

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

Elza Amélia de Souza Araújo

CONSTRUÇÃO VIRTUAL DA PONTE FORTE-REDINHA

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

NATAL/RN

2006

ELZA AMÉLIA DE SOUZA ARAÚJO

FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE



CONSTRUÇÃO VIRTUAL DA PONTE FORTE-REDINHA

CONSTRUÇÃO VIRTUAL DA PONTE FORTE-REDINHA

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador:

Luiz Gonzaga Damasceno, M. Sc.

NATAL/RN

2006

RB- 31.750

M



004.92

AG88C

2006

ex 01

CONSTRUÇÃO VIRTUAL DA PONTE FORTE-REDINHA

Catálogo na Publicação – Biblioteca da FARN
Setor de Processos Técnicos

Araújo, Elza Amélia de Souza

Construção virtual da ponte Forte-Redinha / Elza Amélia de Souza Araújo . –
Natal: FARN, 2006.

34f.

Orientador: Luiz Gonzaga Damasceno (M.Sc.)

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

1. Computação Gráfica – Monografia. 2. Realidade Virtual – Monografia. 3.
Virtual Reality Modeling Language (VRML) – Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

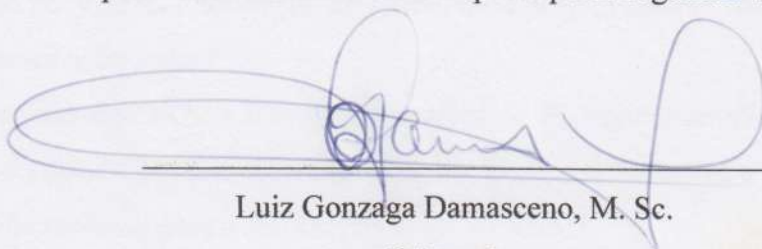
CDU 004.92

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

CONSTRUÇÃO VIRTUAL DA PONTE FORTE-REDINHA

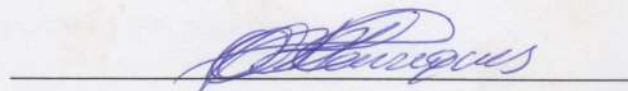
Elza Amélia de Souza Araújo

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 ____ de 2006 pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:



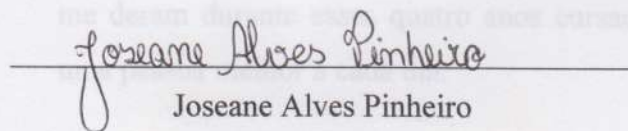
Luiz Gonzaga Damasceno, M. Sc.

Orientador



Antônio de Pádua de Miranda Henriques

Membro Examinador



Joseane Alves Pinheiro

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado força e paciência no decorrer desta curso, por ter me dado inspiração na conclusão deste projeto.

Aos meus pais condimento do meu ser, sem eles, não teria chegado aonde cheguei, pela compreensão e apoio que sempre me deram ao longo da minha vida, por realizarem os meus desejos, pela compra de um computador novo ao qual pude trabalhar com VRML e outras ferramentas 3D; Ao meu pai, pela paciência de me esperar todos os dias na faculdade depois de terminada as aulas, só coisa de pai mesmo! A minha mãe pelos conselhos e por sempre me mandar dormir quando passo as madrugadas no computador, pelo carinho incondicional que nunca me faltou por fazrem de mim um pessoa honesta e de bom índole que sempre está de bem com a vida.

Aos meus queridos e lindos amigos de faculdade, a André e Arimatea que me deram a ideia de fazer a Ponte Forte-Redinha no VRML, a Luana linda e maravilhosa você não poderia faltar aqui! Que me ajudou na formatação de minha monografia me dando dicas para que eu expressasse melhor as minhas idéias, A Claudino maravilhoso, que me ajudou na compreensão do VRML, a formação de todo o meu projeto sempre dizendo: "deixe o arquivo mais leve, economize linhas"!

As meninas do DEPLAN - Departamento de Planejamento da STTU - Secretaria de Transporte e Trânsito Urbano, Carina e Cristiane por me fornecerem a planta da Ponte ao qual tive noções de medidas para a construção desta no VRML.

E claro, não poderia faltar aqui meu mestre e orientador, Luiz Gonzaga Durasceno sem ele, não seria conseguido fazer metade deste projeto, obrigada pelos ensinamentos, paciência e carinho ao longo desse período que passamos juntos.

Dedico este trabalho aos meus pais, por terem me dado a oportunidade de ter uma educação melhor, pelo o apoio que sempre me deram durante esses quatro anos cursados e por me fazer ser uma pessoa melhor a cada dia.

AGRADECIMENTOS

3D – Três Dimensões

VRM Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado força e paciência no decorrer deste curso, por ter me dado inspiração na conclusão deste projeto.

Aos meus pais condimento do meu ser, sem eles, não teria chegado aonde cheguei, pela compreensão e apoio que sempre me deram ao longo da minha vida, por realizarem os meus desejos, pela compra de um computador novo ao qual pude trabalhar com VRML e outras ferramentas 3D; Ao meu pai, pela paciência de me esperar todos os dias na faculdade depois de terminada as aulas, só coisa de pai mesmo! A minha mãe pelos conselhos e por sempre me mandar dormir quando passo as madrugadas no computador, pelo carinho incondicional que nunca me faltou por fazerem de mim um pessoa honesta e de boa índole que sempre está de bem com a vida.

Aos meus queridos e lindos amigos de faculdade, a André e Arimatéia que me deram a idéia de fazer a Ponte Forte-Redinha no VRML, a Luana linda e maravilhosa você não poderia faltar aqui! Que me ajudou na formatação da minha monografia me dando dicas para que eu expressasse melhor as minhas idéias, A Claudino maravilhoso, que me ajudou na compreensão do VRML e formação de todo o meu projeto sempre dizendo: “deixe o arquivo mais leve, economize linhas”!

As meninas do DEPLAN – Departamento de Planejamento da STTU – Secretaria de Transporte e Trânsito Urbano, Carina e Cristiane por me fornecerem a planta da Ponte ao qual tive noções de medidas para a construção desta no VRML.

E claro , não poderia faltar aqui meu mestre e orientador, Luiz Gonzaga Damasceno sem ele, não teria conseguido fazer metade deste projeto, obrigada pelos ensinamentos, paciência e carinho ao longo desse período que passamos juntos.

LISTA DE SIGLAS

3D – Três Dimensões

VRML – Virtual Reality Modeling Language – Linguagem de Modelagem de Realidade

Virtual.	05
1.2. OBJETIVOS	06
1.2.1. OBJETIVO GERAL	06
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	06
1.3. JUSTIFICATIVA	07
2. REFERENCIAL TEÓRICO	08
2.1. COMPUTAÇÃO GRÁFICA	08
2.1.1. APLICAÇÕES DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA	09
2.2. REALIDADE VIRTUAL	09
2.3. VRML	10
2.3.1. HISTÓRICO	12
2.3.2. DEFINIÇÕES DOS TERMOS TÉCNICOS	13
3. METODOLOGIA	16
3.1. TIPOS DE PESQUISA	16
3.2. MÉTODOS UTILIZADOS	17
3.3. DESENVOLVIMENTO	17
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	25
5. CONCLUSÃO	26
6. REFERÊNCIAS	27
ANEXOS	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	05
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA	06
1.2. OBJETIVOS	06
1.2.1. OBJETIVO GERAL	06
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	06
1.3. JUSTIFICATIVA	07
2. REFERENCIAL TEÓRICO	08
2.1. COMPUTAÇÃO GRÁFICA	08
2.1.1. APLICAÇÕES DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA	09
2.2. REALIDADE VIRTUAL	09
2.3. VRML	10
2.3.1. HISTÓRICO	12
2.3.2. DEFINIÇÕES DOS TERMOS TÉCNICOS	13
3. METODOLOGIA	16
3.1. TIPOS DE PESQUISA	16
3.2. MÉTODOS UTILIZADOS	17
3.3. DESENVOLVIMENTO	17
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	25
5. CONCLUSÃO	26
6. REFERÊNCIAS	27
ANEXOS	

FIGURAS

Figura 1 – Base do pilar principal	18
Figura 2 – Pilares da Ponte	19
Figura 3 – Bloco de pista da ponte	20
Figura 4 – Parte de baixo do pilar principal	21
Figura 5 – Parte de cima do pilar principal	22
Figura 6 – Ponte com armações e pilares	23
Figura 7 – Ponte construída no VRML	24
Figura 8 – Imagem da Ponte e sua representação no VRML	25

Palavras-Chaves : Computação Gráfica , VRML , Internet.

RESUMO

ABSTRACT

Com a evolução da tecnologia, a Computação Gráfica vem invadindo o mercado dia- a -dia, com seus efeitos de criação transcreve qualquer ambiente real a uma realidade virtual apresentada através de software que fascinam o telespectador; este projeto tem o objetivo de representar a Ponte Forte-Redinha em um ambiente tridimensional onde o usuário possa vê-la com todos os seus detalhes. Com a utilização do VRML (Virtual Reality Modeling Language – Linguagem de Modelagem para Realidade Virtual) fizemos a Ponte de forma que o usuário tivesse uma visão ampliada através da internet de como ficaria o projeto, com os efeitos que a Computação Gráfica em conjunto com o VRML apresenta. Ele poderá caminhar pela Ponte sem ao menos sair de casa tornando-a o mais realista possível. Com isto, Natal ganha uma nova forma de representar seus projetos arquitetônicos ao público, e o melhor, fazendo com que eles se sintam dentro de um ambiente que no futuro os espera.

Word Key : Graphical computation, VRML, Internet.

Palavras- Chaves : Computação Gráfica , VRML, Internet.

1. INTRODUÇÃO

ABSTRACT

With the evolution of the technology, the Graphical Computation comes invading the market to each day, with its effect of creation transcribes any real environment to a virtual reality presented through software that fascinate viewer; this project has the objective to represent the Fort Bridge in a tridimensional environment where the user can see it with all its details. With the use of the VRML (Virtual Reality Modeling Language - Language of Modeling for Virtual Reality) we made the Bridge of form that the user had a vision extended through the Internet of as it would be the project, with the effect that the interada Graphical Computation with the vrml presents, it will be able to walk for the Bridge without the the least to leave the most realistic house becoming it possible. With this, Natal it gains a new form to represent its projects architectural to the optimum public and, making with that they feel themselves inside of an environment that in the future the wait.

Word Key : Graphical computation, VRML, Internet.

1. INTRODUÇÃO

A Realidade Virtual vem conquistando seu espaço a cada dia, ela está presente nas publicidades, televisões, cinema, jogos, deixando seu público maravilhado.

Através da Computação Gráfica podemos trazer o real, o que já foi feito para uma realidade virtual, para uma imitação que pareça ser tão real, quanto a original. Ela também proporciona um novo impulso ao artista, abrindo novos horizontes, fornecendo meios para se fazer um novo tipo de arte.

“Na comunidade científica, é consenso que em breve os ambientes 3D modificarão os atuais sistemas operacionais, os bancos de dados e todos os componentes de interface que deverão ser recriados para esse novo mundo (AZEVEDO; CONCI, 2003)”.

Com o avanço da tecnologia podemos refazer, criar e até inventar ambientes transpondo-o para um novo mundo digital onde simples desenhos ganham formas e aspectos humanos, onde o usuário poderá interagir, entrar em uma casa, em um carro, em um jogo sem se quer sair da sua casa, simplesmente se sentirá dentro do computador.

Um dos aspectos que estão sendo muito usados pela computação gráfica são as representações de projetos arquitetônicos como: maquetes eletrônicas, projetos de interiores e paisagismo, assim, os projetos poderão ser visualizados com mais riqueza nos detalhes.

A representação da Ponte Forte-Redinha baseada em VRML (Virtual Reality Modeling Language - Linguagem de Modelagem de Realidade Virtual), dá ao expectador a oportunidade de conhecer a mesma em todos os detalhes internos e externos, onde fica a sua localização e como acontecerá o seu funcionamento. Através das técnicas do vrml como: translação, rotação, animação e iluminação podemos fazer uma simulação da ponte onde se terá a perspectiva da realidade.

A perspectiva de um projeto é um processo que começa a assimilar a técnica de um recurso gráfico para representar o efeito ótico em que os objetos mais próximos parecem maiores do que os mais distantes, transmitindo um senso de distância e solidez à representação gráfica, este apenas sugere no papel um espaço tridimensional. É um truque que pode fazer emergir uma projeção racional e artificial do próprio desenho, mas só com a simulação gráfica do objeto a ser construído é possível prever mais facilmente como será sua apresentação final (SILVA, 2004).

Este projeto tem por finalidade fazer a interação entre usuário e máquina, onde o mesmo possa se sentir dentro de um ambiente gráfico conhecendo como objetos podem ser representados através de formas tridimensionais tornando-os mais realistas possíveis.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Com a evolução da tecnologia, a computação gráfica vem sendo citada como uma das promessas para o futuro, espera-se que todas as interfaces dos sistemas operacionais sejam substituídas por formas tridimensionais.

Nos dias atuais a computação gráfica pode ser vista atuando em várias áreas do mercado como, por exemplo, a arquitetura. Diversos projetos já estão em desenvolvimento no Brasil, porém a mão-de-obra especializada é praticamente inexistente (AZEVEDO; CONCI, 2003).

A arquitetura possibilita a visualização de um projeto, como o da Ponte Forte-Redinha, somente no papel ou através de ferramentas CADs, mesmo assim o projeto continuará estático, conseqüentemente sem nenhuma forma de animação virtual. Este contexto nos leva ao seguinte questionamento: **como tornar a perspectiva do projeto de arquitetura da Ponte Forte-Redinha dinâmico dando a sensação de realidade, utilizando os elementos da computação gráfica?**

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GERAL

Utilizar a linguagem VRML para a construção do projeto de arquitetura referente à Ponte Forte-Redinha na grande Natal, possibilitando a visualização de sua estrutura e funcionamento, de maneira tridimensional, antes da sua implantação.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Buscar informações técnicas sobre o projeto da Ponte Forte-Redinha;
- ✓ Fotografar as estruturas já construídas da ponte para facilitar sua reprodução virtualmente;
- ✓ Pesquisar sobre a linguagem VRML para a construção de ambientes tridimensionais;
- ✓ Modelar em 3D com o suporte da linguagem VRML para apresentação na Web;

1.3. JUSTIFICATIVA TEÓRICA

2.1. Com o uso da Computação Gráfica podemos ter a percepção de estar dentro de um ambiente quase realista. Diante deste avanço tecnológico, muitas empresas, nas mais diversas áreas (como: educação, arquitetura), estão aplicando o uso da realidade virtual em seus projetos.

A realidade virtual possibilita uma nova visão gráfica, estrutural e tridimensional do ambiente da Ponte Forte-Redinha. Através deste presente trabalho, os projetos arquitetônicos poderão ser apresentados, ao vivo, ao seu público alvo, e observados sem estarem totalmente concluídos.

A Ponte Forte-Redinha sendo representada através do VRML é de extrema importância para Natal, pois simularia a realidade da mesma possibilitando visitas virtuais através de computadores como também a visualização do eixo das praias do Forte e Redinha ao qual a Ponte interliga.

A ISO (International Organization for Standardization) apud Azevedo e Conci (2003), define que computação gráfica é um conjunto de ferramentas e técnicas para converter dados para ou de um dispositivo gráfico através de um computador.

As cenas tridimensionais tem uma complexidade maior do que as figuras bidimensionais, a escolha do método mais adequado para representar objetos tridimensionais depende muito da aplicação que se faz. Disso resulta a existência de vários métodos de representação, em lugar de um conjunto limitado de primitivas gráficas. Cenas complexas podem requerer a combinação dos vários tipos de representação (PAULA FILHO, 2000).

Ambientes tridimensionais são conhecidos por sua versatilidade. Com o advento da tridimensionalidade é possível angular a câmera em qualquer direção para se obter melhores resultados das cenas que serão feitas em 3D. Rotacionar objetos, personagens e até mesmo cenários não é problema algum para o animador, mais o que fascina mesmo os adeptos da computação gráfica é o fato de tudo poder ser modificado constantemente (HIERTZ, 2005).

De acordo com Hiertz (2005), "a década de 70 caracterizou-se pela introdução do aspecto comercial à computação gráfica. Pela primeira vez, grandes empresas, diretores e produtoras se interessaram-se pela possibilidade de animar em computadores ou seus respectivos planos de ferramentas".

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Segundo Azevedo e Conci (2003), computação gráfica é matemática e arte. O autor ressaltava ainda que a computação gráfica é uma ferramenta de concepção de arte, assim como o piano e o pincel, onde a mesma proporciona um maior poder de abstração, ajudando na criação de imagens complexas e em muitos casos não imaginadas.

A computação gráfica pode ser encarada como uma ferramenta não convencional que permite ao artista transcender das técnicas de desenho ou modelagem. Azevedo e Conci (2003) informa que:

Na década de 1970, vários pesquisadores desenvolveram novas técnicas e algoritmos que são utilizados até hoje, tais como os métodos de sombreado e o algoritmo de z-buffer. Nessa mesma época, surgiu a tecnologia dos circuitos integrados permitindo o barateamento das máquinas e o lançamento, em 1975, do primeiro computador com interface visual, o predecessor do Macintosh (AZEVEDO; CONCI, 2003).

A ISO (International Organization for Standardization) apud Azevedo e Conci (2003), define que computação gráfica é um conjunto de ferramentas e técnicas para converter dados para ou de um dispositivo gráfico através de um computador.

As cenas tridimensionais tem uma complexidade maior do que as figuras bidimensionais, a escolha do método mais adequado para representar objetos tridimensionais depende muito da aplicação que se faz. Disso resulta a existência de vários métodos de representação, em lugar de um conjunto limitado de primitivas gráficas. Cenas complexas podem requerer a combinação dos vários tipos de representação (PAULA FILHO, 2000).

Ambientes tridimensionais são conhecidos por sua versatilidade. Com o advento da tridimensionalidade é possível angular a câmera em qualquer direção para se obter melhores resultados das cenas que serão feitas em 3D. Rotacionar objetos, personagens e até mesmo cenários não é problema algum para o animador, mais o que fascina mesmo os adeptos da computação gráfica é o fato de tudo poder ser modificado constantemente (HIERTZ, 2005).

De acordo com Hiertz (2005), “a década de 70 caracterizou-se pela introdução do aspecto comercial à computação gráfica. Pela primeira vez, grandes empresas, diretores e produtoras se interessaram-se pela possibilidade de assimilarem os computadores em seus respectivos plantéis de ferramentas”.

2.1.1. APLICAÇÃO DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA

De acordo com Azevedo e Conci (2003), a computação gráfica está a um passo de um novo mundo repleto de aplicações ainda desconhecidas, e muitas oportunidades de trabalho para designers, modeladores, animadores, iluminadores e programadores. Os autores dissertam ainda que:

a computação gráfica nos permite estudar elementos que possuem extrema complexidade como os Buracos Negros, objetos extremamente maciços que aprisionam tudo o que está próximo deles, inclusive a luz; ou objetos só realizáveis em dimensões superiores à quarta, como a garrafa de Klein; ou ainda as imagens adquiridas por sinais de galáxias distantes.

Conforme Gomes e Velho (1994), a computação gráfica é uma das áreas que fornece suporte tecnológico aos sistemas digitais de multimídia e está presente em diferentes formas, dentre as quais podemos destacar: interface com o usuário, geração sintética de imagens, animação por computador e editoração eletrônica. Algumas aplicações mais evidentes no momento são as dos mercados em realidade virtual e walkthrough para projetos arquitetônicos (AZEVEDO; CONCI, 2003).

Com a rápida evolução da computação gráfica, percebeu-se que esta seria uma infindável forma de entretenimento principalmente nos jogos onde, estes se tornariam mais interativos e complexos além de ser altamente lucrativo no mercado mundial; essa demanda maior por jogos eletrônicos fez com que este segmento se desenvolvesse em um ritmo muito mais rápido do que o ritmo em que se desenvolvia o resto do segmento da computação gráfica (HIERTZ, 2005).

2.2. REALIDADE VIRTUAL

De acordo com Pinho e Kirner (1998), Realidade Virtual pode ser definida de uma maneira simplificada como sendo a forma mais avançada de interface do usuário de computador até agora disponível. Com aplicação na maioria das áreas do conhecimento e com um grande investimento das indústrias na produção de hardware, software e dispositivos de E/S especiais, a realidade virtual vem experimentando um desenvolvimento acelerado nos últimos anos e indicando perspectivas bastante promissoras para os diversos segmentos vinculados com a área (PINHO; KIRNER, 1998).

Conforme Paula Filho (2000), “a realidade é um ambiente artificial oferecido pelo computador, apresentado a um usuário de forma a que assemelhe o máximo possível a um

ambiente real”. Uma definição um pouco mais refinada sobre a realidade virtual diz que ela é uma forma das pessoas visualizarem, manipularem e interagirem com computadores e dados extremamente complexos (PINHO; KIRNER, 1998).

Para Pinho e Kirner (1998), “interface com realidade virtual envolve um controle tridimensional altamente interativo de processos computacionais.” Os autores reforçam que a realidade virtual trás para o uso do computador um novo paradigma de interface com o usuário, onde o usuário não estará mais simplesmente em frente ao monitor, mas sim, sentir-se-á dentro da interface.

A Realidade Virtual é a tecnologia do futuro em termos de comunicação, sua principal intenção é propiciar ao receptor a ilusão de estar na presença imediata do objeto da representação (FRAGOSO, 2002).

A Realidade Virtual possibilita a interação e envolvimento dos usuários com simulações por intermédio de dispositivos como: visualizadores 3D estereoscópicos, sensação ao toque e captura de movimento. Diversas áreas podem se beneficiar com a utilização da realidade virtual; a Engenharia, por exemplo, pode reduzir ou evitar a construção de protótipos físicos, e simular ambientes inacessíveis ou perigosos (GUIMARÃES, 2004).

2.3. VRML

“O VRML é um formato de arquivo para descrever objetos e mundos tridimensionais interativos e foi projetado para ser usado na intranet, internet ou sistemas locais (CUNHA, 2003)”.

De acordo com Paula Filho (2000), a linguagem VRML apresenta diversos recursos ao quais estão: descrição da cena tridimensional através de um grafo com nodos de geometria, propriedades e agrupamentos, primitivas gráficas, como cubo, esfera, cone e cilindro, definição de materiais, compreendendo suas propriedades de iluminação ambiente, difusa e especular, assim como brilho e transparência, texturas, transformações de translação, rotação e mudança de escala, instanciação de símbolos gráficos, definição e posicionamento de câmeras. Com o avanço da tecnologia o VRML também evoluiu passando para a versão VRML 2.0, assim, mais recursos foram adicionados como: scripts em linguagem própria ou em java, recursos para melhor animação (interpoladores) e interação (sensores), som espacializado, novos tipos de entidades geométricas.

Conforme Manssour (2000), “O VRML tem cada vez mais sido aceito como uma tecnologia padrão da web para exibição de conteúdo gráfico 3D. VRML representa um meio

rico de expressão de idéias na web, uma vez que é interativo e pode conter até mesmo animação e som”.

“VRML é um linguagem padrão usada para descrever objetos 3D e combiná-los em cenas ou ambientes virtuais, pode ser usada para criar simulações interativas que incorporam animação, física do movimento e participação multi-usuária em tempo real (POLLO, 1997).”

“Devido ao fato de que os navegadores HTML e VRML são, normalmente, adquiridos separadamente, deve-se configurar o navegador HTML de maneira que ele automaticamente inicie o navegador VRML quando um arquivo VRML for carregado (MANSSOUR, 2000).”

“ VRML é uma linguagem independente de plataforma que permite a criação de ambientes virtuais por onde se possa passear, visualizar objetos por ângulos diferentes e até interagir com eles (IPOLITO, 1997).”

“Conjuntos de objetos, ou melhor, abstração de objetos e de certas entidades do mundo real, tais como: esferas, cubos, luz, som, etc. são definidos como sendo os "componentes fundamentais" de uma cena em VRML, pois esta é construída a partir da disposição, combinação e interação entre os nós. Cada tipo de nó contém campos (fields) e eventos (events) e pode se comunicar com outros nós através de rotas (routes) que correspondem a conexões entre o nó que está gerando o evento e o nó que deverá receber o evento. Citam-se como exemplos: Box, Color, Group, Sphere, Sound, etc (CASTRO;MAGALHÃES, 1999).”

Manssour (2000) afirma que: “O **cubo (Box)**, ou caixa, é criado através do nó Box e pode ser usado como valor do campo geometry no nó Shape. A sintaxe deste nó é a seguinte.

```
Box {  
  
    size x y z      # SFVec3f  
  
}
```

O valor do campo size especifica o tamanho de uma caixa retangular tridimensional centrada na origem. O primeiro valor deste campo corresponde à largura da caixa na direção

do eixo X, o segundo valor corresponde à altura na direção Y e terceiro valor corresponde à profundidade na direção Z.

A primitiva **geometry box** possui três medidas diferentes interpretadas por X, Y, Z (Largura, Altura e Profundidade). No VRML usamos o size para definir essas medidas, é com essas medidas que modificaremos uma caixa **box** do jeito que quisermos; Podemos aumentar ou diminuir cada uma das suas dimensões, moldando-o de acordo com a estrutura real do projeto (MANSSOUR, 2000).

2.3.1. HISTÓRICO

“Apresentada pela primeira vez em 1994 na primeira conferência sobre World Wide Web, a linguagem tem como objetivo dar o suporte necessário para o desenvolvimento de mundos virtuais multi-usuários na Internet, sem precisar de redes de alta velocidade (IPOLITO, 1997)”.

Segundo, Cunha apud Ana Paula (2005) “A primeira versão (VRML 1.0) que inicialmente se chamava Virtual Reality Markup Language, foi Desenvolvida Pela Silicon Graphics baseada no formato dos arquivos Open Inventor e comportava apenas objetos estáticos”.

“Em 1989 a Silicon Graphics inicia um projeto Scenario, para projetar e desenvolver uma infra-estrutura para aplicações gráficas 3D (BARROS, 2004)”.

Para que o VRML seja exposto ao navegador Web são necessários que sejam instalados no computador os chamados plug-ins. Este, permitem que os mundos VRML sejam exibidos dentro da janela do navegador Web exatamente como se fossem fotografias (KEY; MUDER apud ANA PAULA, 2005).

Para se inserir um arquivo VRML em um HTML usa-se as tags: embed ou object; O VRML é desenhado para se ajustar a infra-estrutura da internet (PESSOA; FILHO, 1999).

2.3.2. DEFINIÇÕES DOS TERMOS TÉCNICOS

✓ Translação:

Aplica-se uma translação a todos os nós incluídos no campo children do nó. Cada um dos elementos deste vetor corresponde à translação que os nós irão efetuar em relação a cada um dos eixos, em que o 1º valor corresponde ao eixo dos XX, o 2º ao eixo dos YY e o 3º ao eixo dos ZZ (DAMASCENO, 2005).

“Transladar significa movimentar o objeto. Transladarmos um objeto transladando todos os seus pontos. É possível efetuar a translação de pontos no plano(x,y) adicionando quantidades as suas coordenadas (AZEVEDO;CONCI, 2003)”.

✓ Rotação:

O node Rotation é usado para rotacionar objetos no espaço. Como exemplo, vamos utilizar a primitiva cilindro, por padrão, sempre é criado na posição vertical, Se quisermos um cilindro na horizontal, basta utilizarmos o node Rotation (IPOLITO, 1997).

“ Para Especificar o eixo precisamos de dois pontos. Em VRML um dos pontos que definem o eixo da rotação é a origem, o outro deve ser fornecido pela especificação de três coordenadas. Ao redor desta reta assim especificada será realizada a rotação pelos graus dado em radianos (BARROS, 2004)”.

Segundo Manssour (2000), “Um eixo de rotação é um linha imaginária sobre o qual o sistema de coordenada é rotacionado, que pode apontar para qualquer direção”.

✓ Escala:

“A rotação da orientação da escala é aplicada ao novo sistema de coordenadas antes da escala, o que permite "esticar" o sistema de coordenadas em qualquer direção sem deixá-lo rotacionado (MANSSOUR, 2000)”.

✓ Inline:

Com o Inline você pode incluir objetos já definidos em outros arquivos, para não precisar definir o objeto novamente em um novo arquivo usamos o comando Inline seguido da url do arquivo (DAMASCENO,2005).

✓ Group:

O nó Group permite que diversas formas sejam agrupadas para formar objetos mais complexos que podem ser manipulados como se fossem uma única entidade (KAY;MUDER,1997).

É comum, na construção de cenas, agruparem-se objetos, de modo a se criar uma nova figura. O grupo (**Group**) tem a função de unir os objetos em um só nó. Assim, quando formos transferir um arquivo que foi agrupado para um outro arquivo maior não terá perigo dos objetos ficarem saindo do lugar (CASTRO; MAGALHÃES,1999).

✓ Texturas:

As texturas são usadas para proporcionar mais realismo a cena, são imagens em mapas de bits(bitmap), pode ser qualquer imagem que se deseja usar (KAY;MUDER,1997).

✓ Background:

O nó Background fornece uma maneira de descrever o horizonte de seu mundo. Permite que você defina o céu, a terra, e as imagens do panorama para adicionar um horizonte a seu mundo. Todos os artigos Background são colocados como se estivessem a uma distância infinita de você (FERNANDES apud ANA PAULA, 2005).

✓ DEF e USE:

Uma vez tendo atribuído um nome a um nó, através da palavra DEF, pode-se, futuramente, referenciá-lo através da palavra USE. A declaração de USE não cria uma nova cópia do nó, em vez disso, o mesmo nó é inserido na cena uma segunda vez. À utilização de múltiplos exemplos (ou instâncias) de um mesmo nó dá-se o nome de "instanciação". Sendo assim, caso seja necessária a reutilização de um mesmo nó, várias vezes numa cena, é mais eficiente atribuir a ele um nome, quando da primeira vez que o descrevemos e, a partir daí, referenciá-lo pelo nome cada vez que for necessário usá-lo novamente. Essa técnica, além de tornar o arquivo VRML menor e mais fácil de ler, diminui o tempo que se leva para carregar a cena, o que indica uma significativa melhoria na performance geral (CASTRO;MAGALHÃES, 1999).

3. METODO Transformação

O nó **Transform** é um nó de agrupamento semelhante ao grupo (Group), que cria um novo sistema de coordenadas relativo (transladado) ao sistema de coordenadas pai. Ele contém uma lista de nós children, que podem ser nós Shape, Group ou Transform. Shapes criados como children do nó Transform são construídos em relação a nova origem do sistema de coordenadas (MANSSOUR, 2000).

3.1. TIPOS DE PESQUISA

✓ Quanto à Natureza

A pesquisa é Qualitativa, pois a finalidade de construir um ambiente virtual utilizando a computação gráfica a qual se insere a linguagem VRML.

"É o tipo de pesquisa que contribui para a aplicação da herança cultural do estudante, preparando-o para, futuramente, pesquisas mais aprofundadas e trabalhos originais (ANDRADE, 1998)".

✓ Quanto à Forma de Abordagem

A pesquisa é Qualitativa, os dados da pesquisa são levantados e analisados a partir de visitas, fotografias e dados técnicos.

✓ Quanto aos Objetivos

A pesquisa é Exploratória, pois para entender como funciona a computação gráfica foram realizados estudos sobre o assunto de autores variados.

"A pesquisa Exploratória, na maioria dos casos, constitui um trabalho preliminar ou preparatório para outro tipo de pesquisa (ANDRADE, 1998)".

✓ Quanto aos Procedimentos Técnicos

A pesquisa é Bibliográfica pois foram utilizadas informações de material já publicados como: livros, artigos, monografias e material disponibilizado na internet.

"A pesquisa Bibliográfica utiliza fontes secundárias, ou seja, livros e outros documentos bibliográficos (ANDRADE, 1998)".

3. METODOLOGIA

3.1. TIPOS DE PESQUISA

✓ Quanto a Natureza

A pesquisa é Aplicativa, pois tem a finalidade de construir uma ambiente virtual utilizando a computação gráfica a qual se insere a linguagem VRML.

“É o tipo de pesquisa que contribui para a aplicação da bagagem cultural do estudante, preparando-o para, futuramente, pesquisas mais amplas e trabalhos originais (ANDRADE, 1998)”.

✓ Quanto a Forma de Abordagem

A pesquisa é Qualitativa, os dados da pesquisa são levantados e analisados a partir de visitas, fotografias e dados técnicos.

✓ Quanto aos Objetivos

A pesquisa é Exploratória, pois para entender como funciona a computação gráfica foram realizados estudos sobre o assunto de autores variados.

“A pesquisa Exploratória , na maioria dos casos, constitui um trabalho preliminar ou preparatório para outro tipo de pesquisa (ANDRADE, 1998)”.

✓ Quanto aos Procedimentos Técnicos

A pesquisa é Bibliográfica pois, foram utilizados informações de material já publicados como: livros, artigos, monografias e material disponibilizado na internet.

“A pesquisa Bibliográfica utiliza fontes secundárias, ou seja, livros e outros documentos bibliográficos(ANDRADE, 1998)”.

3.2. MÉTODOS UTILIZADOS

Para a construção do projeto tridimensional da Ponte Forte-Redinha foram utilizadas plantas do projeto original onde teríamos a noção das medidas reais dos elementos da ponte como: pilares, poste, pista e armação; estas medidas no VRML são descritas em metros através das propriedades das primitivas, atrelado a isto, buscamos imagens da Ponte aos quais serão inseridas no arquivo VRML representada pela extensão.wrl.

Com a utilização da computação gráfica e os conhecimentos básicos sobre a linguagem VRML aplicamos nas primitivas: cone, esfera, cilindro e cubo propriedades como iluminação, rotação, translação e escala, além de separar as primitivas em arquivos diferentes onde poderíamos utilizar as mesmas para a criação de cada parte da Ponte Forte-Redinha em um ambiente virtual aonde o expectador terá a sensação de estar andando sobre esta, conhecendo cada parte com seus detalhes.

3.3. DESENVOLVIMENTO

FIGURA 1 : Ambiente do VRML, mostrando a base dos pilares principais.

Primeiramente foram usadas imagens da Ponte Forte-Redinha como base para a construção tridimensional da mesma no VRML. Foram analisadas todas as partes da Ponte como: pilares, pista, meio-fio, armação, isto, para que fosse construído no ambiente 3D o mais realista possível.

A primeira parte da Ponte a ser feita foram as bases dos pilares principais, foram usados três blocos cada um de tamanhos diferentes e postos em cima um do outro, também foi posto um bloco para ligar as duas bases, para isso usamos a primitiva **geometry box**, como mostra figura abaixo:

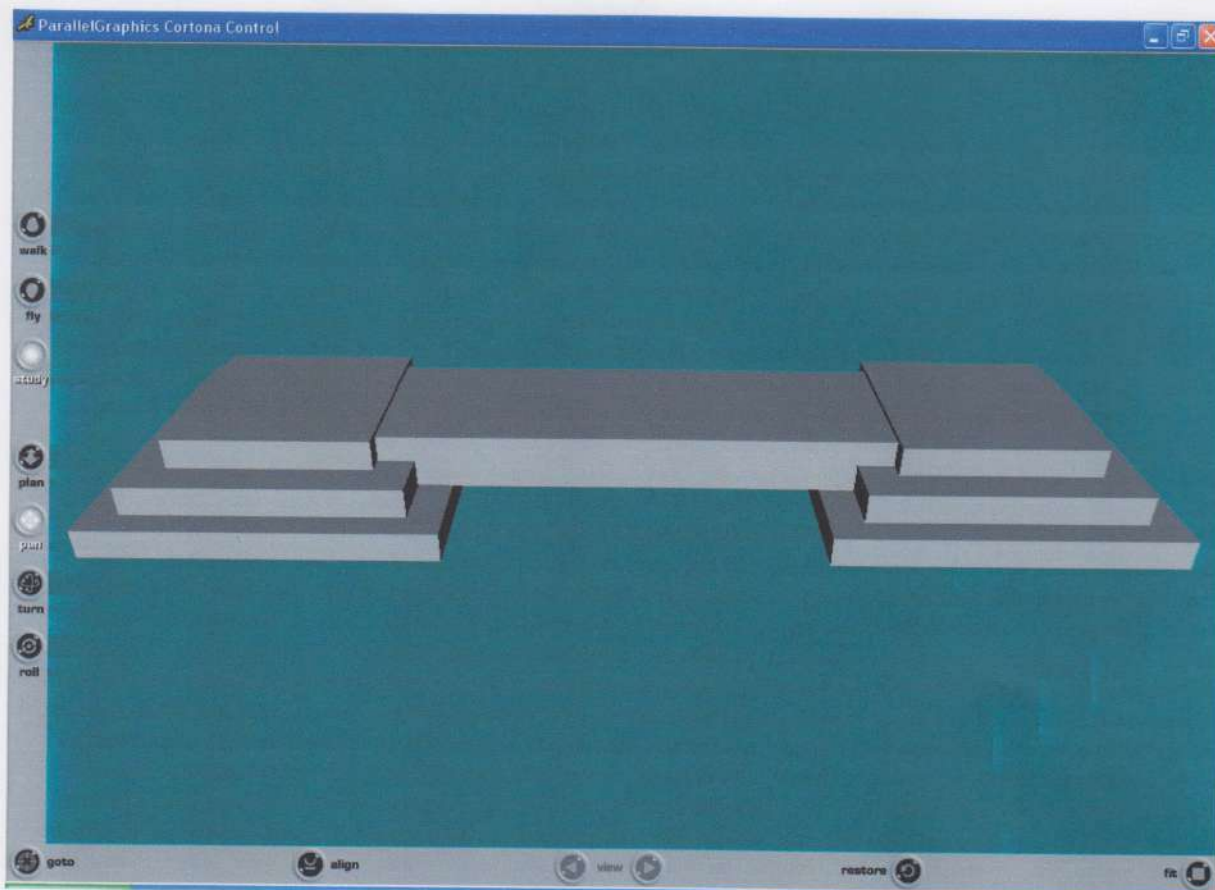


FIGURA 1 : Ambiente do VRML, mostrando a base dos pilares principais.

Para montar a base dos pilares principais usamos as dimensões 18.8, 1.7, 18 (x, y, z) para o box inferior, 15, 1.7, 15 (x, y, z) para o box do meio e 11, 1.7, 11 para o box superior.

Em seguida construímos os pilares que irão sustentar toda a Ponte, utilizamos também a primitiva **geometry box**; Os pilares serão repetidos desesseis vezes, mas, com medidas diferentes. A Ponte tem uma enclinação de cinco graus, a medida em que a Ponte vai enclinando os pilares vão aumentando.

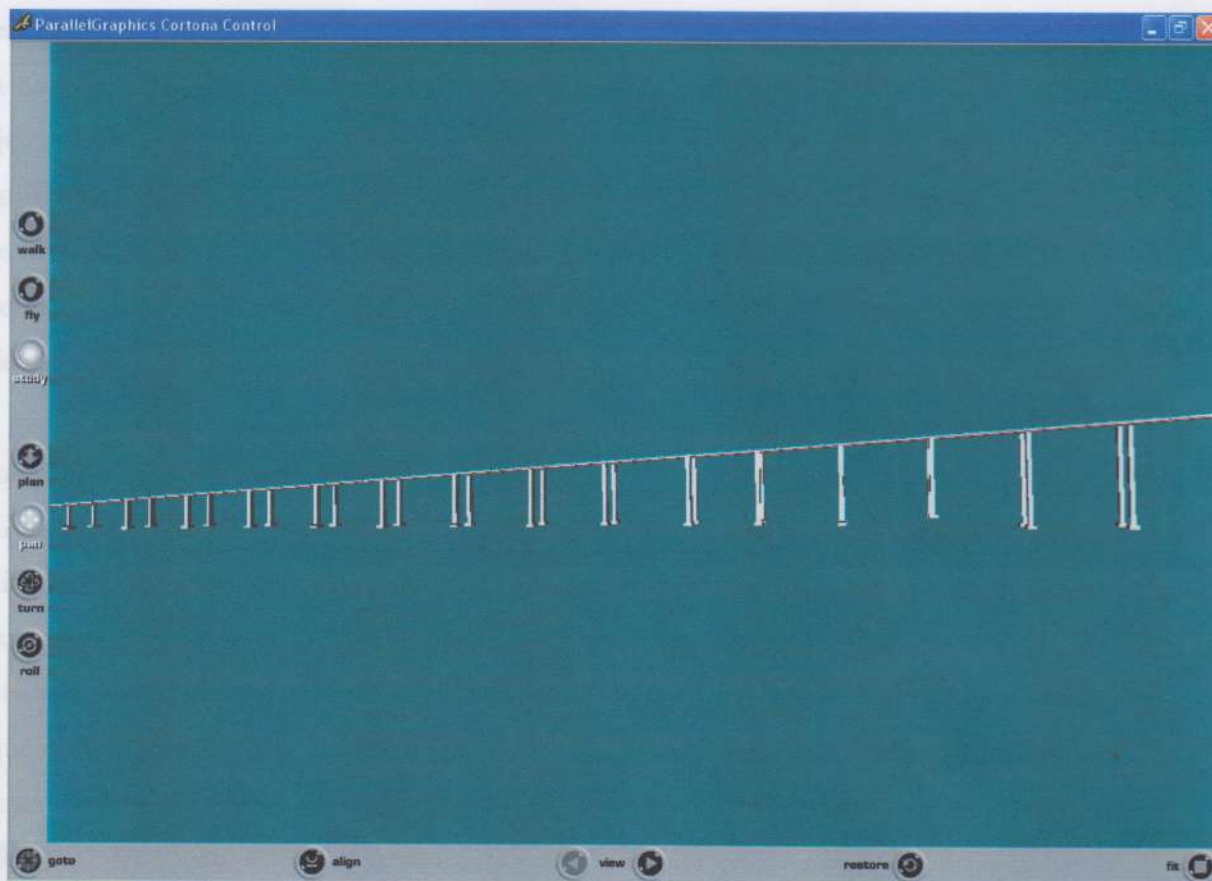


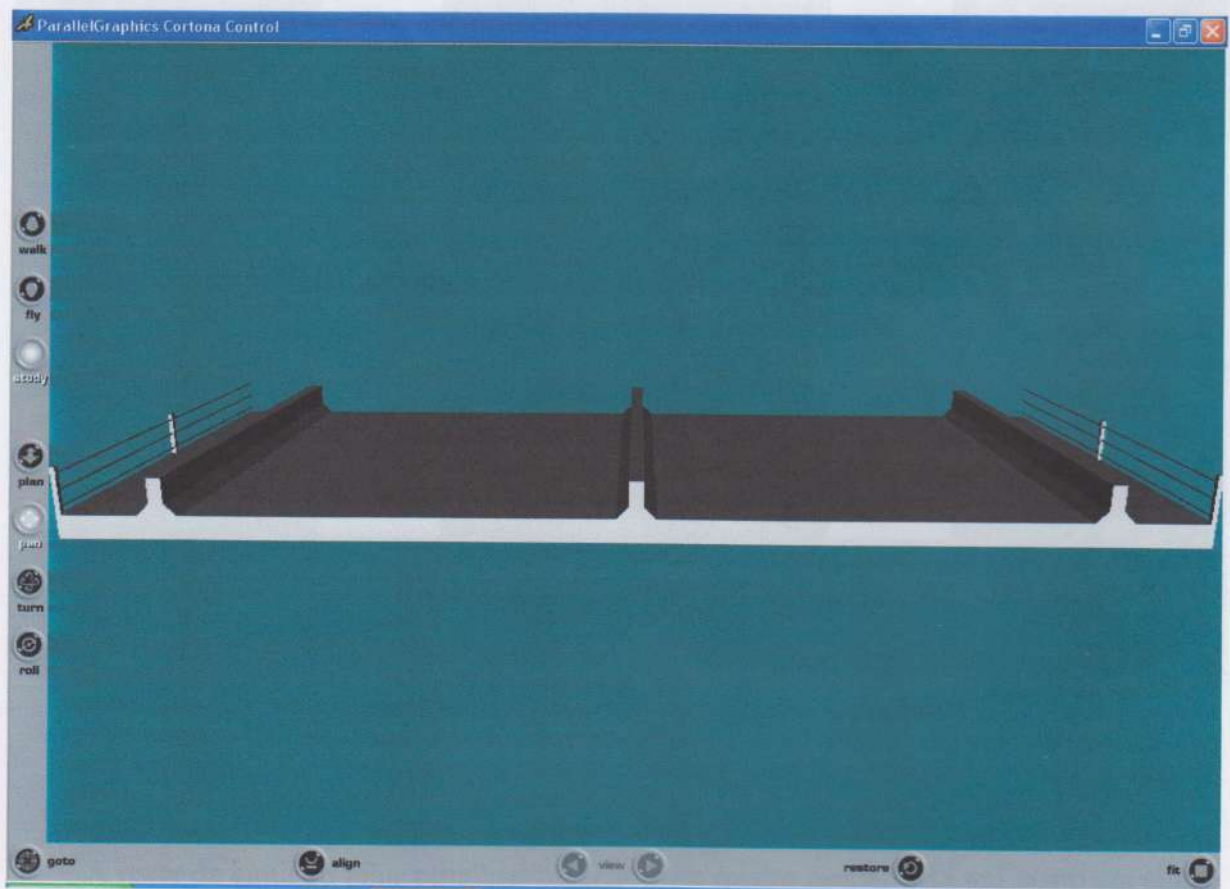
FIGURA 2 : Ambiente do VRML mostrando os pilares que vão sustentar a Ponte

Terminada a construção dos pilares e das bases partimos para o desenvolvimento da pista; usamos novamente o **geometry box** com dimensões 23, 0.5, 10 (x, y, z), a pista contém três meios fios: um no meio que separa a mão e a contramão, e os outros dois nas duas extremidades, um na esquerda e outro na direita que separam a pista da calçada, há também grades que garantem a segurança de quem irá se locomover pela ponte. Para complementar a pista com meios-fios e grades fizemos o uso do nó **Group**.

O meio-fio é composto de três blocos: um reto e dois rotacionados, para que se tornassem um só objeto o agrupamos, denominando-o de **MfparteEmPe**. Para formá-lo começamos construindo um **box** de dimensões 0.3, 0.8, 10 (x, y, z), para que esse **box** ficasse no meio da pista fizemos uma translação (Translation) de 0 no eixo x, 0.65 no eixo y e 0 no eixo z. A seguir, fizemos um outro bloco chamado **meio fio do meio esquerdo** com translação (Translation) de -0.16 no eixo x, 0.15 no eixo y e 0 no eixo z, este valor negativo no eixo x significa que queremos que o **box** fique do lado esquerdo da pista, usamos também uma rotação (rotation) para que o **box** vire ao redor do eixo z de 0.78 radianos e atribuímos dimensões de 0.5, 0.5, 10 (x, y, z). Sem precisar repetir as propriedades do **meio fio do**

meio esquerdo novamente utilizamos o nó **DEF** e a primitiva **USE**; O nó **DEF** para associar um nome a um nó a qual chamamos de **diagonal** e a primitiva **USE** faz a reutilização do objeto; Como queremos reutilizar o **box** anterior chamaremos o nó **diagonal** através da primitiva **USE**, preservando assim a sua dimensão, o que irá mudar nesse **box** é a translação que ao invés de ter o valor negativo será positivo pois queremos que o **box** fique do lado direito da pista. Agora que o grupo do meio-fio está completo, só faremos chamá-lo para o lado esquerdo da pista e o outro para o lado direito completando os três meios-fios propostos.

47.13. A grade da pista foi feita em um arquivo separado chamado de **grade.wrl**, para inseri-la na pista usamos o comando **Inline**. Utilizamos um **box** de dimensões 0.1, 1, 0.1 (x, y, z) e a **Geometry Cylinder** com height (altura) 5 e radius (raio) de 0.02 para montar a grade; aplicamos uma rotação(rotation) de 1.57 graus em radianos em torno do eixo x para que o posicionamento da grade ficasse no lugar certo. Feito isto, agrupamos e inserimos no arquivo **pista.wrl**. Para cada bloco de pista colocamos um grupo contendo duas grades, um no lado esquerda e outro no lado direito, assim, completamos um bloco da pista com todos os seus elementos como mostra a figura abaixo :



do outro formando uma laçada. FIGURA 3: bloco de pista da ponte pilares são curvados

Com o bloco de pista pronto montamos blocos maiores que irão compor a Ponte, chamamos o arquivo **pista.wrl** e o repetimos dez vezes com uma distancia de dez metros entre um e outro formando assim um bloco de cem metros, em seguida, pegamos o bloco de cem metros e o repetimos seis vezes com uma distância de cem metros cada um, ficamos então com um único bloco de seicentos metros. Posicionamos então a pista em cima dos desesseis pilares e começamos a construir o pilar principal onde a armação da ponte será posta. Primeiramente inserimos as bases e em cima de cada uma um **box** de dimensões 8, 47.15, 8 (x, y, z), colocamos outro **box** entre eles, o que proporcionará a sustentação da ponte já que esta passará por cima destes pilares.



FIGURA 4 : parte de baixo do pilar principal

A parte de cima do pilar principal foi feito com quatro **box**'s, cada um posto em cima do outro formando uma lacuna. Para dar um efeito de que os pilares estão curvados

rotacionamos (rotation) os dois **box's** de baixo a 0.15 e - 0.15 em graus radianos em torno do eixo z.

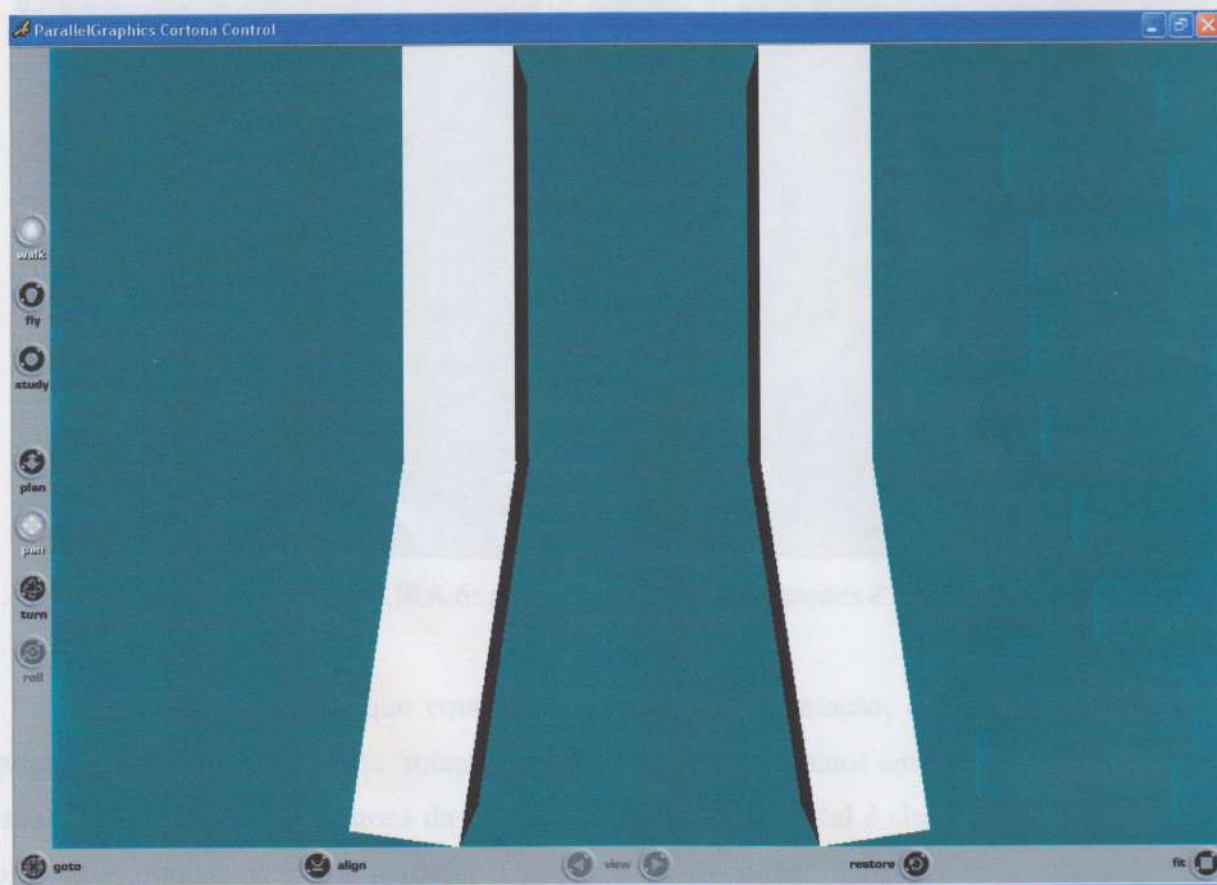


FIGURA 5: parte de cima do pilar principal.

Encaixamos a parte de cima do pilar principal com a parte de baixo e inserimos a armação da Ponte. A armação da Ponte foi feita com a primitiva **Geometry Cylinder** com height (altura) de 40.0 e radius (raio) de 0.2. Cada uma das armações sofreram rotações no eixo x e foram agrupadas.



FIGURA 6: parte da ponte com armações e pilares.

Ao final o arquivo que contém os pilares, pista, armação, ao qual chamamos de **ponte_natal.wrl** sofreu uma rotação (rotation) de 3.14 radianos em torno do eixo y, com isso unificaremos as duas partes da Ponte; o arquivo **ponte_natal** é chamado duas vezes por um outro arquivo de nome **projeto**, o primeiro **ponte_natal** sofre a rotação e o segundo continua na posição zero, desta forma, a Ponte está totalmente terminada.

O VRML possui muitas propriedades, onde uma dela é a animação. Para que a Ponte se torne o mais próximo da realidade utilizamos desse recurso, assim o usuário se sentirá como se estivesse passando pela Ponte.

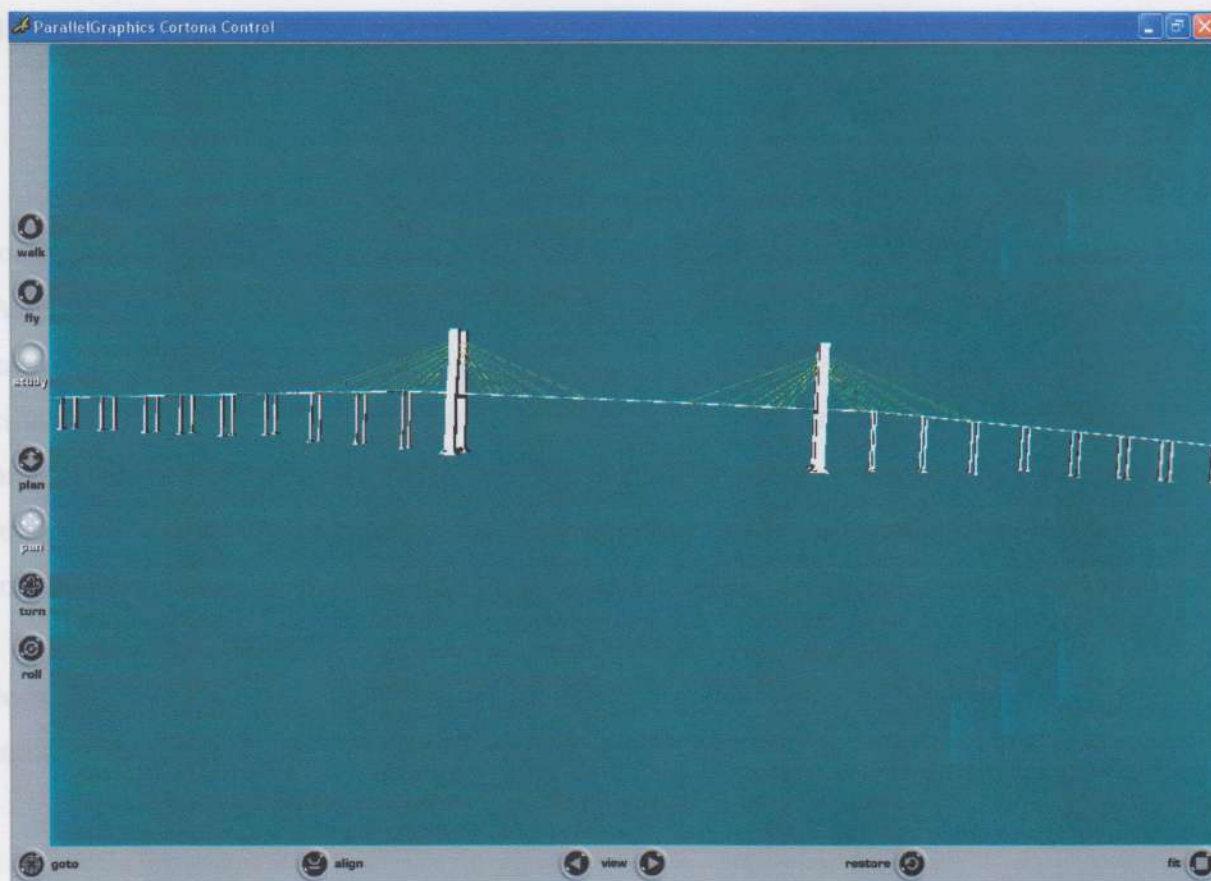


FIGURA 7: Imagem da ponte construída no VRML.



FIGURA 8: Fotos da Ponte e sua representação no VRML.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Podemos concluir ao final deste trabalho que a Computação Gráfica está sendo inserida. Para a construção virtual da Ponte Forte-Redinha foram necessárias pesquisas sobre o local assim como obtenção de imagens para se ter noção de como encaminharíamos o projeto. As partes da Ponte foram separadas em arquivos diferentes sendo construída passo a passo cada uma; Com o conhecimento do VRML e de suas primitivas básicas como o cone, esfera, cilindro e quadrado podemos moldá-la ao nosso modo, de forma que se identifique com o projeto original. Usando os nós Transform e Group com suas propriedades como translação, rotação, escala, os comandos DEF e USE, animação e cores montamos um ambiente virtual interativo fazendo com que o usuário conheça cada espaço do projeto.

Assim, com os conhecimentos da Computação Gráfica e o uso do VRML conseguimos fazer uma representação da Ponte Forte-Redinha de forma que ficasse tão semelhante quanto a original como mostra a figura abaixo:



FIGURA 8: Fotos da Ponte e sua representação no VRML

5. CONCLUSÃO

Podemos concluir ao final deste trabalho que a Computação Gráfica está sendo inserida em vários projetos de mercados de suma importância como: educação, turismo, arquitetura, geografia, astrologia, medicina, jogos de vídeo game e principalmente na televisão e cinema. Sua representação causa impacto nas pessoas fazendo-a com que a interação entre ambas seja mútua; hoje, com a tecnologia em alta, podemos fazer projeções de casas, cidades, ambientes e até de nossa própria imagem.

A construção virtual da Ponte Forte-Redinha nos proporcionou ver o projeto de uma forma mais ampla; com a ajuda de imagens do local e visitas técnicas realizadas tivemos a oportunidade de conhecer os detalhes da Ponte assim, foi realizado a modelagem do projeto em 3D de modo que telespectador se sentisse caminhando sobre a mesma. Este projeto viabiliza a representação de monumentos arquitetônicos da cidade do Natal em realidade virtual fazendo com que as pessoas conheçam a obra antes mesmo dela ter sido finalizada, adquirindo também, o conhecimento da Computação Gráfica e onde ela está sendo aplicada atualmente.

Vimos aqui que o VRML é uma poderosa ferramenta que usamos para construir ambiente virtuais, de fácil manuseio e bem explicativo nos proporciona um fácil aprendizado além de novas descobertas com suas propriedades que são inúmeras; com o VRML somos capazes não só de construir um ambiente mais, o que pensarmos e o que estiver em nossa volta. Assim, a Computação Gráfica atrelada a seus softwares é indispensável para a evolução da tecnologia proporcionando uma nova visão de mundo para quem tiver o prazer de usá-la.

< <http://www.jesuc.org.br/scvdisponivel/3/142/ide-1002005-111132/> > Acesso em: 21 de junho de 2006.

HIEKTYZ, José Guillermo Landi. A popularização da Computação Gráfica e os Atores Digitais. Disponível em: <<http://www.ufscar.br/~cluemais/acomputacao.html>> Acesso em: 20 de junho de 2006.

IPOLITO, Juliano. Tutorial VRML 1.0. Disponível em: <<http://www.de.ufscar.br/~gry/vrml/tutorial/vrml10/>> Acesso em: 22 de junho de 2006.

KAY, David; MUDER, Douglas. VRML & 3-D na web. Para Leigos, São Paulo: Berkeley, 1997.

MANSSOUR, Isabel Harb. Introdução a VRML 2.0. Disponível em: <<http://www.inf.puers.br/~manssour/VRML/Intro.html>> Acesso em: 21 de junho de 2006.

PAULA FILHO, Wilson de Pádua. Mult mídia: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução a Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: 3. ed., ATLAS S.A., 1998.

AZEVEDO, Eduardo; CONCI, Aura. **Computação Gráfica: teoria e prática**. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2003.

BARROS, Paulo Gonçalves de. Realidade Virtual e Multimídia. Disponível em: <
<http://www.di.ufpe.br/~ifl24/vrml/vrml.htm> > Acesso em: 22 de junho de 2006.

CASTRO, Elisa Calhau de; MAGALHÃES, Léo Pini. AM 533 – Computação Gráfica e Multimídia I Utilização do VRML. Disponível em:
<<http://www.dca.fee.unicamp.br/sibgrapi99/vrml/Aula1/aula1.html> > Acesso em : 20 de novembro de 2006.

CUNHA, Gerson. Visão Científica, Visão Computacional, Multimídia e Realidade Virtual. Disponível em:< <http://www.lamce.ufjf.br/grva/vrml/index.htm>> Acesso em: 17 de junho de 2006.

DAMASCENO, Luiz Gonzaga. Matemática – Matemática Financeira – Computação Gráfica – VRML. Disponível em: www.clientes.interjato.com.br/~damasceno/index.htm > Acesso em: 17 de junho de 2006.

FRAGOSO, Sueli. Realidade Virtual e Hipermídia: somar ou subtrair? Disponível em:
< <http://www.uff.br/mestcii/sueli1.htm> > Acesso em: 16 de junho de 2006.

GOMES, Jonas; VELHO, Luiz. **Computação Gráfica: imagem**. Rio de Janeiro: IMPA/SBM, 1994.

GUIMARÃES, Marcelo de Paiva. Um ambiente para o desenvolvimento de aplicações de realidade virtual baseadas em aglomerados gráficos. Disponível em:
< <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-10032005-111137/> > Acesso em: 21 de junho de 2006.

HIERTZ, José Guillermo Landi. A popularização da Computação Gráfica e os Atores Digitais. Disponível em :<<http://www.ufscar.br/~cinemais/atcomputacao.html> > Acesso em : 20 de junho de 2006.

IPOLITO, Juliano. Tutorial VRML 1.0. Disponível em :<
<http://www.dc.ufscar.br/~grv/vrml/tutoriais/vrml10/> > Acesso em : 22 de junho de 2006.

KAY, David; MUDER, Douglas. **VRML & 3-D na web**. Para Leigos. São Paulo: Berkeley, 1997.

MANSSOUR, Isabel Harb. Introdução a VRML 2.0. Disponível em : <
<http://www.inf.pucrs.br/~manssour/VRML/Intro.html> > Acesso em : 21 de junho de 2006.

PAULA FILHO, Wilson de Pádua. **Multimídia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

ANEXO 1 : Código de base dos pilares principais

PESSOA, Bárbara; FILHO, Mozart. Mundos Virtuais: VRML e a Web. Disponível em < <http://www.di.ufpe.br/~if124/vrml/aula1/sld016.htm> > Acesso em : 21 de junho de 2006.

PINHO, Serolli Márcio; KIRNER, Cláudio. Uma Introdução à Realidade Virtual. Disponível em: < <http://grv.inf.pucrs.br/Pagina/Tutrv/tutrv.htm> >. Acesso em: 24 de maio de 2006.

POLLO, Luiz Fernando. Software para Geração Automática de Modelos 3D em vrml. Disponível em: < <http://www-usr.inf.ufsm.br/~pollo/TG/capitulo1.html> > Acesso em : 22 de junho de 2006.

SILVA, Ana Paula Amaral Barbalho da. **Construção do Centro de Convivência da FARN no Mundo VRML**. Natal: FARN, 2004 . Monografia(Graduação em Bacharelado em Sistemas de Informação) – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, Natal , 2005.

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

ANEXO 1 : Código da base dos pilares principais

```

Transform {
  children [
    Transform {
      translation -4 0 0
      children [
        DEF base Inline {
          url "base1_teste.wrl"
        }
      ]
    }

    Transform {
      translation 29.5 0 0
      children USE base
    }

    Transform { #liga as bases
      translation 15 2.5 0
      children [
        Shape {
          appearance Appearance {
            material Material {
              diffuseColor .61 .61 .61
              specularColor .39 .39 .39
              ambientIntensity .25
              shininess .11
            }
          }
          geometry Box {
            size 29 3 9
          }
        }
      ]
    }
  ]
}

```

ANEXO 2 : Código da parte de baixo do pilar principal

#VRML V2.0 utf8

```

    Transform {
      translation -4 0 0
    children [
      DEF sust Inline {
        url "pilar_princ.wrl"
      }
    ]
  }

```

```

  Transform {
    translation 29.5 0 0
  children USE sust
  }

```

```

  Transform { #pilar do meio para cima
    translation 12.7 22.00 0

```

```

    children [
      Shape {
        appearance Appearance {
          material Material {
            diffuseColor .61 .61 .61
            specularColor .39 .39 .39
            ambientIntensity .25
            shininess .11
          }
        }
      }
    ]

```

```

    geometry Box {

```

```

      size 28 3 8
    }

```

```

  }

```

```

    ] translation 25.5 40.00 0
  }
  children USE pilar_3m

  Transform {
    translation 0 -27 0
    scale 0.85 0.85 0.85
    children [
      Inline {
        url "bases.wrl"
      }
    ]
  }
  Transform {
    translation 0 12 0
    rotation 0 0 1 -0.13
    children [

```

ANEXO 3: Código da parte de cima do pilar principal

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

```

Group {
  children [
    Transform {
      translation 0 40.00 0
      children [
        DEF pilar_3m Shape {
          appearance Appearance {
            material Material {
              diffuseColor .61 .61 .61
              specularColor .39 .39 .39
              ambientIntensity .25
              shininess .11
            }
          }
        }
      ]
    }
    geometry Box {
      size 8 30.00 8
    }
  ]
}

```

ANEXO 4: Código do bloco de pista da ponte.

```

#VRML V2.0 utf8
Transform {
  translation 0 0 0
  children Transform {

```

```

    Shape {
      translation 25.5 40.00 0
      children USE pilar_3m
    }
  ]
}

Transform {
  #translation 0 12 0
  translation -2 12 0
  rotation 0 0 1 -0.15
  children [
    DEF pilar_curvado Shape {
      appearance Appearance {
        material Material {
          diffuseColor .61 .61 .61
          specularColor .39 .39 .39
          ambientIntensity .25
          shininess .11
        }
      }
      geometry Box {
        size 8 28.00 8
      }
    }
  ]
}

Transform {
  translation 27.5 12 0
  rotation 0 0 1 0.15
  children USE pilar_curvado
}

```

ANEXO 4 : Código do bloco de pista da ponte.

#VRML V2.0 utf8

```

Transform { #pista
  translation 0 0 0
  children [

```

```

Shape {
  appearance Appearance {
    material Material {
      diffuseColor .61 .61 .61
      specularColor .39 .39 .39
      ambientIntensity .25
      shininess .11
    }
  }
  geometry Box {
    size 23 0.5 10
  }
}

]
}

#meio fio -----
DEF MFparteEmPe Group { # meio fio
  children [
    # calcado exp Transform {
      translation 0 0 .65 0
      children [
        # começando a grade esquerda Shape {
          appearance Appearance {
            material Material {
              diffuseColor .61 .61 .61
              specularColor .39 .39 .39
              ambientIntensity .25
              shininess .11
            }
          }
          geometry Box {
            size .3 .8 10
          }
        }
      ]
    }
  ]
}

Transform { # meio fio do meio esquerdo
  translation -.16 0.15 0
  rotation 0 0 1 0.785
  children [
    DEF diagonal Shape {
      appearance Appearance {
        material Material {
          diffuseColor .61 .61 .61
          specularColor .39 .39 .39

```

```

                                ambientIntensity .25
                                shininess .11
                                }
                                }
                                geometry Box {
                                    size 0.5 0.5 10
                                }
                                }
                                ]
                                }

                                Transform { # meio fio do meio direito
                                    translation .16 0.15 0
                                    rotation 0 0 1 0.785
                                    children USE diagonal
                                }
                                ]
                                }
                                # cateiro esquerdo
                                Transform { translation -9.5 0 0 children USE MFparteEmPe}
                                # cateiro esquerdo
                                Transform { translation 9.5 0 0 children USE MFparteEmPe}

                                # começando a grade esquerda
                                DEF grades Group {
                                    children [
                                        Transform { translation -11.45 .75 2.45 children [DEF grade Inline
                                        {url "grades.wrl"}}}
                                        Transform { translation -11.45 .75 -2.5 children USE grade}
                                    ]
                                }

                                Transform {translation 22.9 0 0 children USE grades }

```