz

No *Viewport Top*, foi criado um Cilindro (*Radius* > 0,03m, *Height* > 18m e *Sides* > 18) para deformá-lo, aplicou-se o modificador *FFD 2x2x2*. A figura 43 ilustra como foi feita a deformação.

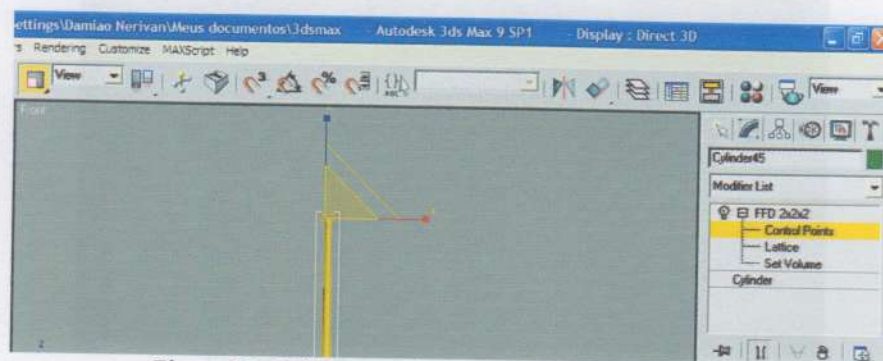


Figura 43: Deformação do cilindro para moldar o Poste
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

A modelagem do suporte da Lâmpada foi produzida a partir de uma esfera (*Sphere*) que foi convertida em malha de edição (*Editable Poly*). A metade da esfera foi removida com o comando “*Remove*” e depois de alguns ajustes foi aplicado comando *MSmooth*.

Na *Viewport Left*, foi criado um Cilindro (*Radius* > 0,008m, *Height* > 0,2m e *Sides* > 18) para completar o suporte da Lâmpada. No mesmo visor, foram selecionados os objetos que compõe o Suporte da Lâmpada, e em seguida, foram agrupados (*Group name*: Suporte da Lâmpada). Depois de agrupados, foi feita uma rotação a certa altura.

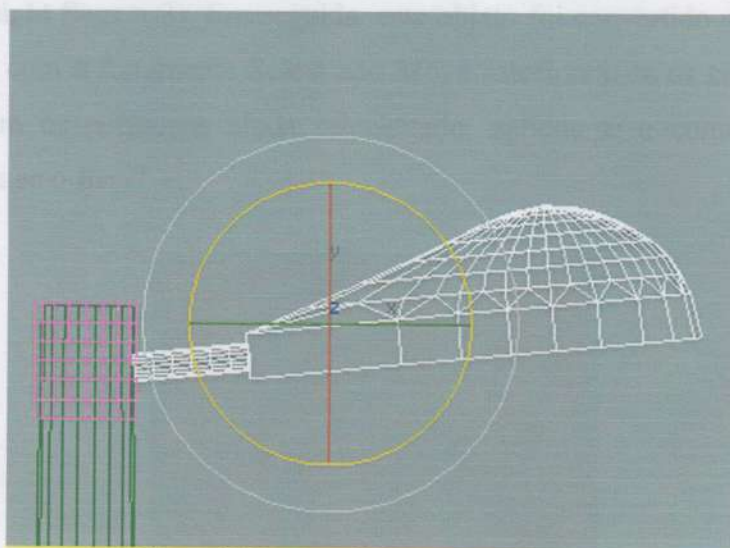


Figura 44: Rotação do Suporte da Lâmpada

Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Com o Suporte da Lâmpada selecionado, ativou-se a ferramenta *Mirror* e foram atribuídos os seguintes parâmetros (*Mirror: Screen Coordinationos*) *Mirror Axis* > Y, *Clone Select* > Copy.

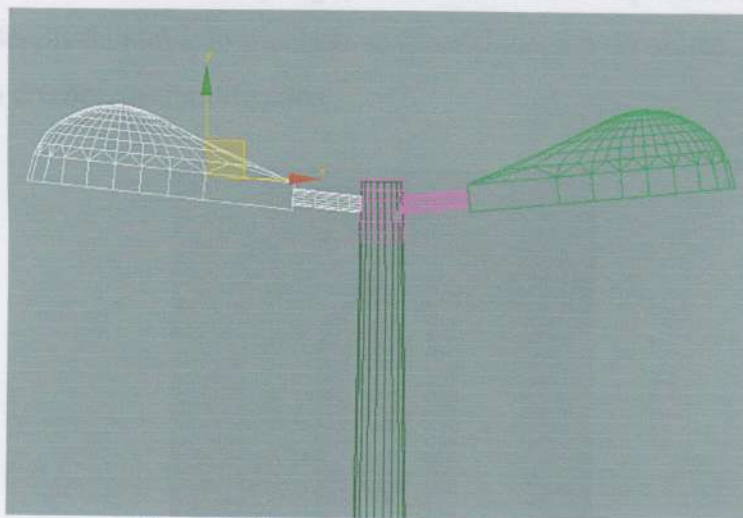


Figura 45: Clonagem do Suporte da Lâmpada

Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

4.2.2.5 Sinais

- **Sinais de Três Tempos**

A construção dos Sinais Três Tempos iniciou-se a partir de um objeto primitivo que se assemelhe a uma caixa, sendo que esta caixa com os cantos arredondados.

Na *Viewport Front*, foi criado um “*ChanferBox*” com valores de suas medidas (Length > 2m, Width > 2,6m, Height > 0,05m, Fillet > 1,0m) de seus segmentos (Length Segs > 50, Width > 50, e Height Segs > 3). Em seguida, este objeto foi convertido em malha de edição (*Editable Poly*) e com a ferramenta *Select and Move* selecionou-se os polígonos (figura 46). Na *Viewport*, com os polígonos ainda selecionado, aplicou-se o comando *Extrude* e na sequência, aplicou-se o *Bevel*.

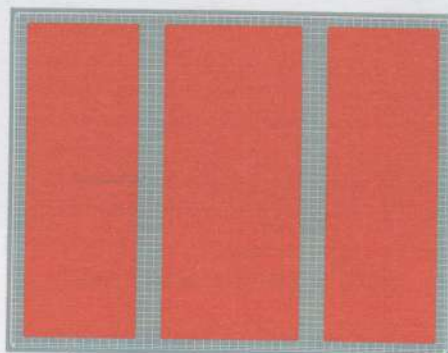


Figura 46: Seleção dos polígonos com a ferramenta *Move and Object*
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

No visor “*Viewport Front*” criou-se uma esfera (*Sphere*), atribuindo os valores para Radius > 0,29m e Segments > 20. Em seguida a *Sphere* foi convertida em objeto de malha (*Editable Poly*). Com a metade dos polígonos selecionados foi aplicado o comando *Remove* (*Edit Vertices*). Depois da remoção precisou-se fazer clonagem do objeto. A figura 47 mostra o posicionamento dos objetos modificados.

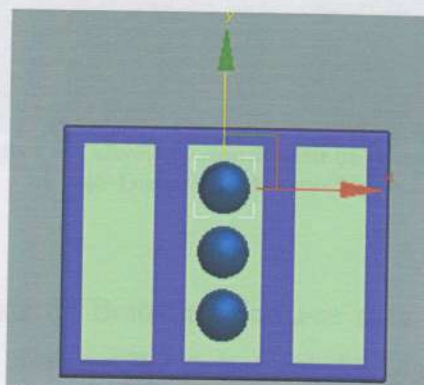


Figura 47: Posicionamento dos Elementos do Sinal de Três Tempos
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Na modelagem do suporte do Sinal de Três Tempos foi preciso criar dois objetos: Um objeto criado através do *Donut* e o outro por uma *Line*.

Para o primeiro, foi preciso aplicar um modificador *Bevel Profile*. No *viewport left* foi criado um *Donut* com os valores para *Radius 1* > 0,065m, *Radius 2* > 0,075m. Com *Bevel Profile* selecionado, se ativou *Pick Profile* e na sequência, selecionou o *Donut*.

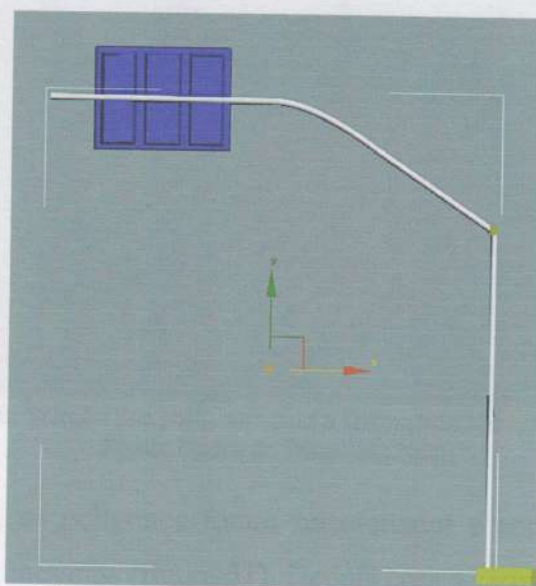


Figura 48: Objeto Criado a partir do Donut

Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Já no segundo, foi aplicado o modificador *Extrude* (*Amount* > 2,0m e *Segments* > 1).

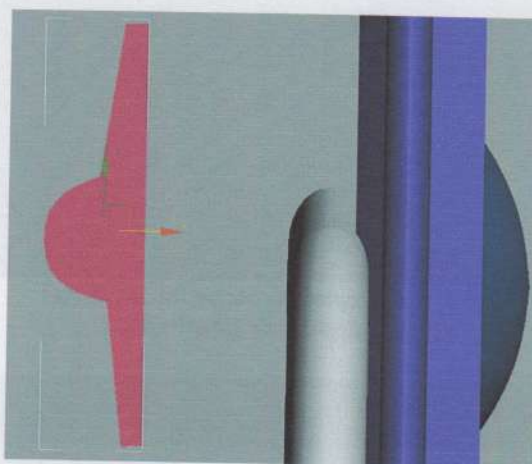


Figura 49: Objeto Criado a partir de uma Line

Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

- **Sinais da botoeira**

A construção dos Sinais da Botoeira iniciou-se com uma caixa *Box*, atribuindo os seguintes parâmetros: *Length* > 1,0m, *Width* > 0,5m, *Height* > 0,5m ; *Length Segs* > 20, *Width* > 20, e *Height Segs* > 10.

Em seguida, foi criado um “Cylinder” ($Radius > 0,016m$, $Height > 0,6m$; $Hight Segments > 10$, $Cap Segments > 0$ e $Sides > 18$) que foi convertido em malha de edição.

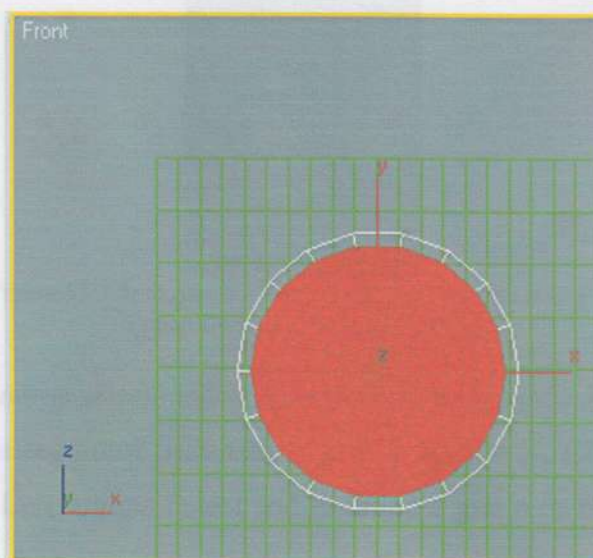


Figura 50: Seleção dos polígonos com a ferramenta Move and Object
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

No *Viewport Left*, os polígonos foram selecionados e com a ferramenta *Select and Move* os polígonos foram movidos (figura 51). Depois com a ferramenta *Select and Rotation*, o objeto foi rotacionado 45° graus no eixo (figura 52). Os objetos foram triplicados, como mostra a figura 53.

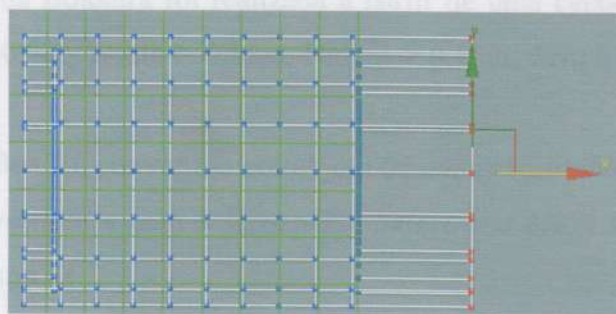


Figura 51: Movendo os Polígonos do Objeto
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

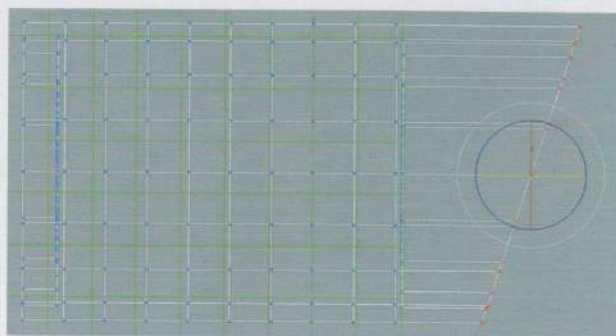


Figura 52: Rotacionando os Polígonos do Objeto
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

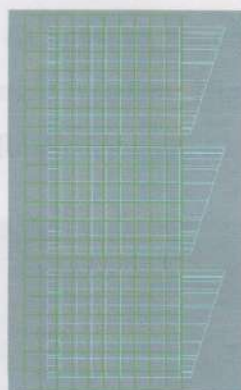


Figura 53: Clonagem dos Elementos para compor o Objeto
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Com os três cilindros selecionados, foi acionado o comando *Mirror* e na caixa Screen Coordinate utiliza-se os seguintes parâmetros: Mirror Axis > X, Clone Selection > Copy e clica em OK. Na view Left, aciona Select and Rotation e gira os três cilindros 90 graus no eixo Z.

Por fim, foi utilizado um cilindro (*Radius* > 0,03m, *Height* > 6,0m e *Sides* > 18) como suporte.

4.2.2.6 Botoeira

A modelagem da Botoeira foi realizada a partir de uma caixa Box com os seguintes parâmetros: Length > 0,4m, Width > 0,15m, Height > 0,15m; Length Segs > 5, Width > 5, e Height Segs > 5.

Em seguida o Box foi convertido em objeto de malha (*Editable Poly*) para poder fazer a alteração dos seus vértices e com a ferramenta *Select and Move* foram feitos os devidos ajustes expressa na figura 54.

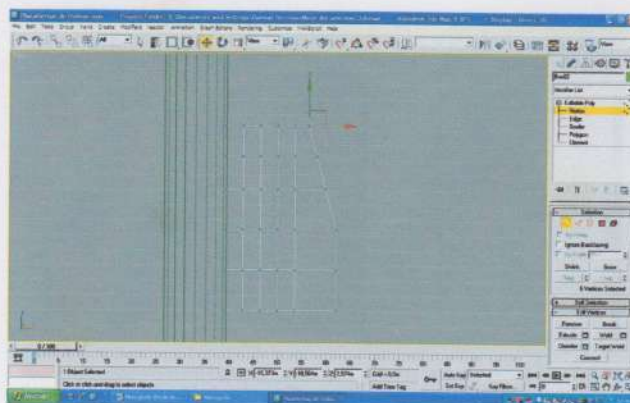


Figura 54: Ajustes dos Vértices do Objeto
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Para finalizar a modelagem da botoeira, foi criado um Cilindro (Viewport Left) com os seguintes parâmetros $> 0,02\text{m}$, $Height > 0,02\text{m}$; Hight Segments > 1 , Cap Segments > 1 e $Sides > 18$. A figura 55, mostra com foi posicionado o cilindro na cena.

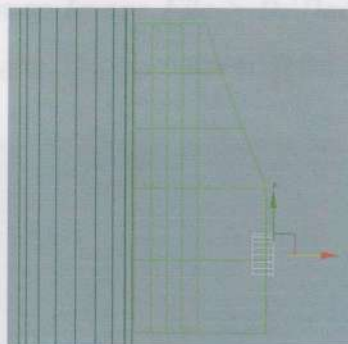


Figura 55: Posicionamento do Objeto na Cena
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

4.2.2.7 Calçada

A modelagem da calçada foi realizada com uma caixa *Box*, onde foram atribuídos os seguintes parâmetros: Length $> 170,0\text{m}$, Width $> 4,0\text{m}$, Height $> 0,1\text{m}$; $Length\ Segs > 30$, $Width\ Segs > 5$, e $Height\ Segs > 2$.

4.3 MONTAGEM DO CENÁRIO

A montagem do Cenário iniciou-se com a construção de um Plane (Length > 170 e Width > 60) e de um Layout da Plataforma, que foi vetorizado com o software Corel Draw X4 (figura 56).

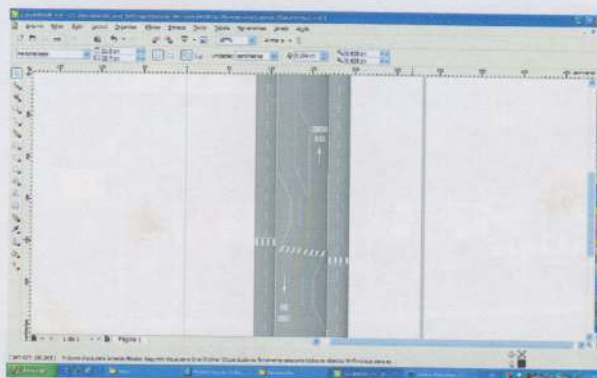


Figura 56: Vetorização do Layout da Plataforma
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

Na *Viewport Top* selecionou-se o *Plane*, e na Barra de ferramentas principal ativou-se o Editor de Material (*Material Editor*). No *Material Editor* selecionou-se um *Slot* de amostra vazio (Default), em seguida, nomeou o Slot vazio como “*Layout Base Plataforma*”

Na seção *Maps* clicou-se no botão None do mapa Diffuse Color (*Material/Map Browser > Bitmap > Select Bitmap Image File > D:\Documents and Settings\...\Texturas Utilizadas > Layout Plataforma2.jpg*). Depois o material foi aplicado no *Plane* (figura 57).

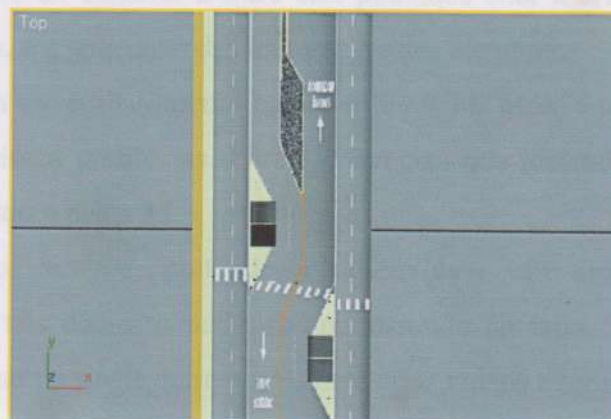


Figura 57: Layout da Plataforma
Fonte: Dados da Pesquisa (2008)

O cenário foi organizado, através dos mecanismos de clonagem (*Copy*) e de posicionamento (*Select and Move*), com base nos detalhes do Layout da Plataforma.

As aplicações da textura nos objetos (Plataforma de Embarque e Desembarque, Loja, etc.) foram feitas com o mesmo procedimento utilizado no Plane da Figura 58.

Por fim, a cena foi renderizada (*Render*) em um ângulo que mostra os equipamentos urbanos, como também a faixada dos Edifícios e das lojas.



Figura 58: Renderização do Cenário
Fonte: Dados da Pesquisa

5 CONCLUSÃO

Uma vez aplicado o conhecimento da computação, adquiridos e postos em práticas conjuntamente as ferramentas do 3ds obtiveram-se resultados que permitem apresentar o seguinte conjunto de conclusões:

O uso do 3DS Max como ferramenta de modelagem proporcionou diversos benefícios para o desenvolvimento do cenário. Dentre eles podemos citar a criação de objetos a partir elementos geométricos, e a aplicação das texturas a estes elementos.

Os usuário com um embasamento básico sobre o 3ds Max, é possível efetuar a criação de cenários e sem maiores problemas. Porém, é preciso que mesmos deponha de maquinas com processador elevado e placa 3d

Como trabalhos futuros, pretende-se desenvolver um modelo capaz de simular situações no trânsito, tais como: o pedestre atravessando na faixa, o pedestre acionando a botoeira para sincronizar os sinais entre outros para criar vídeos educacionais.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LUCENA, Alberto. Arte da animação. Técnica e crítica através da história. São Paulo: SENAC, 2002.

PERSIANO, R. C. M; OLIVEIRA, A. A. F. Introdução à computação gráfica. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1989.

SILVA, João Carlos da. 3ds max 7 utilizando técnicas avançadas. São Paulo: Érica, 2004.

_____. 3ds max 7 prático e ilustrado. São Paulo: Érica, 2005.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia de trabalho científico**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1998.

AZEVEDO, Eduardo; CONCI, Aura. **Computação gráfica-Teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

ROGERS. D. F; ADAMS. J. A., **Mathematical elements for computer graphics**, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1990.

DIMAS, Ricardo. **Princípios de Base – Animação 3d**, 2005. Disponível em: <http://www.escultopintura.com.br/Tutoriais/Tutorial_Principios_Animacao_3d/3_Conceitos_Gerais/Conceitos_Gerais.htm>. Acesso em: 20 jun. 2006.

KLEBER, Anderson. **O Vivo no Mundo Digital**, 2004. Disponível em: <http://php.cin.ufpe.br/~pmk/hp/publicacoes/tgs/tg_anderson3d.PDF>. Acesso em: 26 jun. 2006.

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LUCENA, Alberto. **Arte da animação. Técnica e estética através da história**. São Paulo: SENAC, 2002.

PERSIANO, R. C. M; OLIVEIRA, A. A. F. **Introdução à computação gráfica**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1989.

SILVA, João Carlos da. **3ds max 6 utilizando técnicas avançadas**. São Paulo: Érica, 2004.

_____. **3ds max 7 prático e ilustrado**. São Paulo: Érica, 2005.