

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



**SISTEMA DE CRIAÇÃO DE ROTAS AUTOMOTIVAS VIRTUAIS
PARA O TRATAMENTO DE FOBIAS DE DIREÇÃO**

ORIENTADOR: ALEXANDRE CARDOSO, Dr.

CO-ORIENTADOR: EDGARD AFONSO LAMOUNIER JÚNIOR, PhD.

ORIENTANDO: JOSÉ GUSTAVO DE SOUZA PAIVA

MARÇO

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



**SISTEMA DE CRIAÇÃO DE ROTAS AUTOMOTIVAS VIRTUAIS
PARA O TRATAMENTO DE FOBIAS DE DIREÇÃO**

Dissertação apresentada por José Gustavo de Souza Paiva à Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Banca Examinadora:

- ▶ Professor Alexandre Cardoso, Dr. – UFU (Orientador)
- ▶ Professor Edgard Afonso Lamounier Júnior, PhD. – UFU (Co-Orientador)
- ▶ Professor Keiji Yamanaka, Dr. – FEELT – UFU
- ▶ Professor Ederaldo Lopes, Dr. – FAPSI – UFU
- ▶ Professora Rosa Maria Esteves Moreira da Costa, Dra. – UERJ

UBERLÂNDIA, 23 DE MARÇO DE 2006.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Gaspar e Avaí.

À minha namorada, Elaine.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela sua força e presença constante, pelo privilégio de poder desenvolver um trabalho de pesquisa, pela saúde física e mental concedida, pelos inúmeros momentos de alegria proporcionados por este trabalho, mas principalmente pelo grande apoio nos momentos nos quais foi preciso uma mão amiga para me levantar das quedas e frustrações.

Agradeço a meus pais pelo amor, carinho, e acima de tudo, pela compreensão dada no período em que desenvolvi este projeto, especialmente nos momentos em que foi preciso aceitar decisões e atitudes dolorosas. Agradeço-lhes por acreditar que, mesmo tendo que passar por caminhos difíceis e tortuosos, eu seria capaz de vencer todas as barreiras e alcançar o meu objetivo.

Agradeço aos professores Alexandre Cardoso e Edgard Lamounier pela confiança investida no meu projeto, durante estes dois anos, e pela amizade e incentivo em todas as suas fases, elementos que foram fundamentais para que esta idéia se concretizasse.

Agradeço aos psicólogos pela ajuda na construção do sistema, e pelas horas investidas na avaliação do mesmo, suas opiniões e sugestões foram de extrema importância, e fazem parte deste projeto.

Por fim, agradeço à Elaine, meu amor, pelo incentivo inicial e fundamental para que eu iniciasse este projeto, pelas várias horas do seu tempo que dedicou inteiramente a mim, na construção do software, nos testes, e na dissertação. Pelas opiniões e discussões tão fundamentais para o desenvolvimento do projeto. Mas principalmente pelo imenso amor e carinho de uma pessoa tão companheira e amiga, que se mostrou presente, mesmo que, em alguns momentos, distante fisicamente, durante todo o meu trabalho.

A estas pessoas deixo meus sinceros sentimentos de gratidão.

RESUMO

PAIVA, J. G., “Sistema de Criação de Rotas Automotivas Virtuais para o Tratamento de Fobias de Direção”, Uberlândia, Dep. Engenharia Elétrica – UFU, 74p, 2006.

A Realidade Virtual é uma técnica computacional que permite ao usuário imersão, interação e navegação em ambientes virtuais que simulam situações da vida real. Por este motivo, sua utilização em diversas áreas do conhecimento é muito promissora, em especial na Psicologia, para o tratamento de fobias. Para o tratamento da fobia de direção, estas características podem também trazer benefícios. Existem diversos sistemas que utilizam a Realidade Virtual para o tratamento de fobias de direção. Nestes sistemas, o paciente percorre rotas em ambientes virtuais com elementos que lhe causam esta fobia. Estes sistemas, entretanto, pecam por não oferecerem flexibilidade ao psicólogo na criação das rotas, tornando o tratamento limitado a rotas previamente construídas, que nem sempre se mostram condizentes com os medos apresentados pelos pacientes. Esta pesquisa mostra o desenvolvimento de um sistema de criação de rotas virtuais a serem utilizadas no tratamento de fobia de direção, construído de modo a seguir dois princípios básicos: proporcionar alta flexibilidade ao psicólogo, para que ele tenha liberdade na criação de rotas de acordo com o perfil de cada paciente, e possuir uma interface simplificada e intuitiva, minimizando as dificuldades de construção destas rotas. Além disso, o sistema mapeia uma rota construída em 2D para um ambiente virtual, de forma automática e transparente, dispensando conhecimento prévio de técnicas computacionais relacionadas a estas operações. Esta interface possibilita ao psicólogo escolher dentre objetos comuns encontrados no trânsito das cidades, e posicioná-los segundo suas necessidades. Além disso, permite que sejam configuradas condições externas à rota, tais como condições climáticas e de tráfego. O sistema foi avaliado por um grupo de psicólogos, cuja maioria não teve dificuldades em utilizar o sistema, e considerou que o processo de construção de rotas simples e intuitivo. Ao final, é apresentada uma série de trabalhos futuros, relativos a funcionalidades a serem adicionadas ou modificadas no sistema, conferindo-lhe maior eficiência.

Palavras-chave: Realidade Virtual, Fobia de Direção, Psicólogo, Interface, Rotas automotivas virtuais.

ABSTRACT

PAIVA, J. G., “A System of Virtual Automotive Route Creation in Driving Phobia Treatment”, Uberlândia, Dep. Electric Engineering – UFU, 74p, 2006

Virtual Reality is a computational technique that allows user interaction, immersion and navigation in virtual environments that simulates real life. Because of this reason, its use in several areas of the knowledge is very promising, especially in Psychology, in phobia treatment. For driving phobia treatment, these features can also bring benefits. There are several systems that use Virtual Reality for driving phobia treatment. In these systems, the patient covers virtual routes with elements that cause him this phobia. These systems, however, suffer for not offering flexibility to the psychologist in the creation of routes, becoming the treatment limited to previously constructed routes, that nor always reveal adequate for the fears presented for the patients. This research shows the development of a route creation system to be used in driving phobia treatment, built to follow two basic principles: provide high flexibility to the psychologist, so he has freedom to create customized routes, according to each patient's profiles, and have a simple and intuitive interface, minimizing difficulties on the construction of these routes. Besides, this system maps a constructed 2D route to a virtual environment, automatically and transparent, excusing knowledge of computational techniques related to these operations. This interface makes possible to the psychologist choose amongst common objects, found on the traffic of cities, and locate them according to his necessities. Moreover, it allows that external conditions to the route to be configured, such as climatic and traffic conditions. The system was evaluated by a group of psychologists, whose majority did not have difficulties in using the system, and considered the process of construction of routes simple and intuitive. At the end, a series of future works is presented, that configures as functionalities to be added or modified on the system, conferring to it bigger efficiency in its function.

Keywords: Virtual Reality, Driving phobia, Psychologist, Interface, Virtual Automotive Routes.

PUBLICAÇÕES

A seguir são apresentadas as publicações resultantes deste trabalho:

- [1] PAIVA, J. G., CARDOSO, A., LAMOUNIER, E., LOPES, R. F. F., LOPES, E. J., "Interface para Criação de Rotas Automotivas Virtuais no Tratamento de Fobias de Direção", Painel apresentado no XIV Encontro de Psicoterapia e Medicina Comportamental, Campinas, 2005.
- [2] PAIVA, J. G., CARDOSO, A., LAMOUNIER, E., LOPES, R. F. F., LOPES, E. J., "Interface para Criação de Rotas Automotivas Virtuais no Tratamento de Fobias de Direção", I Workshop de Aplicações de Realidade Virtual, Uberlândia, 2005.
- [3] PAIVA, J. G., CARDOSO, A., LAMOUNIER, E., LOPES, E. J., "Interface for Virtual Automotive Route Creation in Driving Phobia Treatment", VIII Symposium of Virtual Reality, Belém, 2006. A PUBLICAR.

SISTEMA DE CRIAÇÃO DE ROTAS AUTOMOTIVAS VIRTUAIS PARA O TRATAMENTO DE FOBIAS DE DIREÇÃO

SUMÁRIO

Capítulo 1 -	Introdução	1
1.1.	Motivação	1
1.2.	Objetivos	3
1.3.	Contribuições	4
1.4.	Organização do texto	4
Capítulo 2 -	Fundamentos Teóricos	5
2.1.	Realidade Virtual	5
2.1.1.	Classificação dos sistemas de Realidade Virtual	6
2.1.2.	Áreas de aplicação da Realidade Virtual	7
2.2.	Fobias	8
2.2.1.	Fobia de dirigir	11
2.2.2.	Tratamentos convencionais para fobias	11
2.3.	Realidade Virtual e tratamento de fobias	15
Capítulo 3 -	Sistemas Relacionados	17
3.1.	Sistemas para tratamento de fobias de direção	17
3.1.1.	DriVR	17
3.1.2.	<i>Cave Lab Driving Rehabilitation Project</i>	20
3.2.	Sistemas para simulação de trânsito	22
3.2.1.	<i>STISIM Drive</i>	22
3.2.2.	<i>AutoPW Automobile/Truck Driving Simulator</i>	25
3.2.3.	SIMUSYS	26
3.3.	Considerações Finais	28
Capítulo 4 -	Concepção do sistema	29
4.1.	Requisitos	29
4.2.	Arquitetura do sistema	31

4.2.1.	Interface para construção de rotas 2D	32
4.2.2.	Biblioteca de elementos de trânsito	32
4.2.3.	Interpretador de estruturas 2D	33
4.2.4.	Ambiente Virtual 3D	33
4.2.5.	Biblioteca de elementos 3D da rota automotiva	33
Capítulo 5 -	Elaboração e Construção do sistema	34
5.1.	Ferramentas utilizadas	34
5.1.1.	<i>Borland Delphi</i>	34
5.1.2.	Componente <i>ICOM XML Parser</i>	34
5.1.3.	<i>VizX3D</i>	35
5.2.	Modelagem/Estruturação da interface	36
5.2.1.	Controles de criação de rotas	37
5.2.2.	Biblioteca de elementos de trânsito em 2D	38
5.2.3.	Área de desenho da rota	43
5.2.4.	Configuração de elementos externos à rota	45
5.3.	Interpretação e montagem da rota virtual 3D	47
5.3.1.	Condições climáticas	48
5.3.2.	Biblioteca de elementos de trânsito em 3D	49
5.3.3.	Objetos de trânsito da rota virtual 3D	51
5.3.4.	Navegação na rota virtual 3D	53
5.3.5.	Movimentação do carro na rota virtual 3D	54
5.4.	Considerações Finais	58
Capítulo 6 -	Discussão de Resultados	59
6.1.	Avaliação do Sistema	59
6.2.	Discussão dos resultados obtidos	61
6.2.1.	Correções/Ajustes	61
6.2.2.	Novas funcionalidades	62
6.3.	Limitações	63
6.4.	Considerações Finais	64
Capítulo 7 -	Conclusão	65
7.1.	Conclusões	65
7.2.	Trabalhos Futuros	66
Capítulo 8 -	Referências Bibliográficas	69

SISTEMA DE CRIAÇÃO DE ROTAS AUTOMOTIVAS VIRTUAIS PARA O TRATAMENTO DE FOBIAS DE DIREÇÃO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de um <i>Head Mounted Display</i> e de uma <i>Data Glove</i> [34]	6
Figura 2 - Exemplos de ambientes virtuais não imersivos [59]	7
Figura 3 - Dessensibilização Sistemática aplicada à Aracnofobia [53]	14
Figura 4 - Tela de avaliação de desempenho do <i>DriVR</i>	18
Figura 5 - Tela de visualização de rota percorrida pelo paciente	18
Figura 6 - Tela de Construtor de rotas do <i>DriVR</i>	19
Figura 7 - Tela de configuração do ambiente no <i>DriVR</i>	19
Figura 8 - Funcionamento do <i>Cave Lab Driving Rehabilitation Project</i> [11]	21
Figura 9 - Utilização do sistema <i>STISIM Drive</i> [61]	22
Figura 10 - Modelo de código SDL representando uma rota virtual no <i>STISIM</i>	24
Figura 11 - Hardware/Software do <i>SIMUSYS</i> [64]	27
Figura 12 - Diagrama de Casos de Uso do sistema	30
Figura 13 - Arquitetura do Sistema	31
Figura 14 - Interface Gráfica do <i>VizX3D</i>	36
Figura 15 - Exemplo de Rota Automotiva 2D	38
Figura 16 - Código XML correspondente à Rota Automotiva 2D	38
Figura 17 - Diagrama de Classes da Interface de Criação de Rotas	39
Figura 18 – Seção que contém os botões correspondentes aos elementos da biblioteca	43
Figura 19 - Área de Desenho da Interface	43
Figura 20 - Informações de Posição de um elemento na área de desenho	45
Figura 21 - Tela de Configurações Climáticas	46
Figura 22 - Tela de Configuração de Tráfego	47
Figura 23 - Background relativo à manhã	48
Figura 24 - Exemplo de referência utilizada na Rota Virtual 3D	52
Figura 25 - Trecho de código com elementos de navegação	53
Figura 26 - <i>ViewPoints</i> possíveis para navegação na Rota Virtual 3D	54
Figura 27 - Tela de Configuração das Teclas de Comando do Carro	54

Figura 28 - Código X3D com chamada para o <i>Script</i> de Movimentação do Carro	55
Figura 29 - Rota comunicando o nó <i>KeySensor</i> com o nó <i>Script</i>	56
Figura 30 - Rotas entre o nó <i>Script</i> , os nós do Carro e da posição do Paciente	56
Figura 31 - Desenho de uma rota automotiva	57
Figura 32 - Rota automotiva virtual pronta	57

Capítulo 1 - Introdução

1.1. Motivação

Fobias são medos persistentes de situações que, normalmente, não incomodam a maioria das pessoas. O indivíduo fóbico tem noção clara de que seus receios são absurdos, mas não consegue controlá-los[6].

Este tipo de distúrbio afeta pessoas de todas as idades e modos de vida. O *National Institute of Mental Health* reportou que 5,1% a 12,5% dos norte americanos sofrem de algum tipo de fobia. Elas representam o transtorno psiquiátrico mais comum entre mulheres de todas as idades, e o segundo transtorno psiquiátrico mais comum entre homens com idade a partir de 25 anos [57].

A fobia de direção é, em muitos casos, consequência de um Estresse Pós-traumático. Nos últimos quinze anos, pesquisadores começaram a descobrir que certa porcentagem de sobreviventes de acidentes de carro desenvolveu um estresse pós-traumático. Verifica-se que 39% de 158 sobreviventes de acidentes automotivos graves apresentavam sintomas de estresse pós-traumático e, dentre 92 sobreviventes de acidentes de carro hospitalizados na Austrália, 25% deles apresentavam sintomas de estresse pós-traumático [31].

Este tipo de fobia apresenta-se como um grande transtorno pessoal. Considerando um indivíduo que tem medo de cobras, por exemplo, tal fobia não lhe causa maiores problemas, a não ser que ele vá a um zoológico (que possua cobras), uma vez que é difícil encontrá-las comumente, e evitá-las é relativamente simples [46]. Por outro lado, a habilidade de dirigir um veículo representa um componente fundamental para uma vida independente. Desta forma, o medo de dirigir pode causar grande impacto na vida pessoal do paciente, afetando seu trabalho, lazer, e inclusive atividades domésticas [63].

Nos últimos anos, os computadores vêm sendo amplamente utilizados nos procedimentos médicos e psiquiátricos [17]. Esta difusão tem contribuído para que novas tecnologias, que despontam no cenário tecno-científico, favoreçam estes profissionais, assim como o bem-estar das pessoas. Um exemplo é a Realidade Virtual, expressão que define uma aplicação utilizada para criar ambientes virtuais interativos, representando ambientes reais [32], uma tecnologia avançada de interface entre o usuário e o computador, que enfatiza características como utilização de dispositivos

multi-sensoriais, navegação em espaços tridimensionais, imersão no contexto da aplicação, simulação de ambientes, e interação em tempo real [8].

Além disso, esta técnica representa uma simulação animada que permite definir e exibir um objeto 3D, alterar seu ponto de referência e campo de visão, manipular e interagir com os objetos, e fazer com que esses objetos afetem uns aos outros, permitindo também permear objetos com comportamentos (propriedades físicas) e programá-los para ativar algum tipo de *feedback* visual, auditivo e tátil quando um evento específico acontece, além de gerenciar toda a seqüência de eventos bastante realísticos [70].

Neste sentido, a Realidade Virtual surge como uma nova alternativa de interface para estes sistemas médicos. O usuário não se sente apenas em frente ao monitor, mas imerso em um mundo tridimensional artificial completamente gerado pelo computador. Ele percebe, através de um ou mais sentidos, dados vindos da máquina, gerados em dispositivos especiais através de uma simulação interativa [17].

Nas últimas décadas, a utilização desta tecnologia como ferramenta médica tem recebido considerável atenção, e tem demonstrado eficácia no tratamento de distúrbios psicológicos, incluindo depressão, doenças relacionadas com a idade e no tratamento de distúrbios emocionais [18] [44].

Ainda no campo da terapia, a Realidade Virtual também vem sendo utilizada no tratamento de pessoas que possuem algum tipo de fobia [55]. Ela integra Computação Gráfica gerada em tempo real, dispositivos que rastreiam movimentos do corpo, displays visuais e outros equipamentos sensoriais para realizar a imersão do paciente fóbico em um ambiente virtual, que simule as situações que causam a fobia [27].

Dentre as vantagens apresentadas pela utilização de ambientes virtuais no tratamento de fobias, em comparação aos tratamentos convencionais, destacam a facilidade na apresentação da situação causadora da fobia ao paciente, a segurança proporcionada por um tratamento realizado totalmente dentro do consultório do psicólogo, a ausência de constrangimento por parte do paciente durante o tratamento e o seu baixo custo financeiro [70].

Diversos sistemas de simulação de trânsito podem ser encontrados. Grande parte destes sistemas relaciona-se com entretenimento ou treinamento de pessoas que desejam obter habilitação para dirigir. Alguns destes sistemas permitem que o usuário construa suas próprias rotas [67], através da utilização de interfaces gráficas sofisticadas. Estas interfaces, entretanto, são construídas para serem utilizadas por profissionais que

possuam conhecimento de técnicas computacionais, e sua utilização por um psicólogo exigiria que ele possuísse este mesmo conhecimento prévio, ou um treinamento adequado e dispendioso.

Uma pequena parte destes sistemas é voltada para o tratamento de fobia de direção. Estes sistemas [23] oferecem uma relativa simplificação nos comandos de interface, mas em compensação, apresentam limitações com relação à criação de rotas a serem utilizadas no tratamento. Alguns destes sistemas nem mesmo permitem que sejam criadas novas rotas, apenas permitem que sejam utilizadas rotas previamente construídas, ou que essas rotas sejam combinadas, aumentando o percurso. Desta forma, alguns pacientes não podem ser beneficiados com o tratamento que utiliza estas ferramentas, pois os objetos ou situações do trânsito que lhe causam fobias podem não estar presentes nelas. Além disso, o psicólogo não possui a liberdade, de, a partir de suas observações e conclusões a respeito da fobia de determinado paciente, criar uma rota específica para o seu distúrbio, debilitando a eficiência deste tratamento.

Desta forma, a introdução de um sistema que se caracterize por flexibilizar a criação de rotas automotivas, e que ao mesmo tempo seja dotada de comandos simples para os profissionais da Psicologia, sem que estes comandos exijam um entendimento em técnicas de Computação Gráfica e Realidade Virtual, pode garantir uma eficiência maior do que os sistemas atuais, para o tratamento de fobia de direção.

1.2. Objetivos

O objetivo deste trabalho é elaborar um conjunto de estratégias computacionais capaz de conceber ambientes virtuais relativos a rotas automotivas, que possam ser utilizados no tratamento de fobia de direção. Objetiva-se criar uma interface que possibilite ao psicólogo inserir diversos tipos de elementos peculiares do trânsito, de acordo com o distúrbio sofrido por seu paciente.

Pretende-se alcançar este objetivo através das seguintes metas:

1. Analisar os sistemas existentes, que utilizam a Realidade Virtual para o tratamento de fobia de direção, com o objetivo de detectar suas principais deficiências e limitações;
2. Fazer um estudo, juntamente a um grupo de psicólogos, de modo a obter uma relação com as funcionalidades necessárias em um sistema para o tratamento de fobia de direção;

3. Construir um sistema de tratamento de fobia de direção, utilizando técnicas de Realidade Virtual, com base nos resultados das análises descritas nos itens 1 e 2, contemplando assim as funcionalidades vislumbradas pelos psicólogos;
4. Acompanhar a utilização, pelo grupo de psicólogos anteriormente citado, do sistema construído, de modo que seja possível verificar se ele representa a concretização dos seus anseios, alcançando assim os objetivos propostos;

1.3. Contribuições

O sistema deve apresentar ao psicólogo uma interface do tipo *X-Windows*, baseada na utilização de janelas, botões e ícones, no qual ele seleciona e posiciona, em uma área de desenho, os elementos constituintes de sua rota. A partir destas informações, ele automaticamente constrói o ambiente virtual equivalente para ser usado pelo paciente. Este processo automático torna o trabalho de construção de rotas simples para o psicólogo, e permite que ele concentre-se apenas no tratamento, sem se preocupar com detalhes de construção de ambientes virtuais e programação computacional.

A fobia de direção abrange diversos distúrbios, e dependendo do paciente, é necessário que a rota a ser percorrida por ele durante o tratamento seja dotada de particularidades específicas, tais como túneis, pontes, entre outros. Desta forma, o sistema contribui para que haja uma flexibilidade na criação das rotas, sendo possível o tratamento de um número maior de pacientes.

1.4. Organização do texto

O texto relacionado a este trabalho está dividido em sete capítulos, sendo este o primeiro deles. O segundo capítulo descreve os conceitos teóricos relacionados com o trabalho. O terceiro capítulo faz uma apresentação de alguns sistemas relacionados, suas características e deficiências. O quarto capítulo apresenta uma análise do sistema proposto, descrevendo detalhes de sua arquitetura e suas interfaces. O quinto capítulo detalha aspectos de implementação do sistema. O sexto capítulo faz uma análise dos resultados obtidos da utilização do sistema e o sétimo capítulo contém as conclusões e trabalhos futuros.

Capítulo 2 - Fundamentos Teóricos

Neste capítulo, são apresentados fundamentos teóricos correspondentes às áreas que motivaram e fizeram parte do desenvolvimento deste projeto. Em primeiro lugar, são apresentados alguns conceitos relativos à Realidade Virtual. A seguir, é feito um comentário a respeito das fobias e suas implicações na vida das pessoas, e por fim, é feita uma explanação das características, bem como vantagens do tratamento de fobias utilizando-se a Realidade Virtual, com destaque à fobia de direção.

2.1. Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) pode ser definida de uma maneira simplificada como sendo a forma mais avançada de interface do usuário de computador disponível no momento [43]. 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 [36].

A utilização do conceito de Realidade Virtual teve início na construção de simuladores de vôo construídos pela Força Aérea dos Estados Unidos, após a Segunda Guerra Mundial [48]. A indústria de entretenimento também teve um papel importante no surgimento da Realidade Virtual, graças ao simulador *Sensorama* [30], um equipamento composto por uma cabine que simulava um passeio de moto pela cidade de Nova York, combinando um filme em três dimensões, som estéreo, vibrações mecânicas, aromas, e ar movimentado por ventiladores.

A Realidade Virtual pode ser considerada como a junção de três idéias básicas: imersão, interação e envolvimento [8].

A idéia de imersão está ligada com o sentimento de se estar dentro do ambiente. Além do fator visual, os dispositivos ligados com os outros sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como som, posicionamento automático da pessoa e dos movimentos da cabeça, controles reativos, etc.

A idéia de interação está ligada com a capacidade de o computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o ambiente virtual e as ações sobre ele (capacidade reativa).

A idéia de envolvimento, por sua vez, está ligada com o grau de motivação para o engajamento de uma pessoa com determinada atividade. O envolvimento pode ser passivo, no qual o usuário não participa do que ocorre à sua volta, ou ativo, no qual o usuário tem a possibilidade de alterar parâmetros do ambiente ao seu redor. A Realidade Virtual tem potencial para os dois tipos de envolvimento ao permitir a exploração de um ambiente virtual e ao propiciar a interação do usuário com um mundo virtual dinâmico.

2.1.1. Classificação dos sistemas de Realidade Virtual

Os sistemas de Realidade Virtual podem ser classificados em dois tipos, de acordo com o grau de imersão e a interface com o ambiente virtual. Estes dois tipos incluem os sistemas de Realidade Virtual Imersiva e os sistemas de Realidade Virtual Não-Imersiva [26].

Nos sistemas de Realidade Virtual Imersiva, é possível conseguir uma imersão mais significativa do usuário no ambiente virtual, através da utilização de equipamentos especiais, como os *Head Mounted Displays* (HMD) e *Data Gloves*, equipamentos mostrados na Figura 1.



Figura 1 - Exemplo de um *Head Mounted Display* e de uma *Data Glove* [34]

A principal limitação destes sistemas é a necessidade de uma tecnologia avançada para seu funcionamento, o que, em alguns casos, pode aumentar significativamente o custo de aquisição dos equipamentos [65].

Os sistemas de Realidade Virtual Não-Imersiva são compostos de monitores que projetam informações 3D em uma superfície 2D, em um dispositivo de saída [65]. A principal vantagem desses sistemas reside no seu baixo custo de aquisição, em comparação com outras formas de utilização da Realidade Virtual, o que torna este tipo de aplicação mais atrativa [9].

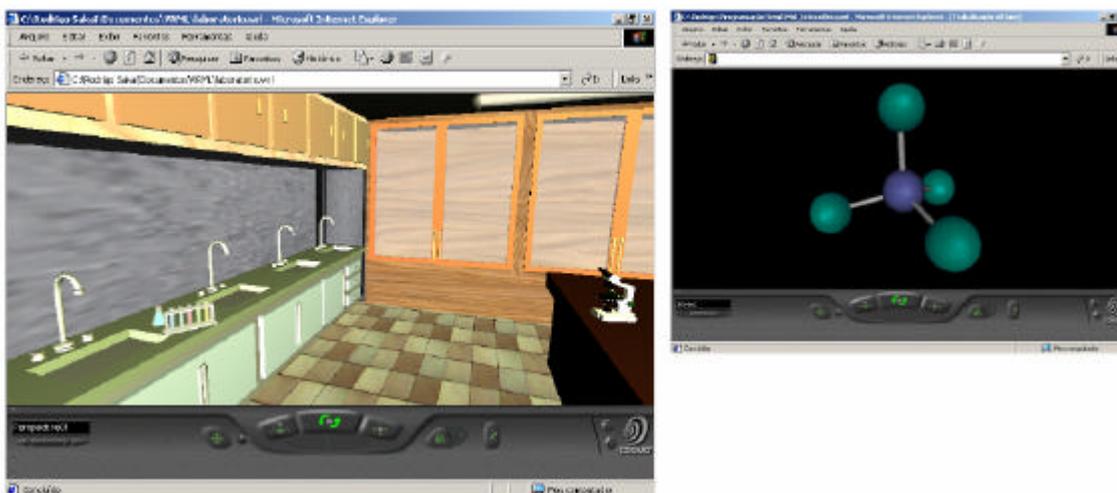


Figura 2 - Exemplos de ambientes virtuais não imersivos [59]

Um tipo de sistema de Realidade Virtual que vem emergindo atualmente é o sistema de Realidade Virtual para redes de computadores [26]. A tecnologia da Realidade Virtual e a Internet estão cada vez mais integradas. Tais sistemas são construídos com linguagens de programação que permitem a representação de objetos estáticos e animados, bem como integração com outras mídias, como sons, imagens e filmes, em arquivos distribuídos pela rede. Dentre as principais linguagens utilizadas, destacam-se o VRML [69], o X3D [72] e o Java3D [42].

2.1.2. Áreas de aplicação da Realidade Virtual

Existem, atualmente, esforços para aplicação de Realidade Virtual em diversas áreas de conhecimento [66]. Uma das áreas de utilização é, seguramente, a reconstrução de ambientes históricos, em particular os que já não existem mais e, por isso, não podem ser visitados e apreciados pessoalmente [32]. A Realidade Virtual permite que o usuário explore os espaços construídos através de um simples movimento do mouse.

Existem também muitas aplicações da Realidade Virtual na Medicina. Entre as diversas aplicações criadas, destaca-se a simulação cirúrgica, com fins didáticos. O aluno pode, desta maneira, realizar uma cirurgia completa utilizando os recursos desta tecnologia. Além disso, sua utilização nas cirurgias minimamente invasivas ou cirurgias laparoscópicas apresenta grande potencial. Nestas cirurgias, o médico faz um pequeno corte na pele do paciente e, através deste, insere uma câmera de vídeo juntamente com instrumentos necessários para a manipulação e corte [2] [47].

As possibilidades de aplicação da Realidade Virtual na construção civil também são amplas, especialmente na área de ensino de Engenharia e Arquitetura, análise de projeto, projetos colaborativos, análise estrutural e desenho urbano.

Arquitetos e engenheiros sempre possuem dificuldades para representar adequadamente seus projetos, pois necessitam decodificar todas as informações de uma edificação a partir de representações bidimensionais, o que exige habilidade e clareza por parte do autor do projeto. Características particulares da Realidade Virtual, tais como tridimensionalidade e imersão, permitem que a arquitetura possa ser habitada e visitada internamente, ao contrário de esculturas, que só podem ser percebidas externamente. Neste sentido, a RV constitui uma ferramenta ímpar para a percepção, avaliação e apreciação de projetos arquitetônicos, antes da sua construção [33].

A Realidade Virtual aplicada à Educação vem sendo encarada como um fator de mudança e que traz inúmeros desafios aos pesquisadores, apresentando uma aceitabilidade alta por parte de educadores e se difundindo de forma rápida nesta área de conhecimento [58].

Uma das áreas mais beneficiadas com as tecnologias de Realidade Virtual é a área da saúde, em especial a Medicina [37], sendo também utilizada em uma variedade de tratamentos psicológicos e no tratamento de fobias [55].

Podemos encontrar diversos projetos de pesquisa que utilizam RV para o tratamento de fobias tais como [7]:

- Fobia de aranhas [10];
- Fobia de voar [38];
- Agorafobia, ou medo de lugares abertos [61];
- Transtorno de Estresse Pós-traumático [39];
- Fobia de Direção [11];

2.2. Fobias

As fobias são um dos mais freqüentes problemas de saúde mental do brasileiro. Foi proposta na década de 70 a subdivisão das fobias em três grupos: agorafobia, fobia social e fobias específicas [54]. Pela sua praticidade e pelas evidências coletadas, diferenças epidemiológicas, clínicas e de tratamento, essa classificação foi adotada pelo DSM IV [25] e pelo CID 10 [12].

A principal diferença entre a fobia e o medo é que o segundo diz respeito a uma emoção de aversão a algo, que estando presente, ameaça o organismo. Na fobia existe

um medo de objetos (ou situações) que, no imaginário da pessoa, oferece perigo desmedido [51].

A fobia é um medo intenso de um estímulo ou situação que a maioria das pessoas não considera particularmente perigoso. O indivíduo, geralmente, percebe que seu medo é irracional, mas mesmo assim sente ansiedade, que só pode ser aliviada evitando-se o objeto ou situação temida [3]. A maioria das pessoas sofre de algum tipo de fobia, em um nível baixo, que desaparece ao longo da vida. Entretanto, cerca de 10% da população mundial sofre de fobias em um nível alto, tendo suas vidas comprometidas em determinado grau [7]. Caracteriza-se por um medo extremo, que não pode ser explicado, racionalizado, está fora do controle voluntário, e leva a evitar a confrontação [59].

O contato ou exposição à situação causadora da fobia provoca nos fóbicos sensações físicas, como tremores, sudorese, falta de ar e taquicardia, bem como sensações comportamentais e subjetivas, como medo, raiva, depressão, etc. Em algumas situações mais graves, pode haver uma sensação de pânico, e desmaios. Isto muitas vezes faz com que a pessoa que sofre da fobia altere sua rotina de vida, perca confiança, auto-estima e tenha que depender de outros [7].

A simples imaginação ou antecipação da situação fóbica pode provocar uma ansiedade antecipatória, principalmente, porque o fóbico tem o conhecimento de que outros indivíduos não consideram a situação, ameaça ou perigo.

Evitar o contato à situação ou objeto causador da fobia ajuda a mantê-la, pois cria um círculo vicioso que perpetua o medo, e impede que o indivíduo aprenda que o objeto temido de fato não é perigoso, ou pelo menos não é tão perigoso quanto o paciente imagina. Isso impede ainda o processo de habituação, ou seja, a redução progressiva dos sintomas de ansiedade que surgem de forma automática no contato. Na ausência de tratamento, as fobias são extremamente persistentes [15].

As fobias podem ser caracterizadas e se manifestar em termos de três tipos de respostas [59]:

- Cognitivas: pensamentos de amedrontamento, pensamentos auto-depreciativos;
- Fisiológicas: aumento na frequência de batimentos cardíacos, mudanças na respiração;
- Comportamento manifesto: postura rígida, chupar os dedos ou roer as unhas, evitação;

Abaixo, a lista de fobias mais freqüentes na sociedade [13]:

- Fobia de Dirigir;
- Fobia de Público;
- Fobia de Lugares Fechados (claustrofobia);
- Fobia de Lugares Altos (acrofobia);
- Fobia de lugares Abertos (agorafobia);
- Fobia de Injeção;
- Fobia de Doenças;
- Fobia do Escuro;
- Fobia de Tempestade;
- Fobia de Animais ou Insetos;
- Fobias alimentares;
- Fobia escolar;
- Fobia de andar de avião.

Um outro tipo de distúrbio existente é o **Transtorno de Estresse Pós-Traumático** (TEPT). Sua principal característica é o desenvolvimento de sintomas característicos após exposição a uma experiência traumática envolvendo situações de risco de vida ou da integridade física, ou ainda o testemunho de eventos envolvendo morte violenta ou ferimentos graves em outra pessoa [20]. O trauma, fundamental na concepção do TEPT, é definido como uma situação experimentada, testemunhada ou confrontada pelo indivíduo, na qual houve ameaça à vida ou à integridade física de si própria ou de pessoas a ele afetivamente ligadas. Seriam situações essencialmente violentas, como acidentes naturais (enchentes, incêndios, soterramentos), acidentes automobilísticos, assaltos, seqüestros, estupros, entre outros [28]. Dados obtidos a partir do *National Comorbidity Survey* (NCS), utilizando os critérios do DSM-III-R [24], estimaram a prevalência do TEPT em 7,8% da população geral, distribuídos em 5,0% dos homens e 10,4% das mulheres. Mesmo estando o perigo afastado e confinado ao passado, o indivíduo pós-traumatizado continuamente revive o ocorrido, vivenciando-o como experiência contemporânea ao invés de aceitá-lo como algo pertencente ao passado. A experiência também pode ocorrer sob a forma de sonhos aflitivos e pesadelos. Em alguns pacientes, aparece quase diariamente, o que leva inclusive ao temor de dormir [28].

2.2.1. Fobia de dirigir

A fobia de dirigir é caracterizada por reações de medo extremo na tentativa de dirigir em situações específicas, em certos contextos, ou mesmo em qualquer situação [35].

Desde a fundação do Centro de Psicologia Especializado em Medos (CPEM) [19], suas psicólogas vêm atendendo aos mais diversos tipos de queixas em que o medo aparece como relato principal. Entre eles, o de maior ocorrência é a fobia de dirigir. Este tipo de fobia é também conhecido como **Síndrome do Carro na Garagem (SCG)**, pois os seus portadores já possuem carro e carteira de habilitação, mas fogem de dirigir deixando-o na garagem. Quando pensam em fazê-lo, passam a sentir tremores nas pernas e mãos, perdem o fôlego, ficam com placas vermelhas pelo corpo, suas mãos ficam geladas e pegajosas de suor, dormem mal na noite anterior a dirigir e, mesmo sendo pessoas honestas, se obrigam a “inventar” desculpas que justifiquem o não dirigir, sofrem por não fazê-lo e sofrem mais ainda se tentam fazê-lo [51].

2.2.2. Tratamentos convencionais para fobias

Existem diversos tipos de tratamentos para Fobias, que variam desde a utilização de medicamentos até a utilização de psicoterapias [71]. Dentre os mais comumente encontrados, é possível listar os seguintes tipos de tratamento:

- Hipnoterapia
- Técnicas de Relaxamento
- Farmacoterapia
- Terapia Comportamental
- Terapia Cognitiva

A seguir, é apresentada uma visão geral de cada um destes tratamentos.

Hipnoterapia

A hipnoterapia, também chamada de hipnoanálise, é um procedimento utilizado para induzir um transe controlado, e é um tratamento eficaz na psicologia das fobias [40], podendo ser encontrado nos manuais de terapia cognitivo-comportamental, publicado nos últimos anos [59].

Requer em geral um alto grau de transe hipnótico, apesar de existirem métodos onde se utiliza transes em graus menores, para pessoas pouco hipnotizáveis.

Durante a hipnose, o estado de concentração e a relação emocional com o terapeuta favorecem o aprendizado de idéias positivas e aumentam a eficácia da intervenção terapêutica.

Alguns fenômenos psicológicos de grande interesse estão intimamente relacionados com o transe:

- a) Um estado mental preparatório que acompanha a atenção e favorece a concentração espontânea e intensa;
- b) A memória ligada ao condicional, pela qual uma experiência que ocorre sobre certas condições, pode ser ocultada ou reprimida quando o estado de alerta do subconsciente muda, podendo reaparecer na consciência quando este estado de alerta é similar ou igual àquele registrado na experiência original.

A hipnose pode ter grandes resultados nos casos de fobias. O estado hipnótico permite a introspecção que leva ao conhecimento dos verdadeiros motivos de conflitos ou medos que se ocultam por trás de certos distúrbios, permitindo o uso de outras técnicas para auxiliar o paciente [16].

Técnicas de relaxamento

As técnicas de relaxamento ajudam os indivíduos a desenvolver a habilidade de lidar com o estresse que contribui com a ansiedade e a fobia, bem como lidar com os sintomas físicos desta ansiedade. Os pacientes aprendem técnicas de respiração e exercícios específicos[1].

As técnicas de relaxamento constituem o tratamento mais utilizado para combater o medo de voar, mas aparece sempre combinada com outras técnicas, como a Dessensibilização Sistemática [59], explicada posteriormente.

Farmacoterapia

A farmacoterapia é utilizada comumente no início do tratamento das fobias, por apresentar efeitos mais rápidos e também como forma de suspender possíveis ataques de pânico [71].

Dois razões são importantes para o uso disseminado de terapias com medicamentos: o desenvolvimento de vários medicamentos psicoativos eficazes e o fato de as terapias medicamentosas terem um custo menor que psicoterapia. Outra razão, argumentada por críticos, é a “mentalidade” da sociedade, de tomar remédio para qualquer problema [52].

A utilização de medicamentos para o controle de transtornos de ansiedade possui, entretanto, algumas limitações[1]:

- Os medicamentos podem não ser eficazes para todos os sintomas dos transtornos de ansiedade, o que leva à necessidade de associação com outro tipo de tratamento;
- Os medicamentos podem apresentar efeitos colaterais durante o tratamento, e os pacientes podem apresentar dores de cabeça, náuseas, dores estomacais, desmaios e disfunções sexuais.

Diferentes classes de antidepressivos também são utilizadas. Entretanto, embora vários estudos tenham demonstrado a eficácia deste tratamento farmacológico, uma proporção significativa dos pacientes permanece sintomática após o tratamento agudo. Além disso, esta também é uma técnica que não deve ser considerada em situações especiais como gestação, amamentação, impossibilidade de usar medicações ou na retirada dos fármacos [49].

Mesmo com ensaios clínicos demonstrando a eficácia de alguns medicamentos no tratamento da fobia social generalizada, a taxa de resposta fica aquém do ideal. Entre 35-65% dos pacientes respondem ao tratamento em dois a três meses, embora, como regra, sintomas residuais ainda persistam [45]. Para o tratamento de distúrbios como o Transtorno Obsessivo-Compulsivo utilizando medicamentos, o usual é uma redução entre 20 e 60% dos sintomas, 40% em média. Entretanto, a remissão completa é rara – ao redor de 20%. São comuns as recaídas após a interrupção, e a intolerância aos efeitos adversos é uma causa freqüente de abandono [14].

Terapia comportamental

As terapias comportamentais concentram-se em mudar o comportamento das pessoas, através da crença de que todo comportamento, normal ou anormal, é aprendido, e que a ansiedade e o medo patológicos são resultantes de aprendizagens errôneas, podendo ser desaprendidos [52].

Seu objetivo é eliminar o sofrimento através da alteração do(s) comportamento(s) problema(s) propiciando novas condições de aprendizagem e, conseqüentemente, favorecendo um estilo de vida mais gratificante para a pessoa que solicita este tipo de ajuda. A terapia visa o autoconhecimento do cliente, ensinando-o a observar-se, bem como a fazer relações entre os comportamentos e seus eventos antecedentes e conseqüentes de maneira a tornar evidentes aqueles que precisam ser alterados ou

substituídos, assim como a identificar aqueles comportamentos que devem ser mantidos [62].

Um grupo de terapias comportamentais baseia-se no princípio do **contra condicionamento**. O contra condicionamento supõe a união do estímulo com uma nova resposta que é incompatível com o medo [53]. Dentre as técnicas de contra condicionamento, destaca-se a **Dessensibilização Sistemática**.

A Dessensibilização Sistemática constitui-se em uma das técnicas comportamentais mais antigas. Funciona por meio da associação gradual de uma nova resposta (de relaxamento) a estímulos que provocam a ansiedade. De acordo com informações que o próprio paciente relata a respeito de sua fobia, o terapeuta desenvolve uma **Hierarquia de Medos** – lista de situações que começa com aquelas que provocam menos ansiedade, progredindo para aquelas que provocam mais ansiedade. O terapeuta ensina o paciente a relaxar, e uma vez dominado o relaxamento profundo, começa-se a trabalhar nesta hierarquia de medos. A pessoa deve então relaxar e imaginar a situação menos ameaçadora da lista, e então a seguinte, e assim por diante, até que a situação que desperta mais medo seja atingida e o paciente consiga permanecer calmo [52]. A dessensibilização sistemática pode ser realizada pedindo-se que o paciente imagine cada situação da hierarquia de medos, mas pode ser realizada através da exposição *in vivo*, em que o paciente deve realmente experimentar as situações geradoras da ansiedade [3], como mostra a Figura 3.

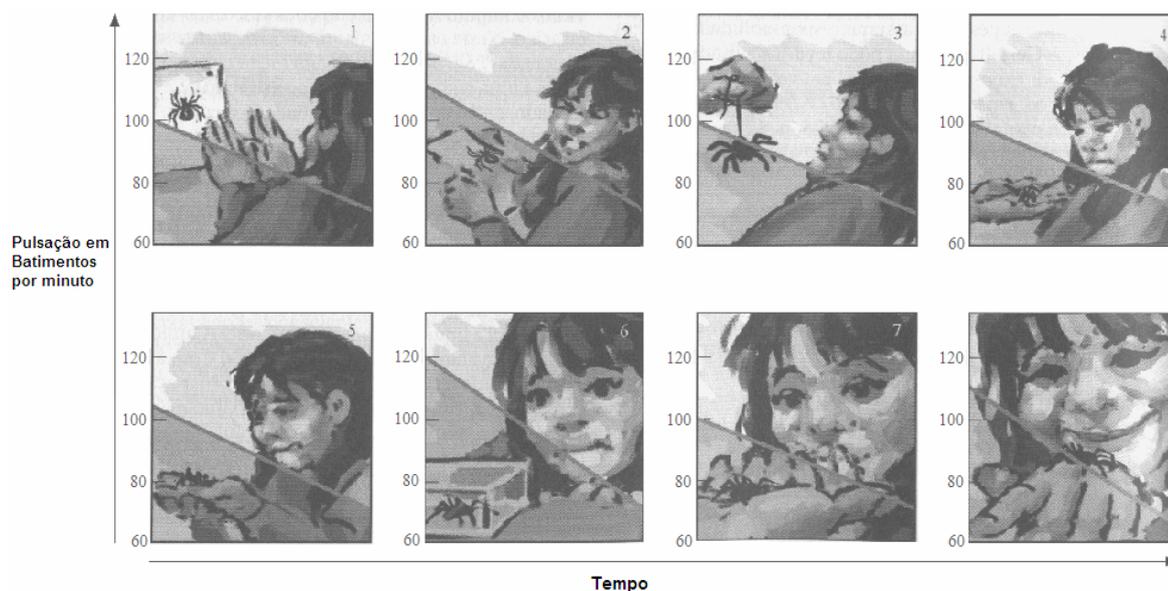


Figura 3 - Dessensibilização Sistemática aplicada à Aracnofobia [53]

A idéia é ir acostumando o paciente com a condição causadora do medo. A exposição gradual à condição causadora da ansiedade é realizada com o objetivo de fazer com que ele a deixe de temer [50]. Quem não consegue dirigir, por exemplo, começa o tratamento com sessões nas quais apenas dá partidas no carro. O passo seguinte é estimular a pessoa a dar algumas voltas pelas redondezas de sua casa. As distâncias dos passeios vão aumentando progressivamente, até que ela se sinta segura para guiar numa estrada [5].

Terapia cognitiva

As terapias cognitivas visam mudar o pensamento derrotista, treinando as pessoas para se verem de maneiras novas e positivas [53].

O paciente é levado a analisar racionalmente seus medos, comparando os dados da realidade com suas idéias pessimistas. Uma pessoa que teme falar com seus superiores no trabalho é questionada sobre se realmente há motivos para tanto. O terapeuta pode perguntar a ela se já foi ridicularizada, humilhada, criticada em público etc. A partir das respostas, que geralmente são negativas, ela vai descobrindo como sua patologia não tem razão de ser. Depois de algum tempo, o paciente é estimulado a enfrentar as situações que lhe dão angústia, de forma semelhante ao que acontece na terapia comportamental [5].

2.3. Realidade Virtual e tratamento de fobias

A utilização da Realidade Virtual na Psicologia está associada ao tratamento de fobias através da exposição gradual do paciente à fonte de seu medo. Este tipo de tratamento é caracterizado como sendo uma Dessensibilização Sistemática.

Sistemas de Realidade Virtual oferecem a oportunidade de não apenas representar a capacidade de imaginação do paciente, mas de aumentá-las visualmente, auditivamente e até tatilmente, durante a experiência [22].

A seguir, são apresentadas as principais vantagens da utilização da Realidade Virtual para o tratamento de fobias, em relação aos tratamentos tradicionais [70]:

- O paciente não precisa imaginar o ambiente que lhe causa fobia, pois este já é retratado;
- Como a terapia é realizada totalmente dentro do consultório do psicólogo, esta se torna mais segura, e menos constrangedora para o paciente;

- Permite que o psicólogo controle gradualmente o nível de exposição do paciente à situação que lhe causa fobia;
- Por utilizar apenas equipamentos de Realidade Virtual, o tratamento tem um custo reduzido, se comparado a terapias de exposição real.

Ao mesmo tempo, Gaggioli [30] sumariza os benefícios da Realidade Virtual no tratamento de transtornos psicológicos, listados a seguir:

- Capacidade de coletar e medir os comportamentos dentro de um ambiente simulado, permitindo que se tenham dados confiáveis para medida do progresso do tratamento, dados estes que poderiam ser perdidos com a utilização de métodos convencionais;
- Flexibilidade e facilidade de programação, possibilitando aos pesquisadores representar uma variedade de estímulos e monitorar respostas do paciente a estes estímulos;
- Produção, através dos canais de saída de uma aplicação de Realidade Virtual, de informações simbólicas, geométricas e dinâmicas, permitindo que se construa a sensação de uma realidade física por parte do paciente, assim como no mundo real;
- Possibilidade de gravação do desempenho do paciente, evitando assim perda de dados no experimento, o que é relativamente comum em experimentos observacionais.

Sistemas de Realidade Virtual podem também ser utilizados para o tratamento de pacientes com transtornos de estresse pós-traumático. Ambientes virtuais podem ser criados para representar situações ou acontecimentos relatados por pacientes. Além disso, permitem que o psicólogo acompanhe o paciente durante o processo de navegação e atuação dentro do ambiente virtual [56].

No próximo capítulo, são apresentados alguns sistemas existentes, utilizados para o auxílio no tratamento de fobias de direção, ou utilizados como simuladores de trânsito. Uma análise crítica das suas funcionalidades e características é realizada.

Capítulo 3 - Sistemas Relacionados

Neste capítulo, são apresentados alguns sistemas que utilizam a Realidade Virtual na geração de ambientes com rotas automotivas. Os sistemas foram divididos em duas categorias. A primeira delas descreve os sistemas construídos especialmente para serem utilizados no tratamento de fobias de direção. A segunda categoria apresenta sistemas que foram construídos para serem simuladores de trânsito, mas que podem ser utilizados para o tratamento de fobias. Para cada um dos sistemas apresentados, são listadas suas funcionalidades, e também uma tabela que exhibe as principais vantagens e desvantagens apresentadas por eles.

3.1. Sistemas para tratamento de fobias de direção

3.1.1. DriVR

O *DriVR* [23] é um sistema computacional para tratamento de fobias que utiliza um software gerador de cenários 3D, conectado a controles de direção e um óculos de projeção estéreo.

Este sistema oferece seis cenários que podem ser modificados, oferecendo a possibilidade de inserção de diferentes condições climáticas e de trânsito. Cada cenário possui uma duração de 1 a 5 minutos, de acordo com a velocidade do veículo dentro dos cenários. Os cenários podem ser combinados, para que a rota a ser percorrida seja maior.

O paciente é guiado, através de instruções do psicólogo ou pistas visuais dentro do ambiente virtual, a seguir uma determinada rota, mas ele não precisa segui-la, podendo explorar outras maneiras de navegar pelo cenário.

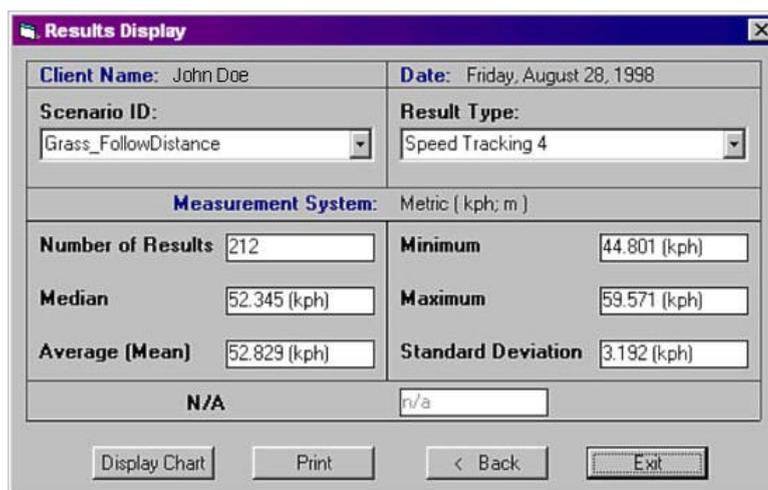
As seguintes medidas de desempenho são realizadas durante o tratamento, na medida em que o usuário navega pelo cenário:

- Descrição e construção de rotas;
- Análise de distâncias;
- Controle de Velocidade;
- Utilização de comandos de direção pelo usuário – marchas, aceleração e freio;
- Colisões;
- Tempo de reação.

A seguir, uma lista de funcionalidades oferecidas pelo *DriVR*:

- **Visualizador de dados**

Permite ao psicólogo visualizar dados de desempenho do paciente. Estes dados são analisados durante o percurso no cenário. A Figura 4 mostra a tela de Avaliação de Desempenho.



Client Name: John Doe		Date: Friday, August 28, 1998	
Scenario ID:	Grass_FollowDistance	Result Type:	Speed Tracking 4
Measurement System: Metric (kph; m)			
Number of Results	212	Minimum	44.801 (kph)
Median	52.345 (kph)	Maximum	59.571 (kph)
Average (Mean)	52.829 (kph)	Standard Deviation	3.192 (kph)
N/A			n/a

Figura 4 - Tela de avaliação de desempenho do *DriVR*

- **Visualizador de rota percorrida**

Permite ao psicólogo e ao paciente rever a rota percorrida durante o tratamento, através de uma vista aérea, como mostra a Figura 5. O paciente pode assim ver como foi seu desempenho naquele cenário.



Figura 5 - Tela de visualização de rota percorrida pelo paciente

- **Construtor de rotas**

Permite ao psicólogo determinar a complexidade das rotas, escolhendo os cenários que irão fazer parte dela. Os cenários existentes permitem que o paciente percorra trechos em ruas dentro de cidades, auto-estradas e rodovias, bem como a

realização de manobras especiais, como controle de derrapagem, avaliação de situações perigosas e tempo de reação, entre outras. A tela de construção de rotas é mostrada na Figura 6.

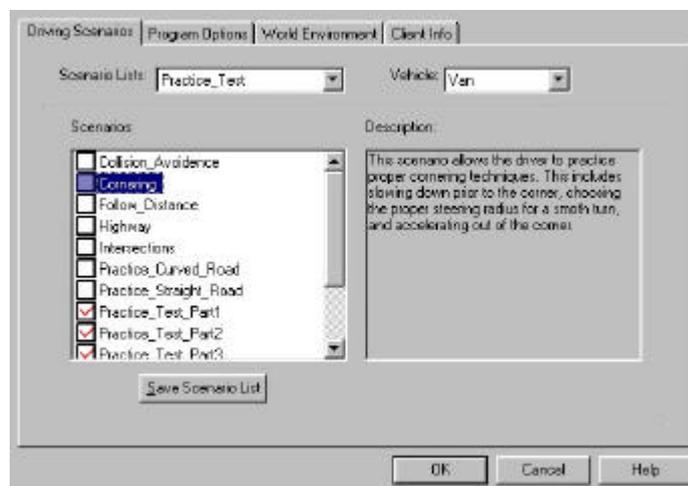


Figura 6 - Tela de Construtor de rotas do *Drivr*

- **Seletor de condições do ambiente**

Permite ao psicólogo configurar as condições do ambiente, tais como condições do tempo, condições da estrada e condições de iluminação, como mostra a Figura 7.

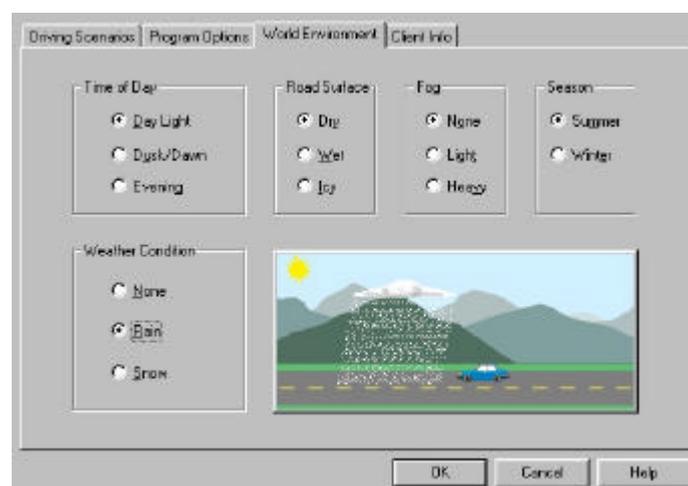


Figura 7 - Tela de configuração do ambiente no *Drivr*

Tabela 1 - Vantagens e Desvantagens do *DriVR*

<i>DriVR</i>	
Vantagens	Desvantagens
Permite a avaliação do desempenho do paciente durante o tratamento.	Possui um construtor de rotas limitado, permitindo que o psicólogo apenas “conecte” duas ou mais rotas previamente construídas, aumentando o percurso. Assim, é impossível para o psicólogo construir rotas que apresentem exatamente os objetos causadores de fobias em seus pacientes, ele pode no máximo tentar adaptar as fobias de seus pacientes às rotas existentes.
Não exige um computador com grande capacidade de processamento, o que diminui o custo de aquisição do sistema.	O sistema não é gratuito, exigindo do psicólogo um investimento inicial com sua aquisição.
Permite que o psicólogo e o próprio paciente visualizem a rota percorrida, de diversos ângulos, facilitando a avaliação do tratamento.	

3.1.2. *Cave Lab Driving Rehabilitation Project*

Esta pesquisa [11] utiliza um sistema no qual um carro real é conectado a um programa computacional que gera um ambiente virtual com uma rota percorrida pelo paciente. A Figura 8 ilustra a arquitetura do sistema. Um projetor exibe o ambiente a ser percorrido pelo paciente. Caixas de som são utilizadas junto ao projetor, e um amplificador sonoro é colocado debaixo do banco do motorista, para conferir vibração durante a terapia.

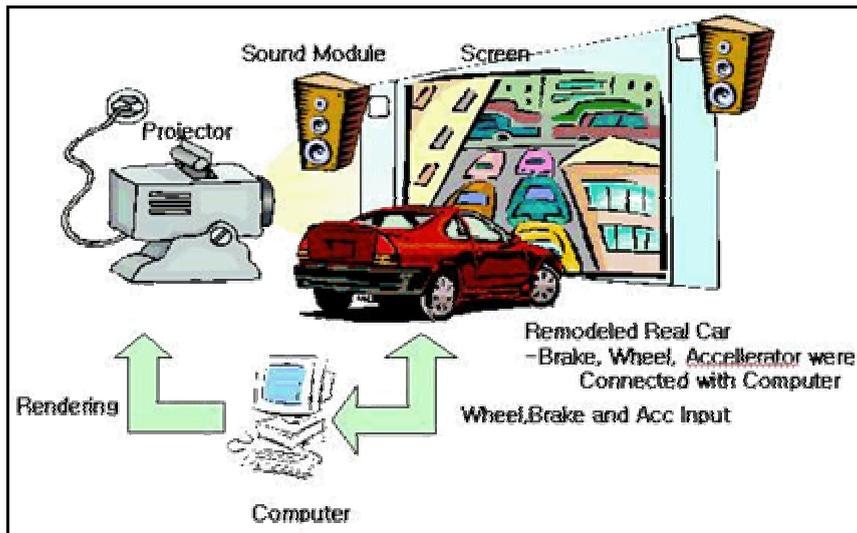


Figura 8 - Funcionamento do *Cave Lab Driving Rehabilitation Project* [11]

O ambiente virtual gerado pelo sistema apresenta as seguintes características:

- Acesso a ruas e avenidas com grande tráfego de veículos, e ruas com pouco ou nenhum tráfego;
- Circulação inesperada de pedestres na rua;
- Outros veículos controlados (carros, ônibus, etc.);

Tabela 2 - Vantagens e Desvantagens do *Cave Lab Driving Rehabilitation*

<i>Cave Lab Driving Rehabilitation Project</i>	
Vantagens	Desvantagens
Por utilizar um carro real, o sistema confere maior realismo no tratamento.	Por utilizar um carro de verdade no experimento, o custo de aquisição do sistema torna-se elevado.
O sistema possui um áudio integrado poderoso, capaz de gerar vibrações de resposta devido a um aparato sonoro situado debaixo do banco do motorista.	Não possui um construtor de rotas. O sistema permite que o psicólogo utilize rotas previamente construídas, aumentando o percurso. Assim, é impossível para o psicólogo construir rotas que apresentem exatamente os objetos causadores de fobias em seus pacientes, ele pode no máximo tentar adaptar as fobias de seus pacientes às rotas existentes.

	O sistema não permite a utilização de simuladores de direção, ao invés do carro real, tornando sua portabilidade limitada.
--	--

3.2. Sistemas para simulação de trânsito

3.2.1. STISIM Drive

O *STISIM Drive* [67], mostrado na Figura 9, é um sistema de simulação de trânsito construído para representar atividades cognitivas e tarefas comuns do trânsito. Inclui um modelo de dinâmica de veículos, sinais de resposta visuais e auditivos, e medidas de desempenho do usuário. Possui também uma linguagem para construção de rotas, chamada *Scenario Definition Language* (SDL), na qual o usuário cria os cenários informando um conjunto de tarefas a serem realizadas dentro do ambiente virtual, bem como eventos e intervalos de medida de desempenho.



Figura 9 - Utilização do sistema *STISIM Drive* [61]

A seguir, uma breve explicação sobre cada uma das características do sistema:

- **Modelo de dinâmica do veículo**

O modelo matemático do veículo permite ao usuário configurar características para o controle de direção e velocidade, o que inclui determinar reações do carro a freadas rápidas, ou curvas feitas em alta velocidade, bem como definir o sistema de

marchas do veículo (manual ou automático) e o número de marchas do mesmo. Este modelo matemático garante uma alta taxa de resposta em tempo real, graças a um processador dedicado, que é conectado ao computador responsável por gerar o ambiente virtual.

- **Visualização da rota**

O sistema permite tanto a utilização de monitores ou projetores de vídeo, quanto a utilização de *Head Mounted Displays* (HMD) para a visualização do cenário em 3D. Todo o ambiente virtual é gerado por uma placa processadora de gráficos 3D. Os cenários incluem objetos comuns no tráfego automotivo, como ruas, construções e tráfego de veículos.

- **Som**

O sistema utiliza componentes convencionais de computador para gerar a parte sonora do ambiente virtual. Os sons são gravados previamente, e acionados no momento em que o usuário executa ações dentro do ambiente, como aceleração do carro, batidas, viradas ou freadas bruscas.

- **Interface**

Estão disponíveis para a utilização do sistema interfaces comuns a usuários de computadores PC, sendo possível utilizar a porta de games da placa de som, comum em muitos computadores, para acoplar os controladores do veículo. Também é possível utilizar equipamentos mais sofisticados, que conferem reações em tempo real para ações executadas pelo usuário.

- **Scenario Definition Language (SDL)**

O sistema permite que o usuário crie rotas dentro do cenário, através da utilização de uma linguagem de definição de cenários. O usuário cria arquivos, através de um editor de textos do próprio sistema, com uma lista de eventos, enumerando todas as tarefas a serem realizadas, e os eventos possíveis de acontecerem dentro do cenário. Os eventos são especificados em função da distância percorrida, ou seja, quando o motorista se aproximar de determinado objeto, um evento é disparado. Definidos os arquivos de eventos, a rota estará especificada, e poderá ser percorrida dentro do

cenário. A Figura 10 apresenta um modelo com uma lista de eventos, no formato em que eles devem aparecer no arquivo.

```

distância 1, código do evento 1, atributo 11, atributo 12....., atributo 1n
distância 2, código do evento 2, atributo 21, atributo 22....., atributo 2n
.....
.....
distância n, código do evento n, atributo n1, atributo n2....., atributo nn
    
```

Figura 10 - Modelo de código SDL representando uma rota virtual no STISIM

- **Medidas de desempenho**

Através de comandos fornecidos pela linguagem de definição de cenários, o usuário pode determinar medidas de desempenho durante o percurso realizado. Desta forma, ele pode avaliar o tempo de colisão com outros veículos ou pedestres, número de vezes em que o limite de velocidade foi excedido, tempo total do percurso, número de acidentes, entre outras medidas.

Tabela 3 - Vantagens e Desvantagens do STISIM Drive

<i>STISIM Drive</i>	
Vantagens	Desvantagens
A Linguagem de Definição de Cenários permite a criação de rotas simples ou complexas, através da descrição de eventos e tarefas a serem realizadas no ambiente virtual.	A Linguagem de Definição de Cenários, fundamentada em ‘scripts’, apesar de permitir a criação de diversos tipos de rotas, é pouco intuitiva para usuários que não tem conhecimento de programação computacional (que é o caso da maioria dos psicólogos), o que pode tornar esta tarefa indesejavelmente trabalhosa.
O sistema utiliza um modelo de dinâmica para o veículo que permite simular a ação de forças físicas tais como derrapagens, freadas bruscas, que ajudam a aumentar o realismo durante o percurso.	O sistema não é gratuito, e exige um alto investimento financeiro do psicólogo para sua aquisição.
Possui interface simples com computadores convencionais, o que torna	

o sistema portátil.	
O sistema permite uma avaliação do desempenho do usuário.	

3.2.2. *AutoPW Automobile/Truck Driving Simulator*

Este simulador [4] foi desenvolvido na *Warsaw University of Technology (Politechnika Warszawska - PW)*, e é utilizado como ferramenta principal de simulação de condições de trânsito do laboratório desta universidade. Possui o objetivo de medir e desenvolver capacidades automotivas sobre condições simuladas, que correspondem a situações normais ou perigosas de trânsito. Além disso, visa analisar os efeitos do cansaço, do uso de estimulantes, medicamentos, e de equipamentos como telefones celulares no trânsito.

O sistema possui uma cabine no formato de um carro real, equipado com um volante e pedais para aceleração e frenagem do veículo. Além disso, possui um pedal de embreagem, mais uma caixa de câmbio para marchas. Um projetor exhibe o ambiente virtual que representa a rota a ser percorrida durante o tratamento.

Os testes realizados pelo sistema incluem:

- Conduzir o veículo em uma seção reta de estrada;
- Frear o veículo em estradas com superfície homogênea e/ou estradas com superfícies que possuam irregularidades;
- Observar reações a obstáculos que apareçam repentinamente na estrada;
- Conduzir o veículo atrás de outro veículo, estando sujeito aos seus movimentos;
- Conduzir o veículo durante um tempo longo, para checar reações do condutor em situações e cansaço, ou ingestão de remédios e estimulantes.

Tabela 4 - Vantagens e Desvantagens do AutoPW Automobile/Truck Driving Simulator

<i>AutoPW Automobile/Truck Driving Simulator</i>	
Vantagens	Desvantagens
Por utilizar uma cabine que reproduz um carro real com fidelidade, o sistema confere maior realismo no tratamento.	Não possui um construtor de rotas. O sistema permite que o psicólogo utilize rotas previamente construídas, aumentando o percurso. Assim, é

	impossível para o psicólogo construir rotas que apresentem exatamente os objetos causadores de fobias em seus pacientes, ele pode no máximo tentar adaptar as fobias de seus pacientes às rotas existentes.
--	---

3.2.3. SIMUSYS

O SIMUSYS [64] é um simulador de direção montado sobre uma plataforma esférica, que representa o interior de um carro. A plataforma esférica confere ao sistema um alto grau de realismo utilizando um equipamento menor e mais simples do que as plataformas e cabines tradicionais. A plataforma é acoplada em um sistema de áudio e vídeo para simular a visão e audição do motorista durante o percurso.

O sistema possui as seguintes características:

- Controles compatíveis com os movimentos básicos de direção (volante, câmbio, acelerador e freio);
- Modelo real de dinâmica de veículo;
- Ambientes virtuais previamente construídos para o percurso (Cidade, rodovia, montanha).

O sistema (Figura 11) foi desenvolvido para ser utilizado para o entretenimento, sendo compatível com diversos sistemas de videogames atuais. Também pode ser utilizado como ferramenta de treinamento em auto-escolas ou empresas, para treinamento de funcionários, e para pesquisas de fatores humanos e estudo de prevenção de acidentes de trânsito.



Figura 11 - Hardware/Software do SIMUSYS [64]

Tabela 5 - Vantagens e Desvantagens do SIMUSYS

SIMUSYS	
Vantagens	Desvantagens
<p>Por utilizar uma cabine que reproduz um carro real com fidelidade, o sistema confere maior realismo no tratamento.</p>	<p>Não possui um construtor de rotas. O sistema permite que o psicólogo utilize rotas previamente construídas, aumentando o percurso. Assim, é impossível para o psicólogo construir rotas que apresentem exatamente os objetos causadores de fobias em seus pacientes, ele pode no máximo tentar adaptar as fobias de seus pacientes às rotas existentes.</p>
<p>A cabine esférica utilizada no tratamento é menor e mais simples do que as cabines utilizadas nos simuladores convencionais, o que torna o custo de aquisição mais baixo.</p>	<p>O sistema não é gratuito, e exige um alto investimento financeiro do psicólogo para sua aquisição.</p>

3.3. Considerações Finais

Após uma análise dos sistemas apresentados neste capítulo, foi possível apontar quais são suas principais limitações, que justifiquem a construção do sistema descrito ao longo deste documento.

A principal limitação apresentada por estes sistemas, tanto aqueles especialmente construídos para o tratamento de fobia de direção, quanto aqueles construídos com o objetivo de simular condições de tráfego, reside nas limitações e na falta de flexibilidade proporcionada por seus construtores de rotas. Grande parte destes sistemas utiliza rotas previamente construídas, simulando determinadas situações de tráfego. O psicólogo pode utilizá-las e, em alguns casos, combina-las através de uma concatenação, de modo que o paciente, ao terminar o percurso da primeira, automaticamente inicie o percurso da segunda. Isto torna o tratamento limitado, pois ao invés do psicólogo, a partir do relato de seu paciente a respeito dos objetos e situações do trânsito que lhe causam fobia, construir um percurso específico para seu problema, se vê obrigado a “adaptar” este paciente a uma rota já pronta, que se aproxime de seu problema. Apenas o sistema *STISIM Drive* possui um construtor de rotas, baseado em uma linguagem de script, comentada anteriormente. Usuários não familiarizados com programação computacional, como os psicólogos, podem, entretanto, sentir dificuldade em descrever a rota a ser percorrida pelo paciente através deste formato, o que pode tornar o processo cansativo e difícil.

O sistema detalhado nas seções seguintes tem o objetivo de corrigir as limitações detectadas nos sistemas apresentados neste capítulo, de forma a tornar o processo de criação e utilização de rotas automotivas no tratamento de fobias de direção simples para o psicólogo.

Capítulo 4 - Concepção do sistema

Este capítulo apresenta a concepção do sistema proposto. Em primeiro lugar, é realizado um estudo do problema a ser resolvido. A seguir, apresenta-se o modelo de arquitetura, montado de acordo com a análise dos sistemas de tratamento de fobia de direção e simuladores de trânsito apresentados no capítulo anterior deste texto, e que descreve as funcionalidades necessárias para o sistema, de modo que ele atenda o problema proposto. Seus módulos componentes são então detalhados.

4.1. Requisitos

Pretende-se elaborar um sistema caracterizado por uma interface de fácil utilização por parte do psicólogo (cliente do sistema), requerendo pouco aprendizado de técnicas de interação relativas à Computação Gráfica e áreas correlatas.

A interação com o sistema deve prover condições de:

- i. Definir as rotas automotivas, usando elementos convencionais de trânsito, tais como casas, prédios, ruas, pontes, túneis, cruzamentos, etc. Esta definição ocorreria por meio de interface do tipo *X-Windows*, composta por ícones, botões, uma área de trabalho, entre outros;
- ii. Permitir a alteração da disposição dos elementos de cena antes da geração do ambiente virtual, possibilitando que estes elementos estejam estrategicamente posicionados, de acordo com as necessidades do psicólogo;
- iii. Possibilitar a configuração de aspectos externos à rota automotiva, tais como condições climáticas durante o percurso, e condições de tráfego de pedestres e de outros veículos automotivos;
- iv. Gerar, através dos elementos dispostos na interface, o ambiente virtual 3D correspondente;
- v. Permitir a navegação dentro do ambiente virtual 3D gerado, além da realização do tratamento psicológico, por parte do paciente, e o monitoramento deste mesmo tratamento, por parte do psicólogo.

A Figura 12 apresenta o diagrama de casos de uso correspondente à utilização do sistema pelo psicólogo.

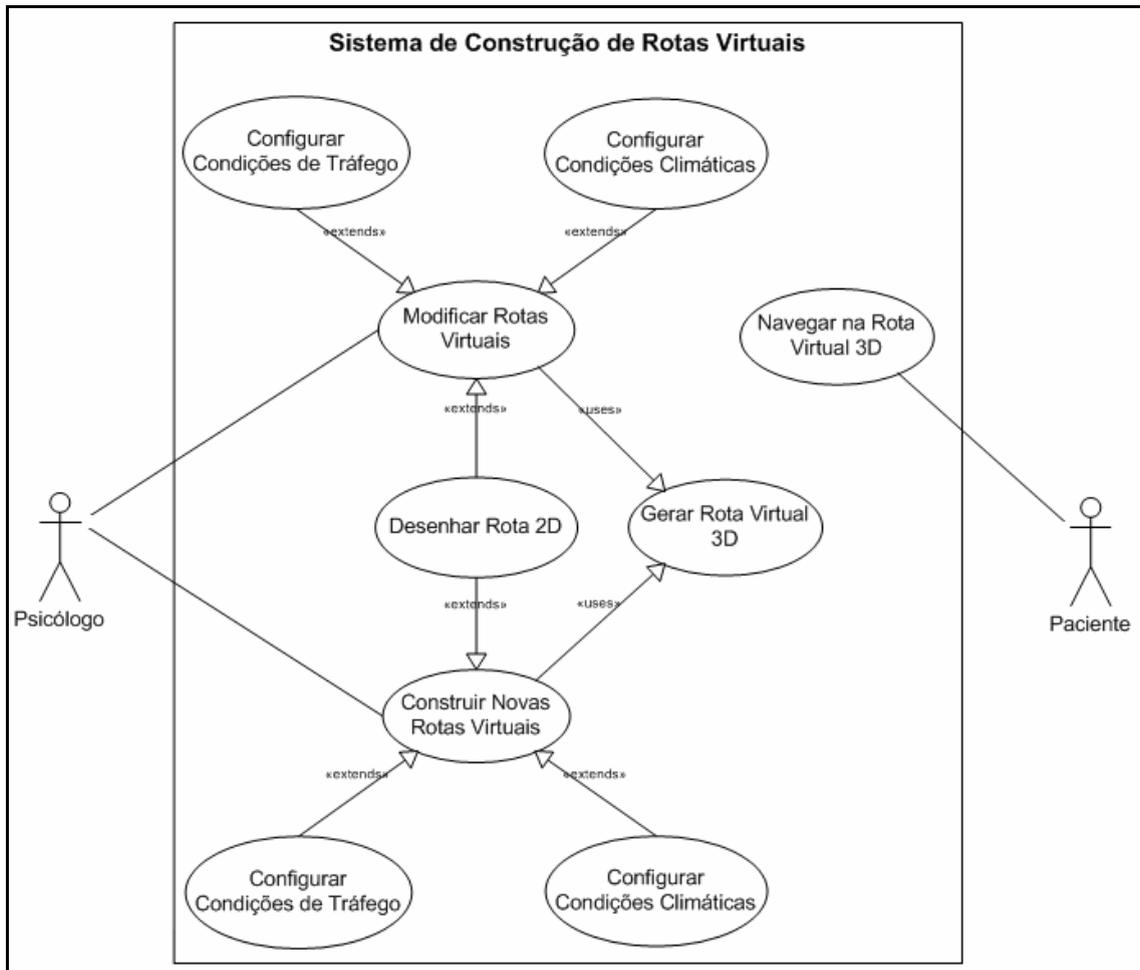


Figura 12 - Diagrama de Casos de Uso do sistema

4.2. Arquitetura do sistema

A apresenta um diagrama que ilustra a arquitetura do sistema.

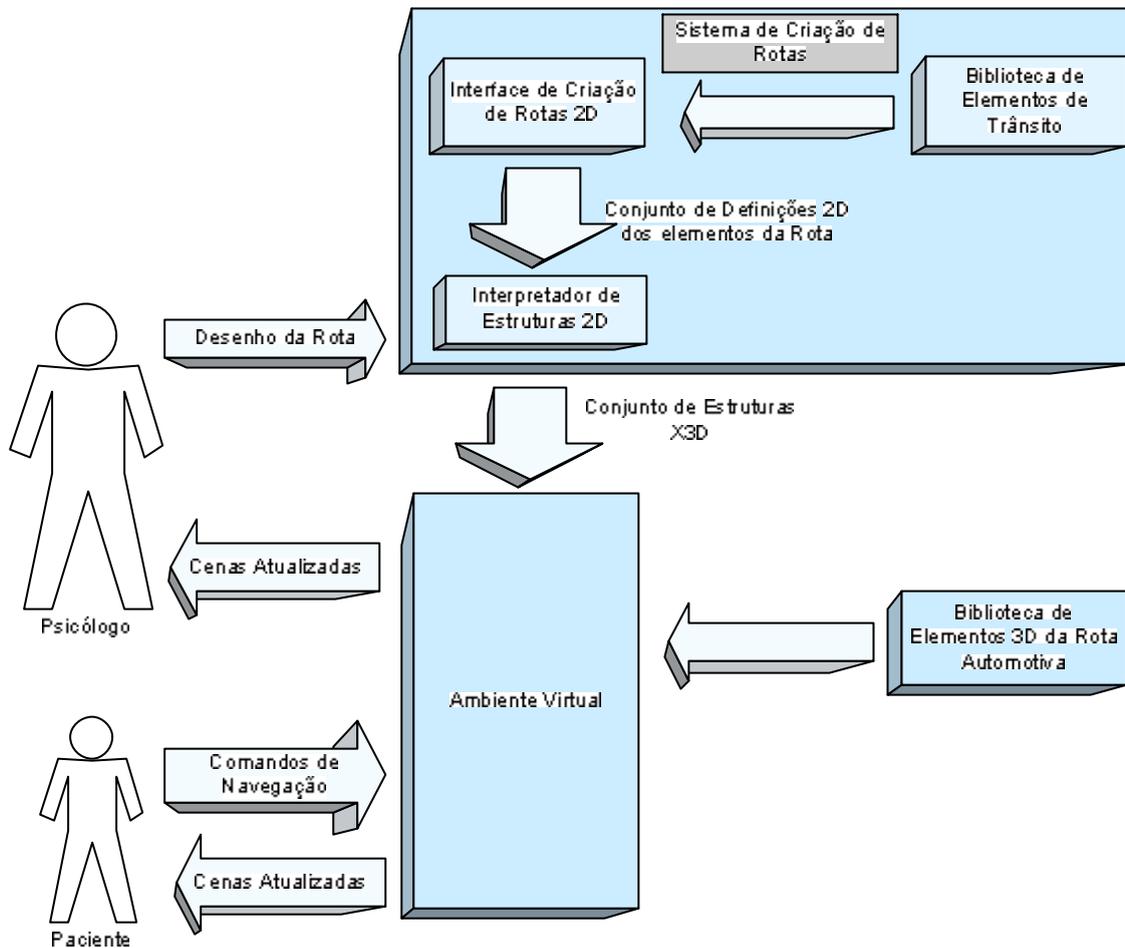


Figura 13 - Arquitetura do Sistema

O psicólogo interage com o bloco da Interface de construção de Rotas 2D, que possibilita a inserção e organização de diversos elementos de trânsito, contidos em uma biblioteca, para a formação de um desenho em 2D representando a rota automotiva. Esta interface transforma este desenho 2D, automaticamente, em um conjunto de definições de todos os elementos da rota em 3D. Este conjunto de definições de objetos será interpretado por um *plug-in* do Navegador de Internet e dará origem ao Ambiente Virtual 3D. Neste momento, o paciente pode percorrer esta rota em 3D, durante o seu tratamento. Da mesma forma, o psicólogo pode monitorar e interagir nesta mesma rota, supervisionando todo o tratamento.

4.2.1. Interface para construção de rotas 2D

Este módulo possui importância fundamental para o processo realizado pelo sistema. Ele proporciona ao usuário desenhar, em 2D, um trajeto, que pode ser percorrido pelo paciente durante o seu tratamento. A partir de uma biblioteca que contém elementos de trânsito 2D, associada a objetos (*widgets*) desta interface, o psicólogo pode projetar a rota equivalente ao percurso que o paciente deverá fazer.

Além dos elementos que constituem a rota automotiva, este módulo permite a configuração de condições externas à rota, relativas ao tráfego de pedestres, carros, motos ou ônibus, e às condições climáticas no momento do percurso. Desta forma, é possível determinar se a rota será percorrida durante o dia, ao entardecer ou durante a noite. Se ela será percorrida debaixo de chuva ou neve, e finalmente, se haverá neblina no momento do percurso ou não.

Este conjunto de elementos dispostos pelo psicólogo será passado para o módulo Interpretador, para que sejam geradas as definições dos objetos 3D correspondentes.

4.2.2. Biblioteca de elementos de trânsito

A biblioteca de Elementos de Trânsito contém um conjunto de elementos comuns de trânsito, que geralmente fazem parte de rotas automotivas, como ruas, curvas, pontes, casas, prédios, entre outros. Dentro do sistema, estes elementos foram classificados em duas categorias, a de **Elementos Conectores** e a de **Elementos de Construção**.

Os elementos conectores podem ser definidos como aqueles que constituem o caminho pelo qual o paciente irá passar ou visualizar durante seu percurso na rota automotiva virtual. Estes elementos dividem-se em Estradas e Caminhos Externos.

As estradas representam os elementos navegáveis da rota virtual, ou seja, o paciente irá navegar no ambiente sobre estes elementos, que compõem os caminhos possíveis de serem percorridos. Caracterizam-se como exemplos de estradas, as ruas, curvas, cruzamentos, rotatórias, pontes ou túneis.

Os caminhos externos representam aqueles elementos que, apesar de constituírem um caminho, apenas fazem parte do cenário que compõe o ambiente virtual, ou seja, o paciente não pode navegar sobre eles. Caracterizam-se como exemplos de caminhos externos, os trilhos, rios, praias e penhascos.

Os elementos de construção representam tudo aquilo que não constitui algum caminho dentro da rota virtual. São as construções e edificações presentes no ambiente,

pelas quais o paciente passará quando estiver navegando pela rota automotiva. Os elementos que constituem esta categoria são as casas, prédios e estações.

4.2.3. Interpretador de estruturas 2D

Este módulo tem a responsabilidade de, através do conjunto de elementos 2D desenhados pelo psicólogo na Interface de Criação de Rotas, interpretar suas definições e parâmetros e buscar, na Biblioteca de elementos 3D, as definições dos objetos 3D correspondentes, montando o arquivo X3D que o Navegador de Internet utilizará para executar o ambiente virtual 3D para o tratamento.

4.2.4. Ambiente Virtual 3D

Este módulo representa o resultado de todo o processo de composição das rotas automotivas virtuais. É constituído de todos os elementos de trânsito que foram organizados pelo psicólogo na Interface de Criação de Rotas 2D, agora representados pelos seus objetos em 3D correspondentes, que são buscados de uma biblioteca de elementos 3D e interpretados pelo Navegador de Internet. Esta rota será percorrida pelo paciente durante o tratamento, e monitorada pelo psicólogo.

4.2.5. Biblioteca de elementos 3D da rota automotiva

Esta biblioteca contém exatamente os mesmos objetos contidos na Biblioteca de Elementos de Trânsito. A diferença é que, enquanto naquela biblioteca, os elementos são representados por desenhos em 2D, aqui eles correspondem a um conjunto de estruturas 3D. Para cada objeto 2D presente na Biblioteca de Elementos de Trânsito, existe um objeto correspondente na Biblioteca de Elementos 3D da Rota Automotiva. Desta forma, não é necessário modelar as estruturas constituintes da rota automotiva para montar o ambiente virtual, mas apenas referenciá-las nesta biblioteca, buscando suas características básicas e configurando seus parâmetros específicos, de modo a posicioná-los de maneira adequada.

Capítulo 5 - Elaboração e Construção do sistema

Este capítulo apresenta todo o processo de modelagem e implementação da interface de criação de rotas automotivas e dos ambientes virtuais 3D criados por ela. O capítulo apresenta uma visão geral das ferramentas computacionais que possibilitaram a construção dos módulos que compõem o sistema. Além disso, são descritas as estruturas pertencentes ao sistema, e como funciona o relacionamento entre elas, no objetivo de executar as funcionalidades propostas.

5.1. Ferramentas utilizadas

5.1.1. Borland Delphi

A ferramenta *Borland Delphi* [21] foi utilizada para construir a interface de criação de rotas automotivas. O objetivo era construir uma interface visual *X-Window* que oferecesse comandos intuitivos para o psicólogo, de forma que ele não encontrasse dificuldades na sua utilização. Ao utilizar o *Borland Delphi*, que é uma ferramenta RAD (*Rapid Application Development*), não foi preciso se preocupar com a implementação de botões, menus e outros elementos deste tipo de interface visual, pois a ferramenta possui componentes que manipulam de forma automática estes elementos. Além disso, trata-se de uma ferramenta difundida entre desenvolvedores, o que facilitou a resolução de eventuais dúvidas surgidas durante o processo de construção da interface. Esta ferramenta tornou possível a construção da área de desenho e das seções de configuração das propriedades dos elementos de maneira simples, bem como possibilitou a construção de um código cuja execução demonstrou bom desempenho, mesmo para rotas com número elevado de elementos, mostrando-se assim, ser uma escolha adequada para a construção desta interface.

5.1.2. Componente ICOM XML Parser

Devido ao fato de o padrão X3D aceitar a codificação XML para as estruturas, um componente de manipulação de estruturas XML [41], desenvolvido para a ferramenta *Borland Delphi*, foi utilizado. Este componente foi utilizado na construção do módulo interpretador do sistema. O componente organiza todos os nós que compõem a estrutura

de um arquivo X3D na forma de classes hierarquizadas. Desta forma, o documento XML é representado por uma classe composta de Elementos XML.

Estes elementos XML podem acomodar diversos atributos, e ainda possuir filhos que também são elementos XML. Toda esta estrutura é então armazenada em uma outra classe, chamada de *Parser*. Esta classe possui um método que gera o arquivo no formato XML, baseado na estrutura montada. A utilização deste componente facilitou o trabalho de interpretação da estrutura da rota automotiva, composta pelos elementos de trânsito 2D, em um conjunto de estruturas escritas no padrão X3D.

5.1.3. VizX3D

A ferramenta VizX3D [68], cuja interface é mostrada na Figura 14 foi utilizada para a implementação das estruturas 3D pertencentes à biblioteca de elementos de trânsito em 3D, tais como ruas, curvas, rotatórias, cruzamentos, bem como todas as construções, a cabine de direção do carro, entre outros. Esta ferramenta possui uma interface visual que permite a visualização de diversas projeções ortogonais de um mesmo objeto, permitindo a manipulação em tempo real do processo de construção do mesmo. A ferramenta possui funcionalidades que possibilitaram a criação e modelagem das estruturas geométricas através de diversos métodos de modelagem, tais como a CSG (Geometria Construtiva de Sólidos) [29], extrusões, bem como a aplicação de transformações geométricas, e aplicação/manipulação da aparência e comportamento dos objetos criados.

Além disso, a ferramenta contém controles e funcionalidades específicas para a construção de nós X3D, o que possibilitou a geração do código dos elementos respeitando este padrão de maneira automática e transparente.

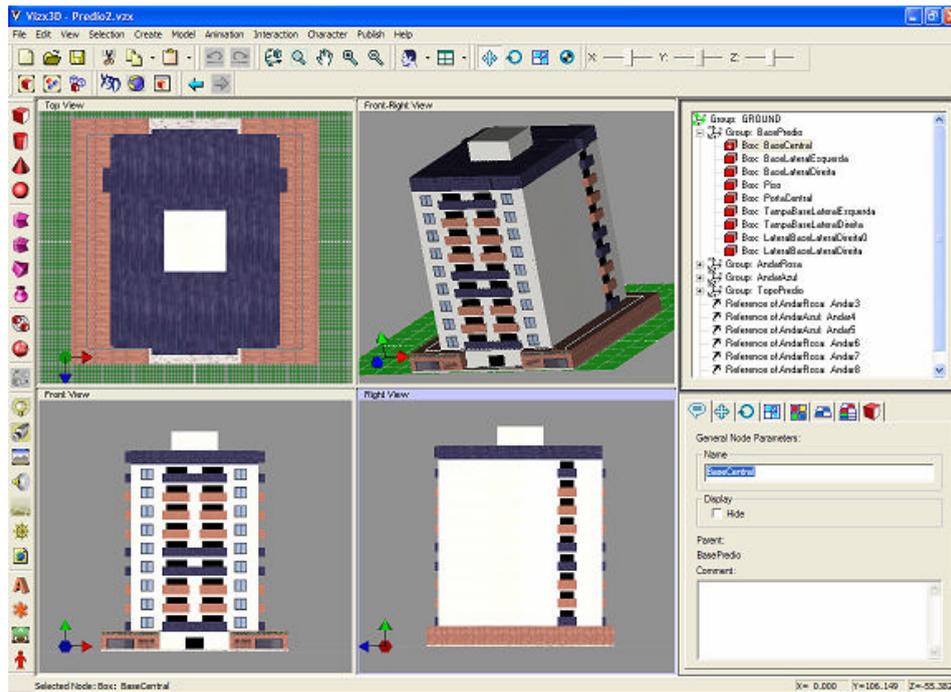


Figura 14 - Interface Gráfica do VizX3D

5.2. Modelagem/Estruturação da interface

Para que o processo de manipulação dos elementos de trânsito na interface fosse o mais simples possível, foram criadas seções, que agrupam os elementos gráficos e comandos a partir de suas funcionalidades, visando reduzir os passos necessários para se construir uma rota automotiva. Desta forma, os objetos (*widgets*) da interface são organizados de modo que, para a construção de uma rota, sejam necessários os seguintes passos:

- i. Escolher quais elementos de trânsito estarão na rota automotiva, dentre ruas, curvas, cruzamentos, rotatórias, pontes, túneis, prédios, casas, entre outros;
- ii. Dispor estes elementos na área de desenho, posicionando-os e manipulando-os da maneira desejada para compor a rota automotiva;
- iii. Configurar parâmetros específicos de cada elemento, tais como condições das ruas, número de pistas, os modelos de casas e prédios, entre outros;
- iv. Configurar parâmetros externos à rota automotiva, como condições climáticas;
- v. Acionar o módulo de geração das rotas virtuais 3D.

Para que estes passos sejam possíveis, todas as seções da interface executam comandos específicos. A seguir, apresenta-se um detalhamento de cada uma das seções, juntamente com os detalhes de implementação de cada uma delas.

5.2.1. Controles de criação de rotas

Os controles relativos à criação de rotas constituem o passo inicial do processo de construção das rotas automotivas. É representado na interface por um menu suspenso, com as opções de Criar uma Nova Rota, Abrir uma Rota existente, ou Salvar uma rota em edição.

O sistema permite que o psicólogo armazene as rotas já criadas, visando acomodar necessidades futuras de alterações em uma rota já iniciada ou utilizar uma dada estrutura para um determinado paciente.

Uma rota 2D é organizada dentro de um arquivo no padrão XML, utilizando um conjunto de regras para nós que é exclusivo para o sistema. Para evitar que o psicólogo tente abrir um arquivo XML qualquer, ou seja, que contém informações não reconhecidas pela interface, foi criada uma extensão para os arquivos que contém as rotas (ppd).

A estrutura do código XML que representa uma rota em edição contém os seguintes nós:

- **ROTA** → Este é o nó raiz, que contém todos os nós que representam os elementos de trânsito pertencentes à rota.
- **CLIMA** → Este nó contém todas as informações relativas às condições climáticas da rota, determinadas pelo psicólogo na interface.
- **TRAFEGO** → Este nó contém todas as informações relativas às condições de tráfego de cada uma das regiões pertencente à rota. Cada uma das regiões é representada por um nó filho do nó TRAFEGO, contendo informações sobre o tráfego nesta região.
- **ELEMENTOS_ROTA** → Este nó contém todos os elementos de trânsito que estão posicionados na rota. Cada um dos elementos é representado por um nó filho deste nó.
- **NÓS RELATIVOS AOS ELEMENTOS** → Estes nós representam cada um dos elementos contidos na rota automotiva desenhada na interface. Guardam informações referentes aos parâmetros específicos de cada um dos elementos, configurados pelo psicólogo na interface. Caso seja um elemento conector, e esteja ligado a outro elemento conector, ele possuirá um nó filho chamado CONEXOES, que irá determinar quais são estes outros elementos nos quais ele está conectado.

A Figura 15 mostra um exemplo de como uma rota automotiva é apresentada na interface de criação de rotas 2D.

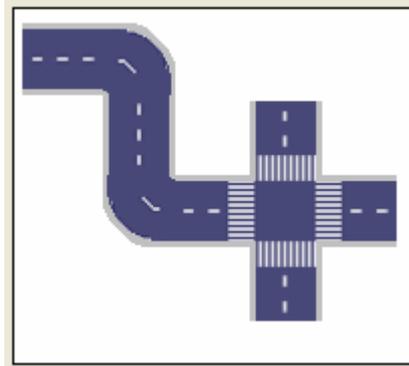


Figura 15 - Exemplo de Rota Automotiva 2D

A Figura 16 mostra como este trecho de rota é representado no arquivo XML gerado pela interface no momento em que o usuário deseja armazená-la.

```
<?xml version = "1.0"?>
<ROTA NOME="NOME_ROTA" NAVEGACAO="Motorista">
  <CLIMA_HORA_DIA="0" PRECIPITACOES="0" NEBLINA="0"/>
  <TRAFEGO>
    <Zona01 CARROS="0" MOTOS="0" VEICULOS_LONGOS="0" SERES_VIVOS="0"/>
  </TRAFEGO>
  <ELEMENTOS_ROTA>
    <CAMINHO TIPO_OBJETO="RUA" X="67" Y="76" NOME="Caminho1"
      STATUS_ROTACAO="0" X_REAL="67" Y_REAL="76" PRIMEIRO="TRUE"
      PAVIMENTACAO="0" CONDICAOES="0" SEMAFORO="0" POSTE="0"
      REGIAO="Zona01" SENTIDO="0" PISTAS="0" ELEVACAO="0"
      SENTIDO_ELEVACAO="0" CANTEIRO_CENTRAL="0" CALCADA="1" COMPRIMENTO="0">
      <CONEXOES D="Curva1" />
    </CAMINHO>
    <CURVA TIPO_OBJETO="CURVA" X="107" Y="76" NOME="Curva1"
      STATUS_ROTACAO="0" X_REAL="107" Y_REAL="76" PRIMEIRO="FALSE"
      PAVIMENTACAO="0" CONDICAOES="0" SEMAFORO="0" POSTE="0"
      REGIAO="Zona01" SENTIDO="0" PISTAS="0" ELEVACAO="0"
      SENTIDO_ELEVACAO="0" CANTEIRO_CENTRAL="0" CALCADA="1" DIRECAO_CURVA="0">
      <CONEXOES C1="Caminho1" C2="Caminho2" />
    </CURVA>
    <CAMINHO TIPO_OBJETO="RUA" X="107" Y="112" NOME="Caminho2"
      STATUS_ROTACAO="1" X_REAL="107" Y_REAL="112" PRIMEIRO="FALSE"
      PAVIMENTACAO="0" CONDICAOES="0" SEMAFORO="0" POSTE="0"
      REGIAO="Zona01" SENTIDO="0" PISTAS="0" ELEVACAO="0"
      SENTIDO_ELEVACAO="0" CANTEIRO_CENTRAL="0" CALCADA="1" COMPRIMENTO="0">
      <CONEXOES C="Curva1" B="Curva2" />
    </CAMINHO>
    <CURVA TIPO_OBJETO="CURVA" X="107" Y="152" NOME="Curva2"
      STATUS_ROTACAO="1" X_REAL="107" Y_REAL="152" PRIMEIRO="FALSE"
      PAVIMENTACAO="0" CONDICAOES="0" SEMAFORO="0" POSTE="0"
      REGIAO="Zona01" SENTIDO="0" PISTAS="0" ELEVACAO="0"
      SENTIDO_ELEVACAO="0" CANTEIRO_CENTRAL="0" CALCADA="1" DIRECAO_CURVA="1">
      <CONEXOES C2="Caminho2" C1="Estrada1" />
    </CURVA>
    <ESTRADA TIPO_OBJETO="CRUZAMENTO" X="143" Y="115" NOME="Estrada1"
      STATUS_ROTACAO="0" X_REAL="143" Y_REAL="115" PRIMEIRO="FALSE"
      PAVIMENTACAO="0" CONDICAOES="0" SEMAFORO="0" POSTE="0" REGIAO="Zona01">
      <CONEXOES E="Curva2" />
    </ESTRADA>
  </ELEMENTOS_ROTA>
</ROTA>
```

Figura 16 - Código XML correspondente à Rota Automotiva 2D

5.2.2. Biblioteca de elementos de trânsito em 2D

A biblioteca de elementos de trânsito em 2D relaciona-se com elementos comuns encontrados em uma rota automotiva. Todos eles foram dispostos na interface,

associados à *widgets* gráficos, para serem selecionados pelo psicólogo e posicionados na área de desenho, onde a rota é construída. Para cada um destes elementos, foram escolhidos parâmetros específicos. Isso possibilita a criação de uma variedade significativa de rotas.

Os elementos da biblioteca foram organizados em classes hierárquicas, como mostra o diagrama da Figura 17.

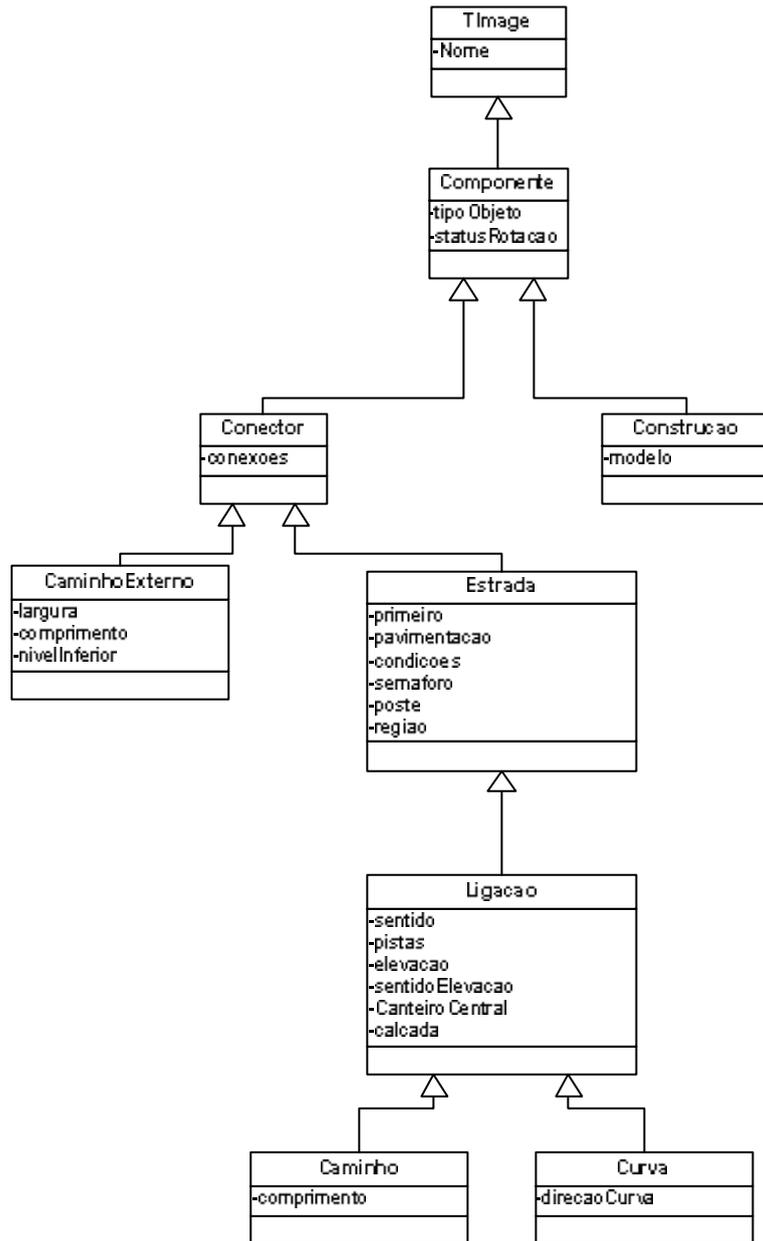


Figura 17 - Diagrama de Classes da Interface de Criação de Rotas

A seguir, é mostrado um detalhamento de cada uma das classes apresentado no diagrama da Figura 17, com uma visão geral de suas características específicas:

- *TImage* → é uma classe nativa da ferramenta *Borland Delphi*, utilizada para manipulação de arquivos de imagens dentro de um aplicativo. Como todos os elementos de trânsito 2D organizados na área de desenho são representados por imagens, esta classe foi utilizada como classe base para todos os elementos de trânsito, e mostrou-se adequada para realizar todas as operações, nestes elementos, relacionados à manipulação e armazenamento de seus arquivos de imagem.
- Componente → Esta classe contém as propriedades gerais de todos os elementos de trânsito 2D, ou seja, características apresentadas por todos os elementos de trânsito do mundo real. É uma subclasse da classe *TImage*, herdando assim, todas as suas características.
 - tipoObjeto: atributo que armazena uma descrição do elemento de trânsito, utilizada principalmente para a geração do nó correspondente no arquivo XML, e para a busca do arquivo X3D (na biblioteca de elementos de trânsito em 3D, a ser explicada adiante) correspondente ao elemento de trânsito.
 - statusRotação: atributo que indica se o elemento sofreu uma rotação (valor 1), ou encontra-se em sua posição original (valor 0). Utilizado para definir a orientação dos elementos de trânsito no ambiente virtual 3D, processo realizado pelo módulo Interpretador. Este atributo é tratado de maneira diferente para elementos construções e elementos curvas. Para estes elementos, o valor deste atributo varia de 1 a 4, representando as quatro direções possíveis para as quais ele pode estar disposto.
 - xReal, yReal: quando os elementos de trânsito 2D estão sendo manipulados dentro da área de desenho, as coordenadas de posição que a classe *TImage* fornece são relativas ao formulário que representa o aplicativo. Isto dificultava o processo de posicionamento dos elementos, pois as coordenadas de posição necessárias eram aquelas relativas à área de desenho. Estes atributos possibilitaram que esta informação fosse acessível de forma imediata.
- Construção → Esta classe representa todos os elementos de construção que, como explanados anteriormente, representam tudo aquilo que não constitui algum caminho dentro da rota virtual, ou seja, representam as edificações presentes no ambiente, pelas quais o paciente passará quando estiver navegando

pela rota automotiva. Os elementos que constituem esta categoria são as casas, prédios e estações.

- modelo: Existem vários modelos para um determinado tipo de construção, ou seja, existem vários modelos de prédios, casas, entre outros. Este atributo é responsável por armazenar qual modelo foi escolhido para uma determinada construção.
- Conector → Esta classe representa todos os elementos conectores da rota que, como explanados anteriormente, constituem o caminho pelo qual o paciente irá passar ou visualizar durante seu percurso na rota automotiva virtual.
 - conexões: este atributo armazena uma lista contendo todos os elementos conectores aos quais um determinado elemento conector está conectado. Graças a este atributo, tornou-se possível modificar a posição de um determinado elemento, atuando simultaneamente em todos os outros elementos conectados a ele.
- CaminhoExterno → Classe que representa aqueles elementos que apenas fazem parte do cenário que compõe o ambiente virtual. O paciente não pode navegar sobre estes elementos, em seu percurso. Abrange as ferrovias, praias, rios e penhascos.
 - largura: atributo que armazena a largura, em metros, do elemento.
 - comprimento: atributo que armazena o comprimento, em metros, do elemento.
 - nivelInferior: atributo que sinaliza se um determinado elemento está em um nível de altura inferior em relação aos outros elementos da rota, ou se está no mesmo nível que eles. Um exemplo de utilização deste atributo seria a construção de uma malha ferroviária que passa debaixo de uma ponte. Como a ponte encontra-se na mesma altura que os demais elementos da rota, faz-se necessário situar esta malha ferroviária em um nível de altura inferior, para que ela possa passar debaixo da ponte criada.
- Estrada → Abrange todas as vias transitáveis na rota, ou seja, vias pelas quais o paciente passará durante seu percurso.
 - primeiro: atributo que sinaliza se um determinado elemento representará o início da rota, ou seja, se quando o paciente iniciar o percurso de determinada rota, seu ponto de partida será este elemento ou não. É

importante citar que apenas um elemento, em uma determinada rota, pode ser o primeiro elemento.

- pavimentação: atributo que indica o tipo de pavimentação utilizado em determinado elemento estrada, sendo possível que ele seja de asfalto, terra ou pedras.
 - condições: atributo que indica as condições de utilização de um determinado elemento estrada, sendo possível que ele seja liso ou esburacado.
 - semáforo: atributo que indica se neste elemento estrada existirão semáforos ou não.
 - poste: atributo que indica se neste elemento estrada existirão postes de iluminação ou não.
 - região: atributo que indica a qual região este elemento pertence. As regiões possibilitam que condições de tráfego específicas sejam configuradas para um local da rota, possibilitando a criação de uma rota com diversas situações de tráfego.
- Ligação → Esta classe é abstrata, e utilizada como superclasse pelas classes caminho e curva. Sua função é encapsular todas as características e funcionalidades de vias transitáveis, mas que não são observadas em cruzamentos ou rotatórias.
 - sentido: atributo que indica se um elemento ligação representará uma via de mão única ou mão dupla.
 - pistas: atributo que indica o número de pistas que constituem um elemento ligação. O sistema permite a configuração de até quatro pistas.
 - elevação: atributo que indica se um determinado elemento ligação constituirá uma via plana ou se representará uma via inclinada.
 - sentidoElevação: atributo que permite configurar se uma determinada via inclinada representa uma subida ou uma descida.
 - canteiroCentral: atributo que permite que um canteiro central seja utilizado em uma via.
 - calçada: atributo que indica se este elemento de ligação conterà uma calçada ou não.
 - Caminho → Classe utilizada para representar todas as vias transitáveis em linha reta, tais como ruas, pontes e túneis.

- comprimento: atributo que armazena o comprimento, em metros, de um determinado elemento caminho.
- Curva → Classe utilizada para representar as curvas da rota.
 - direçãoCurva: atributo que determina se uma das extremidades do elemento curva está disposta para a esquerda (valor 0) o para a direita (valor 1), ou seja, se a curva está virando para a esquerda ou para a direita.

Na interface, os elementos da biblioteca foram organizados em uma barra de ferramentas, para serem utilizadas pelo psicólogo, como mostra a Figura 18.



Figura 18 – Seção que contém os botões correspondentes aos elementos da biblioteca

5.2.3. Área de desenho da rota

A área de desenho da rota foi construída para servir como uma “folha de papel” para o psicólogo. Ela representa um local onde ele pode posicionar e manipular os elementos escolhidos da biblioteca de elementos de trânsito em 2D, e é ilustrada na Figura 19.

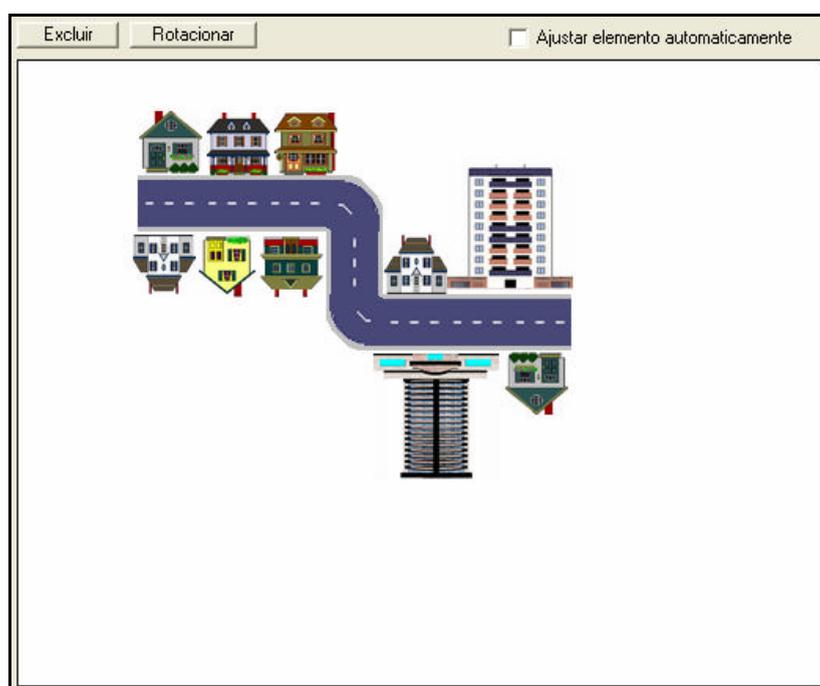


Figura 19 - Área de Desenho da Interface

Esta área de desenho oferece algumas facilidades para o psicólogo no momento em que este posiciona os elementos da rota 2D. A primeira delas é a possibilidade de conectar os elementos automaticamente, realizada pela opção **Ajustar Elementos Automaticamente**. Com esta opção habilitada, basta que o psicólogo encoste um elemento em outro para que os eles sejam automaticamente conectados. Esta funcionalidade foi implementada porque seria necessário que o psicólogo alinhasse dois objetos de maneira precisa, para que ocorresse a conexão, o que, dependendo da resolução da tela do computador, e do nível de precisão do mouse, poderia representar um processo difícil e cansativo.

A segunda funcionalidade construída é representada pelos botões de **Exclusão e Rotação**. Estes botões permitem, respectivamente, que elementos sejam excluídos da rota, ou que sejam rotacionados de noventa em noventa graus, para se adequarem ao sentido e direção desejados pelo psicólogo.

A terceira funcionalidade permite a visualização de detalhes a respeito dos elementos posicionados, no momento de construção da rota. Desta forma, com o mouse sobre determinado objeto, é possível visualizar as seguintes informações:

- Nome: nome dado ao elemento;
- Coordenadas: Coordenadas (x, y) indicando em qual posição (relativa à área de desenho) o elemento em questão se encontra;
- Ligações: a qual ou a quais elementos 2D o elemento em questão está conectado, caso seja um elemento de conexão;
- Início da Rota: indica que o percurso da rota será iniciado a partir do elemento em questão.

As informações visualizadas de um determinado objeto são ilustradas pela Figura 20.

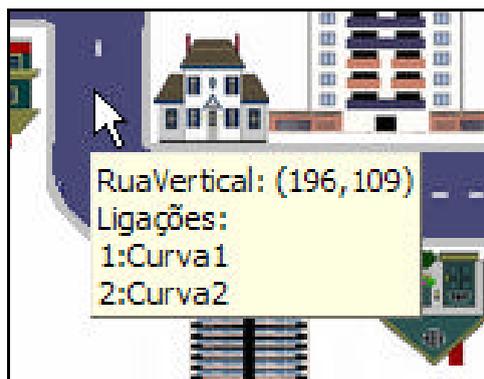


Figura 20 - Informações de Posição de um elemento na área de desenho

É importante ressaltar que a área de desenho possui um tamanho dinâmico, e apesar de ser representada por uma área fixa dentro da interface, ajusta-se (com o auxílio de barras de rolagem verticais e horizontais) ao tamanho da rota desenhada.

5.2.4. Configuração de elementos externos à rota

Como já foi dito anteriormente, é possível configurar as condições externas de uma rota. Este processo foi dividido em duas partes: condições climáticas e de tráfego.

Considerando condições climáticas, é possível configurar:

- Hora do dia: permite que o paciente percorra a rota durante o dia, ao entardecer, ou durante a noite;
- Precipitações: permite que o paciente percorra a rota sob céu aberto, debaixo de chuva ou neve;
- Neblina: permite que o paciente percorra a rota sob neblina. A intensidade da neblina pode ser informada manualmente, ou através da utilização de valores pré-definidos que indicam se a rota será percorrida sob nenhuma neblina, sob neblina moderada ou sob neblina excessiva.

A Figura 21 ilustra como é realizada a configuração das condições climáticas de uma rota.

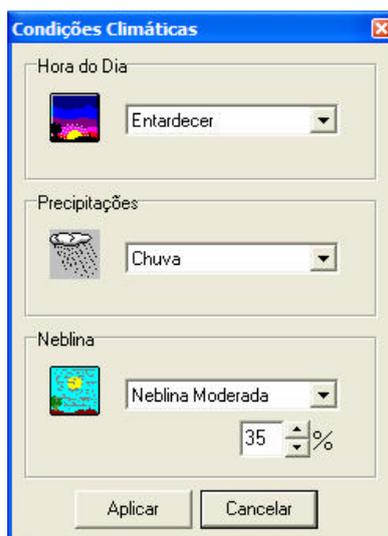


Figura 21 - Tela de Configurações Climáticas

Considerando condições de tráfego, é possível determinar:

- Carros: permite definir se haverão poucos carros, muitos carros, ou se a rota será percorrida sem nenhum carro além daquele dirigido pelo paciente;
- Ônibus/Caminhões: permite definir se haverão poucos veículos grandes em trânsito, muitos veículos grandes, ou se eles inexistirão durante o percurso;
- Motos: permite definir se as motos farão parte ou não do conjunto de elementos do percurso, e se fizerem parte, se estarão em pequeno número ou em grande número;
- Pedestres/Animais: permite definir se existirão muitos ou poucos pedestres nas calçadas, e atravessando a rua, ou ainda se as ruas estarão desertas de pedestres.

Foi definido o conceito de **região** para realizar o processo de configuração de tráfego. Uma região representa uma parte da rota na qual se observa apenas uma configuração de condição de tráfego específico. Para demonstrar como isto funciona no mundo real, pode-se considerar que o centro de uma cidade possui apenas uma configuração de tráfego, caracterizada, na maioria das vezes, por um trânsito movimentado e com muitos pedestres em trânsito. O centro da cidade então faria parte de uma região específica. Ao mesmo tempo, pode-se considerar que a periferia de uma cidade possui outra configuração de tráfego específica, caracterizada por um tráfego pouco movimentado, ou às vezes até deserto, com um número menor de pedestres transitando. Ela faria então parte de outra região específica. A principal vantagem neste tipo de abordagem reside então na possibilidade de se representar, em uma única rota, o trânsito de regiões diferentes de uma cidade.

A Figura 22 relaciona-se com a tela que permite a configuração das condições de tráfego de uma rota.

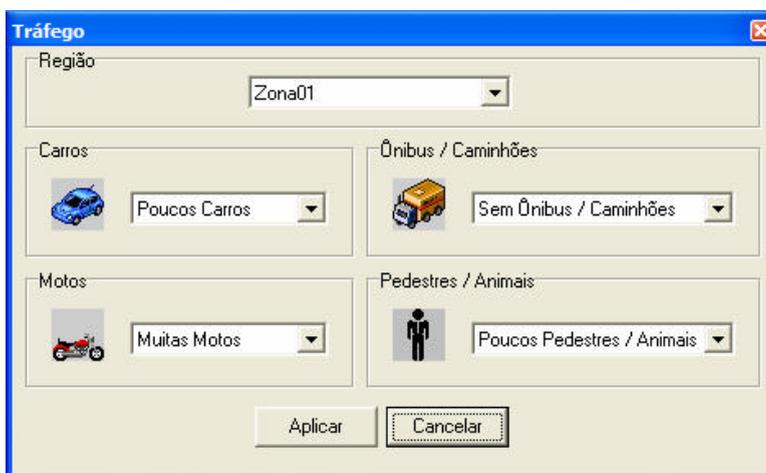


Figura 22 - Tela de Configuração de Tráfego

5.3. Interpretação e montagem da rota virtual 3D

Concluída a definição da rota em 2D existem as informações necessárias para construir a rota virtual 3D correspondente, papel desempenhado pelo módulo Interpretador. Durante o processo de montagem da rota 2D, todos os elementos de trânsito são representados por objetos, e estão organizados em uma coleção de objetos, representada em Delphi pela classe *TStringlist*. Esta classe provê uma estrutura que armazena uma coleção de objetos, sendo possível indexá-los por informações contidas nos próprios objetos, flexibilizando a busca de qualquer elemento que pertença à coleção. No caso da coleção de elementos de trânsito, o índice utilizado foi o nome do elemento, informação que é única para cada elemento em uma determinada rota.

Já as configurações externas da rota (condições climáticas e de tráfego) são armazenadas em um registro separado contendo todas as informações necessárias.

Desta maneira, a lista de objetos e o registro de configurações externas são passados como dados de entrada para o módulo interpretador. Este conjunto de dados constitui toda a informação, referente à rota virtual.

A seguir, são descritas todas as estruturas que compõem a descrição da rota virtual 3D, organizadas de acordo com os papéis que desempenham no processo.

5.3.1. Condições climáticas

As informações relativas às condições climáticas dividem-se em: horário do dia, precipitações e neblina.

Como as informações relativas ao horário do dia definem o aspecto do céu da rota automotiva, as mesmas foram utilizadas para gerar o nó *Background* do X3D, responsável por esta definição. Desta forma, os três horários possíveis de serem utilizados foram associados a três conjuntos de imagens de textura correspondentes e, de acordo com a opção de horário escolhida pelo psicólogo, o sistema constrói o nó *Background* do ambiente virtual utilizando um destes conjuntos. Caso o psicólogo decida, por exemplo, que a rota deve ser percorrida durante a manhã, o trecho de código X3D ilustrado na Figura 23 é criado.

```
<Background
  groundColor="0.4 0.2 0.3"
  skyColor="0.7 0.7 1.0"
  frontUrl="Figuras/BKG/Dia_front.jpg"
  backUrl="Figuras/BKG/Dia_back.jpg"
  leftUrl="Figuras/BKG/Dia_left.jpg"
  rightUrl="Figuras/BKG/Dia_right.jpg"
  topUrl="Figuras/BKG/Dia_top.jpg"
  bottomUrl="Figuras/BKG/Dia_bottom.jpg"
/>
```

Figura 23 - Background relativo à manhã

Para as informações relativas às precipitações, em forma de chuva ou neve, foi utilizado um código em Javascript que gera todos os flocos de neve ou as gotas de chuva.

O algoritmo representado por este código permite a configuração dos seguintes parâmetros:

- Tipo de precipitação (chuva ou neve);
- Dimensões da área na qual a chuva ou neve cairão (dimensões da rota);
- Número de gotas de chuva ou flocos de neve que cairão dentro desta área;
- Altura da qual as gotas de chuva ou flocos de neve cairão.

No ambiente virtual, um nó *TimeSensor* é utilizado para produzir o intervalo de tempo durante o qual as gotas de chuva ou os flocos de neve necessitam para percorrer o espaço compreendido entre sua altura inicial e o chão. O algoritmo, baseado nas dimensões da rota e no número de gotas de chuva ou flocos de neve passados inicialmente, calcula valores aleatórios que representarão as coordenadas 3D destas

precipitações na rota virtual. Estes valores serão associados a dois nós X3D, um *IndexedLineSet* que representa o conjunto de gotas de chuva ou flocos de neve e um *CoordinateInterpolator*, que, juntamente com o nó *TimeSensor* citado anteriormente, controla o movimento destas precipitações de modo a produzir o efeito de chuva ou neve.

Desta forma, quando o psicólogo decide inserir chuva ou neve em sua rota virtual, o sistema faz referência a este código, ajustando os parâmetros referentes ao tipo de precipitação e ao tamanho da área que abrange a rota virtual.

Para as informações referentes à neblina, foi utilizado o nó *Fog* do X3D, responsável por gerar neblinas em ambientes virtuais. Este nó possui um campo no qual é possível determinar qual o limite de visibilidade durante a navegação dentro do ambiente virtual, ou seja, o quão denso a neblina estará durante a navegação. Desta forma, foi possível propiciar ao psicólogo determinar se a neblina dentro da rota virtual seria branda, de média incidência, ou de alta incidência.

5.3.2. Biblioteca de elementos de trânsito em 3D

Assim como a biblioteca de elementos de trânsito em 2D, esta biblioteca também reúne elementos comuns encontrados no trânsito do mundo real. É constituída de objetos 3D descritos no formato X3D, utilizados para montar a rota virtual 3D. Os objetos foram modelados utilizando a ferramenta VizX3D, comentada anteriormente.

A biblioteca de elementos de trânsito em 3D possui os objetos 3D correspondentes aos seguintes elementos:

- Carro no qual o paciente estará inserido durante o percurso;
- Carros, ônibus, motos e caminhões pertencentes à rota virtual 3D;
- Pedestres e animais pertencentes à rota virtual 3D;
- Elementos transitáveis da rota virtual 3D, correspondentes aos mesmos elementos da biblioteca de elementos de trânsito em 2D;
- Casas e prédios, construídos de acordo com os modelos possíveis de escolha, na interface;
- Elementos adicionais, tais como postes, semáforos, entre outros.

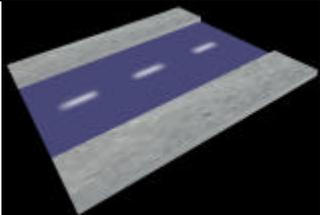
Como os elementos de trânsito podem ter suas características configuradas arbitrariamente pelo psicólogo, os objetos 3D correspondentes precisam refletir estas variações. Algumas destas variações exigiram a criação de objetos diferentes, cada um deles refletindo uma opção diferente para tal característica. Por exemplo, construiu-se

um objeto 3D correspondente a uma rua comum, com apenas uma pista, e outro objeto 3D correspondente a uma rua com canteiro dividindo-a em duas pistas.

Outras características foram inseridas nos objetos através de parâmetros, pois não representavam alterações de grande impacto nos elementos. Um exemplo é a presença ou ausência de semáforos ou postes na rua. Não foi necessária a criação de um modelo de rua contendo postes e outro modelo de rua sem os postes. Ao invés disso, um parâmetro determina se o objeto correspondente à rua faz referência ao objeto correspondente ao semáforo ou não.

A Tabela 6 mostra um exemplo de uma rua com calçadas, na biblioteca de elementos de trânsito em 2D, e seu objeto correspondente, na biblioteca de trânsito em 3D.

Tabela 6 - Correspondência entre o elemento rua da biblioteca 2D e a biblioteca 3D

Biblioteca 2D	Biblioteca 3D
	

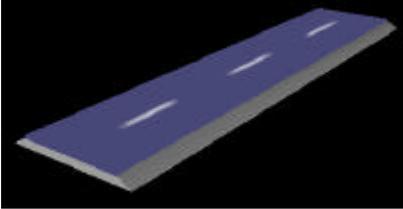
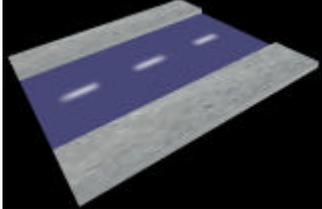
A Tabela 7 mostra um exemplo com um determinado modelo de prédio, possível de ser selecionado na interface, e seu objeto correspondente, na biblioteca de elementos de trânsito em 3D.

Tabela 7 - Modelo de prédio na interface e objeto 3D correspondente na biblioteca 3D

Modelo de prédio na interface	Objeto 3D correspondente
	

A Tabela 8 mostra um exemplo do objeto 3D correspondente a uma rua sem calçadas, e um objeto 3D correspondente a uma rua com calçadas.

Tabela 8 - Objetos 3D correspondentes a uma rua sem calçadas e uma rua com calçadas

Rua sem calçadas	Rua com calçadas
	

5.3.3. Objetos de trânsito da rota virtual 3D

Para descrever os objetos da rota virtual, adotou-se a estratégia de referenciar objetos pré-definidos (que se encontravam na biblioteca de elementos de trânsito em 3D, descrita anteriormente neste capítulo) ao invés de descrever suas propriedades na própria rota. Isso significa dizer que a rota virtual 3D é **agrupada**, “colada” a partir dos

objetos da biblioteca 3D e não **modelada**. As principais vantagens encontradas na utilização deste método foram:

- O arquivo X3D com a rota virtual 3D apresentou boa organização de seu conteúdo, e simplicidade no código;
- O tamanho do arquivo correspondente à rota virtual 3D tornou-se reduzido, aumentando o desempenho na sua execução;
- A utilização de referências permitiu que as descrições dos objetos que compunham a rota virtual 3D precisassem ser executadas apenas uma vez por objeto, o que também aumentou o seu desempenho de execução.

O nó X3D utilizado para realizar as referências aos objetos da biblioteca 3D foi o *Inline*, associado a um outro nó X3D chamado *Transform*, responsável por realizar as transformações geométricas necessárias para posicionar os objetos da maneira desejada. Para selecionar corretamente qual arquivo X3D deveria ser buscado na biblioteca 3D, utilizou-se o valor do atributo **tipoObjeto** do elemento de trânsito. A estrutura resultante é mostrada na Figura 24.

```
<Transform
  DEF="Caminho1"
  rotation="0 1 0 0"
  scale="1 1 1"
  translation="122 0 84"
>
  <Inline
    url="RUAPasseio.x3d"
  </Inline>
</Transform>
```

Figura 24 - Exemplo de referência utilizada na Rota Virtual 3D

O valor do campo *translation* do nó *Transform* de cada um dos elementos de trânsito foi calculado através da aplicação de um fator de proporcionalidade às suas coordenadas dentro da área de desenho, na interface. Este fator de proporcionalidade foi necessário porque a taxa de aspecto da área de desenho era diferente da taxa de aspecto do ambiente virtual 3D.

O valor do campo *rotation* do nó *Transform* de cada um dos elementos de trânsito foi calculado de acordo com o atributo **statusRotacao** do elemento de trânsito.

5.3.4. Navegação na rota virtual 3D

A navegação dentro da rota virtual 3D foi possível graças à utilização dos nós X3D *NavigationInfo* e *ViewPoint*.

O nó *NavigationInfo* permitiu configurar as regras padrões de navegação do paciente dentro do ambiente virtual. Para a rota virtual 3D, como é necessário apenas que o paciente dirija dentro do percurso, não faz sentido permitir que ele saia do carro e caminhe dentro da rota. Para impedir que ele faça isso, o campo *type* deste nó foi configurado com o valor "PAN", indicando que ele pode apenas olhar para os lados, para trás e para frente, para cima e para baixo.

Já o nó *ViewPoint* possibilitou que o paciente e o psicólogo fossem posicionados dentro da rota virtual 3D quando esta era inicialmente executada pelo sistema. Foram construídas duas versões de nós *ViewPoint*. A primeira posiciona o paciente dentro do carro, no banco do motorista, e foi utilizada para simular rotas nas quais o paciente dirige o carro pela rota virtual. A segunda posiciona o paciente dentro do carro, porém no banco do passageiro, e foi utilizada para simular rotas nas quais o paciente assiste o motorista percorrer a rota virtual.

A Figura 25 e a Figura 26 mostram, respectivamente, um exemplo de um trecho de código exemplificando a utilização dos nós de navegação, e como os dois tipos de *ViewPoint* são utilizados na rota virtual 3D.

```
<NavigationInfo type = "PAN"/>
<Viewpoint
  DEF = "PrimeiraPessoa"
  fieldOfView = "0.785"
  orientation = "0 1 0 -1.5707"
  position = "63 2.8 97"
/>
```

Figura 25 - Trecho de código com elementos de navegação

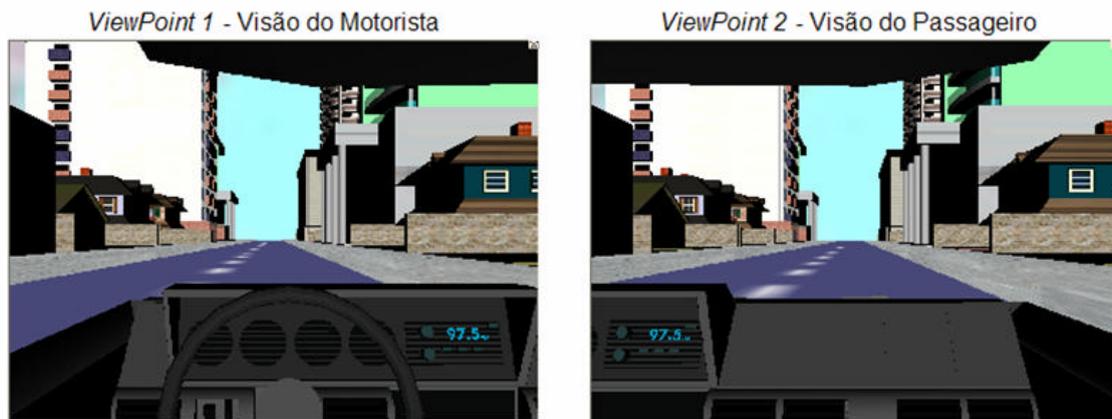


Figura 26 - *ViewPoints* possíveis para navegação na Rota Virtual 3D

5.3.5. Movimentação do carro na rota virtual 3D

A movimentação do carro para a realização do percurso foi possível graças a um nó X3D *KeySensor* associado a um nó *Script*.

O nó *KeySensor* é responsável por mapear entradas de dispositivos externos, como o teclado, e mapeá-las em eventos no ambiente virtual. Desta forma, todos os movimentos do carro, tais como se movimentar para frente e para trás, virar para os lados, e acionar a buzina, foram associados a teclas do teclado.

Para acomodar as preferências de cada psicólogo e de cada paciente, foi construída, dentro do módulo de configurações do sistema, uma seção de customização de controles da rota virtual. Desta forma, é possível associar quaisquer teclas do teclado (com exceção das teclas especiais e de acesso, que o *plug-in* X3D utiliza para controles internos) a comandos do carro dentro da rota virtual 3D. É possível também determinar em qual velocidade o carro se movimentará dentro da rota virtual.

A Figura 27 mostra como a tela de configurações de teclas aparece para o usuário.



Figura 27 - Tela de Configuração das Teclas de Comando do Carro

Pensou-se em um algoritmo simples para simular a movimentação do carro, não envolvendo conceitos relacionados à física de automóveis. O objetivo principal foi apenas prover uma forma de movimentar o carro dentro da rota virtual 3D. Assim, o algoritmo preocupou-se apenas em alterar a posição e orientação do carro, e acionar sua buzina, de acordo com a tecla pressionada pelo paciente.

O nó *Script* construído recebia os seguintes dados de entrada, e era acionado sempre que uma tecla era pressionada:

- Configurações de teclas do teclado, determinada pelo usuário na tela de configurações;
- Velocidade na qual o carro deveria andar no percurso, também determinada pelo usuário na tela de configurações;
- Tecla pressionada pelo paciente, fornecida pelo nó *KeySensor* mencionado anteriormente;
- Valores atuais de posição e orientação do carro na rota virtual.

A Figura 28 mostra a chamada para o script em *JavaScript* utilizado.

```
<Script DEF = "MovimentoCarro" url = "Scripts/FuncaoMovimentoCarro.js" >
  <field name="velocidade" type="SFFloat"
    accessType = "inputOnly" value="1"/>
  <field name="cima" type="SFInt32"
    accessType="inputOnly" value="87"/>
  <field name="baixo" type="SFInt32"
    accessType="inputOnly" value="83"/>
  <field name="esquerda" type="SFInt32"
    accessType="inputOnly" value="65"/>
  <field name="direita" type="SFInt32"
    accessType="inputOnly" value="68"/>
  <field name="buzina" type="SFInt32"
    accessType="inputOnly" value="66"/>
  <field name="teclaPressionada" type="SFInt32"
    accessType="inputOnly"/>
  <field name="angulo" type="SFFloat"
    accessType="inputOutput" value="0.0"/>
  <field name="novaPosicao" type="SFVec3f"
    accessType="inputOutput" value="63 2.8 97"/>
  <field name="novaOrientacao" type="SFRotation"
    accessType="inputOutput" value="0 1 0 -1.5707"/>
</Script>
```

Figura28 - Código X3D com chamada para o *Script* de Movimentação do Carro

A comunicação entre o nó *KeySensor* e o nó *Script*, para determinar qual tecla o paciente havia pressionado em determinado momento foi feita através de rotas. O evento de saída *keyPress* do nó *KeySensor* envia o código ASCII da tecla correspondente para o evento de entrada **teclaPressionada** do nó *Script*, indicando que

o paciente pressionou tal tecla. A Figura 29 mostra um trecho de código que ilustra esta situação.

```
<ROUTE
  fromNode="KeySensor"
  fromField="keyPress"
  toNode="MovimentoCarro"
  toField="teclaPressionada"
/>
```

Figura 29 - Rota comunicando o nó *KeySensor* com o nó *Script*

Após receber os dados de entrada necessários para seu funcionamento, o nó *Script* aciona seus eventos de saída, chamados **novaPosicao** e **novaOrientacao**, correspondendo, respectivamente, às novas coordenadas de posição que o carro deve assumir, e sua nova orientação.

As informações contidas nestes eventos de saída são enviadas para os nós correspondentes ao carro e à posição do paciente, através de rotas, ilustradas na Figura 30.

```
<ROUTE
  fromNode="MovimentoCarro"
  fromField="novaPosicao"
  toNode="TransformCockPit"
  toField="translation"
/>
<ROUTE
  fromNode="MovimentoCarro"
  fromField="novaPosicao"
  toNode="PrimeiraPessoa"
  toField="position"
/>
<ROUTE
  fromNode="MovimentoCarro"
  fromField="novaOrientacao"
  toNode="TransformCockPit"
  toField="rotation"
/>
<ROUTE
  fromNode="MovimentoCarro"
  fromField="novaOrientacao"
  toNode="PrimeiraPessoa"
  toField="orientation"
/>
```

Figura 30 - Rotas entre o nó *Script*, os nós do Carro e da posição do Paciente

Para elucidar o processo de concepção de uma rota virtual que será utilizada em um tratamento qualquer, são apresentados a seguir os detalhes do desenvolvimento efetuado por um psicólogo.

Inicialmente, acessando a interface de criação e definindo os parâmetros de uma rota virtual, o psicólogo compõe a rota apresentada na Figura 31.

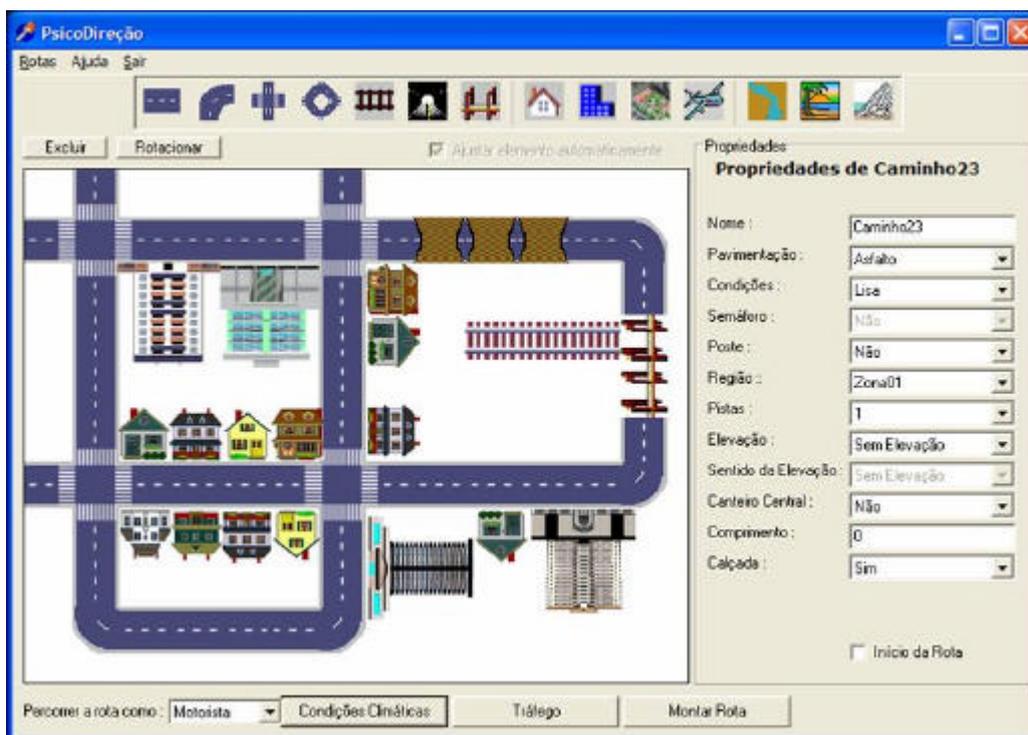


Figura 31 - Desenho de uma rota automotiva

Findo o processo de montagem, a Figura 32 ilustra a aparência da rota automotiva 3D.



Figura 32 - Rota automotiva virtual pronta

5.4. Considerações Finais

Este capítulo apresentou os aspectos relacionados à elaboração e construção do sistema, cujo desenvolvimento foi concretizado através da utilização da ferramenta *Borland Delphi*, que se mostrou adequada para a construção dos objetos da interface *X-Windows*. Além disso, a utilização de um componente desta ferramenta, o *ICOM XML Parser*, possibilitou a criação e manipulação do código X3D, utilizando a formatação XML, tornando possível criar uma representação para os arquivos que contém as rotas virtuais. Finalmente, utilizou-se a ferramenta de modelagem *VizX3D* para a construção dos objetos que constituem a biblioteca de elementos de trânsito em 3D, possibilitando assim gerar o ambiente virtual.

No capítulo seguinte, são apresentados e discutidos os resultados das avaliações realizadas pelo grupo de psicólogos, após um período de utilização do sistema.

Capítulo 6 - Discussão de Resultados

6.1. Avaliação do Sistema

De forma a verificar se o sistema atende aos objetivos propostos, especialmente em relação à usabilidade e praticidade da Interface de Criação de Rotas, o sistema foi apresentado a um grupo de cinco psicólogos, atuantes na área de tratamento de fobias. Cada um deles recebeu o material utilizado para a avaliação, composto pelos seguintes itens:

- Arquivo de Instalação do Sistema → o arquivo de instalação foi construído para realizar todo o processo automaticamente, exigindo pouca interação do psicólogo, de forma que ele possua condições de utilizar o sistema logo após o processo;
- Guia do Usuário → documento de texto responsável por explicar detalhadamente todos os passos do processo de instalação do sistema e suas funcionalidades, de modo que o psicólogo não tenha dúvidas na utilização do mesmo.
- Questionário de Avaliação → documento de texto que contém um questionário para avaliar a finalidade da interface, sua usabilidade, e todas as funcionalidades providas pelo sistema.

Após o período de avaliação, os questionários foram recolhidos, e a partir dos dados coletados, os seguintes resultados foram observados:

1. Quanto à disposição das funcionalidades da interface de criação de rotas:

Nenhum dos psicólogos encontrou dificuldades para encontrar e utilizar as funcionalidades da interface, e todos as consideraram adequadamente dispostas para utilização.

2. Quanto à utilização da barra de elementos de trânsito:

Quatro psicólogos avaliadores não encontraram problemas na utilização da barra de elementos de trânsito. Um dos psicólogos, entretanto, não achou a utilização deste item da interface muito intuitiva. A razão reportada por ele é a de que ficaria mais fácil se os elementos de trânsito pudessem ser “arrastados” da barra de elementos para a área de desenho, e não selecionados nesta barra e depois posicionados na área de desenho.

3. Quanto aos elementos de trânsito possíveis de serem utilizados nas rotas virtuais:

Todos os psicólogos acharam que os elementos de trânsito possíveis eram suficientes para montar a rota automotiva e realizar o tratamento, e não houve sugestões de novos elementos a serem utilizados na construção das rotas.

4. Quanto ao posicionamento/manipulação dos elementos de trânsito na área de desenho:

Um dos psicólogos teve dificuldades em manipular os elementos de trânsito na área de desenho. Ele observou que o sistema nem sempre decidiu a melhor posição para os elementos de trânsito na área de desenho, operação que é realizada automaticamente. Todos os outros participantes do grupo de avaliação consideraram essas operações de fácil utilização.

5. Quanto à relação entre a representação gráfica dos elementos de trânsito e sua funcionalidade, visualizados na área de desenho:

Quatro avaliadores não encontraram dificuldades em associar a representação gráfica dos elementos de trânsito às funcionalidades representadas por ele. Entretanto, um dos psicólogos reportou que, em certos momentos, encontrou certa dificuldade em determinar, pelo desenho de um elemento de trânsito mostrado na área de desenho, qual era a sua funcionalidade.

6. Quanto à utilização da barra de configuração de propriedades dos elementos de trânsito:

Nenhum dos psicólogos encontrou dificuldades em utilizar a barra de configuração de propriedades dos elementos de trânsito, considerando sua utilização fácil.

7. Quanto à configuração das Condições Climáticas:

Nenhum dos psicólogos encontrou dificuldades em configurar as condições climáticas da rota virtual, e consideraram que as opções relativas a esta funcionalidade foram de fácil utilização.

8. Quanto à configuração das Condições de Tráfego:

Assim como para a configuração de condições climáticas da rota virtual, a configuração das condições de tráfego não ofereceu nenhuma dificuldade para o grupo de psicólogos avaliadores do sistema, e quatro deles consideraram a funcionalidade de fácil utilização. Um dos psicólogos, entretanto, considerou que a divisão do tráfego em regiões da rota não se mostrou intuitiva.

9. Quanto à fidelidade do ambiente virtual 3D à rota desenhada na interface:

Dois dos psicólogos avaliadores consideraram que o ambiente virtual gerado pela interface correspondeu fielmente ao desenho esboçado por eles no processo de construção de rotas. Um dos psicólogos considerou que o ambiente virtual gerado era em parte fiel ao desenho feito na interface. Este resultado já era esperado, visto que o sistema ainda possui limitações relativas exatamente ao processo de mapeamento do desenho 2D da rota para o ambiente virtual 3D (comentadas na seção 6.3). No entanto, este mesmo psicólogo considerou que ainda assim o ambiente mostrou-se válido para o tratamento. Um dos psicólogos teve problemas relacionados ao hardware de sua máquina, e não pôde avaliar o ambiente virtual.

6.2. Discussão dos resultados obtidos

A seguir, é apresentada uma lista de sugestões relatadas pelos psicólogos no questionário de avaliação do sistema. Estas sugestões foram divididas em duas categorias. A primeira apresenta aquelas que constituem correções ou ajustes nas funcionalidades do sistema. A segunda apresenta sugestões relativas a novas funcionalidades a serem agregadas pelo sistema.

6.2.1. Correções/Ajustes

Foi reportado por um dos psicólogos que o carro dirigido pelo paciente no ambiente virtual não se choca com as calçadas da rua, e “atravessa” qualquer tipo de construção. O *plug-in* utilizado para visualizar o ambiente virtual oferece suporte à detecção de colisão apenas para a navegação feita através da utilização das teclas especiais fornecidas por ele. Esta navegação é determinada por uma estrutura X3D denominada *NavigationInfo*, cuja propriedade *type* determina como será a navegação. Como os comandos de navegação na rota virtual 3D foram customizados para oferecer

flexibilidade e permitir diversas configurações a serem feitas pelo psicólogo na interface de criação de rotas, este suporte foi automaticamente retirado, e a detecção de colisão neste caso deve ser implementada manualmente. Desta forma, o suporte à detecção de colisão pode ser adicionado através da criação de um trecho de script (utilizando, por exemplo, a linguagem *JavaScript*) associado ao código que faz o tratamento das teclas pressionadas pelo paciente durante o percurso na rota virtual, para que interrompa o movimento do carro no momento em que este se chocar com algum obstáculo.

6.2.2. Novas funcionalidades

Foi sugerido por um dos psicólogos que a rota virtual 3D apresente uma janela contendo uma versão da rota virtual 3D em miniatura, na forma de um mapa, para que o paciente ou o psicólogo possa visualizar a posição do carro na rota durante o percurso. Esta funcionalidade pode ser obtida através da utilização do desenho feito pelo psicólogo, na interface, como a textura de uma estrutura *IndexedFaceSet*, do X3D, e através da construção de um trecho de script (na linguagem *JavaScript*, por exemplo), que controlaria a atualização da posição do carro nesta estrutura, de acordo com seu movimento no ambiente virtual. O carro pode ser representado neste desenho por uma forma primitiva do X3D, por exemplo, uma esfera. O trecho de script então movimentaria esta forma primitiva de acordo com os movimentos realizados pelo carro na rota virtual 3D.

Outro psicólogo sugeriu que o sistema contenha algumas rotas previamente definidas, que funcionariam como modelos para a criação de novas rotas. Desta forma, o psicólogo teria a escolha de iniciar a construção de uma rota desde o início, sem nenhum elemento de trânsito já posicionado, ou carregar uma rota previamente construída no sistema, modificando-a ou inserindo novos elementos de trânsito, de forma a adequá-la de acordo com suas necessidades. Para dotar o sistema com estas rotas-modelo, pode se pensar em fazer um estudo sobre quais os tipos de percurso e quais as disposições de elementos de trânsito mais comuns no mundo real, e construir, utilizando o próprio sistema, rotas com estas características prontas, de forma, que elas sejam copiadas para a pasta que contém os arquivos do sistema, no momento da instalação do mesmo, e ficariam disponíveis para o psicólogo.

6.3. Limitações

Configuram-se como limitações funcionalidades não construídas no sistema, e que podem aperfeiçoar o processo de criação de rotas. As funcionalidades abaixo listadas representam características da rota virtual 3D que ainda não são reconhecidas pelo módulo Interpretador, mas podem ser configuradas na Interface de Criação de Rotas. As características determinadas por estas configurações encontram-se presentes no arquivo gerado pelo sistema contendo as descrições dos elementos da rota virtual, sendo necessária adição de suporte para o Interpretador, para que ele possa gerar as estruturas 3D correspondentes.

- i. Configurações de Tráfego: as configurações do tráfego detalhadas anteriormente ainda não são refletidas na rota virtual 3D gerada pelo sistema. É necessário modelar os objetos que representem os elementos de tráfego, tais como pedestres e demais veículos da rota (outros carros, ônibus, caminhões e motos). Além disso, é necessário que o Interpretador construa, a partir das informações a respeito do formato do percurso desenhado pelo psicólogo para cada região, todo o trajeto que deverá ser percorrido por estes elementos de tráfego, bem como a quantidade deles em cada região, baseado nas configurações determinadas na Interface.
- ii. Precipitações, na tela de Configurações Climáticas: implementou-se um algoritmo para construir as precipitações da rota virtual 3D, caracterizadas por chuvas e neve. Entretanto, esta funcionalidade foi excluída do protótipo avaliado, pois para rotas extensas, o cálculo das posições dos pingos de chuva e flocos de neve exige grande tempo de processamento, capaz de comprometer a execução da rota virtual em computadores menos robustos;
- iii. Elementos de Trânsito: Alguns elementos de trânsito presentes na biblioteca de elementos em 2D ainda não possuem objetos 3D correspondentes na biblioteca de elementos em 3D. É o caso das estações, rios, praias e penhascos. É necessário modelar os objetos 3D correspondentes a estes elementos, e implementar o suporte e eles no módulo Interpretador.
- iv. Propriedades Específicas: algumas propriedades específicas dos elementos de trânsito, não tiveram seus objetos 3D modelados, por se tratar de um protótipo inicial. Para acomodar algumas destas propriedades, é necessária a construção de novos modelos dos elementos de trânsito, pois estas propriedades provocam

fortes modificações na aparência destes elementos. É o caso do tipo de pavimentação (terra ou pedras), das condições de utilização (esburacada), da construção de mais de uma pista e da presença de um canteiro central. Para outras propriedades, basta que sejam alteradas algumas propriedades dos elementos originais, através da aplicação de transformações geométricas. É o caso da elevação/sentido da elevação, no qual basta que sejam realizadas translações e rotações nos elementos, e do comprimento/largura, nos quais basta que sejam realizadas escalas proporcionais aos valores indicados na interface.

6.4. Considerações Finais

O sistema construído foi apresentado a um grupo de psicólogos, que analisou as funcionalidades presentes, avaliou a usabilidade, facilidade e simplicidade da interface de criação das rotas automotivas. A maioria dos psicólogos considerou este processo simples, qualificando-o com poucas dificuldades em lidar com os comandos apresentados. O resultado dessas avaliações demonstrou que o sistema cumpriu os objetivos propostos e tornou a criação de rotas automotivas para o tratamento de fobia de direção, um processo mais simples e intuitivo.

Foram feitas algumas críticas com relação ao sistema, bem como melhorias e sugestões de novas funcionalidades. Além disso, o sistema ainda contém diversas limitações, seja na forma de funcionalidades que podem ser melhoradas, para aumentar sua eficiência, seja na forma de novas funcionalidades. Todas as sugestões apontadas pelos psicólogos, juntamente com as limitações citadas, são listadas no próximo capítulo, como trabalhos futuros.

Capítulo 7 - Conclusão

7.1. Conclusões

A utilização da Realidade Virtual no tratamento de fobias constitui-se como uma alternativa aos tratamentos psicológicos convencionais, e possui chances de obtenção de resultados promissores. Esta técnica oferece a oportunidade de não apenas representar a capacidade de imaginação do paciente, mas de aumentá-la visualmente, auditivamente e até tatilmente, durante a experiência. Diversos sistemas são utilizados em clínicas no mundo, e diversas pesquisas estão sendo realizadas neste sentido. Dentre as fobias cujo tratamento pode tirar proveito da Realidade Virtual, destaca-se a fobia de direção.

Percebe-se, no entanto, que os sistemas de Realidade Virtual, atualmente encontrados para o tratamento de fobia de direção, mostram-se limitados e de difícil utilização por um psicólogo. A principal desvantagem apresentada por estes sistemas é a dificuldade imposta pelo processo de criação das rotas automotivas. Alguns sistemas não permitem que estas rotas sejam criadas, limitando o tratamento ao percurso em rotas previamente construídas. Outros sistemas possuem um construtor de rotas que se mostra limitado (impossibilitando a construção de rotas que possuam todos os elementos de trânsito causadores das fobias), ou complexo para ser utilizado por um profissional não familiarizado com técnicas computacionais, como um psicólogo.

A pesquisa apresentada nesta dissertação procurou, desta forma, resolver as limitações supracitadas, através da elaboração de um conjunto de estratégias e de um sistema computacional que possibilite ao psicólogo elaborar, com maior flexibilidade, rotas automotivas que possam ser utilizadas como auxílio no tratamento de fobias de direção.

A utilização da ferramenta *Borland Delphi* mostrou-se adequada para a construção da Interface de Criação de Rotas. O padrão X3D, utilizado para a construção do ambiente virtual 3D, apresentou limitações nos recursos responsáveis pelo tratamento de comandos de entrada disponibilizados por dispositivos externos, tais como teclado e mouse, o que tornou a navegação neste ambiente virtual limitada. O principal problema com este recurso é que ele consegue ler apenas uma tecla do teclado por vez. Além disso, os softwares utilizados para executar os ambientes virtuais criados com este padrão ainda necessitam de um aperfeiçoamento em suas características,

principalmente na visualização de objetos com textura, que em certos momentos mostram-se distorcidos, e na execução de arquivos sonoros, que em alguns momentos apresenta falhas na sua execução. Apesar destes problemas, este padrão possibilitou a imersão e navegação do usuário dentro da rota virtual, mostrando-se suficiente para atender aos objetivos do projeto.

A estratégia de organização e estruturação dos elementos de trânsito durante a construção da rota virtual na Interface baseou-se em uma estrutura de classes hierarquizada, o que facilitou a manipulação das propriedades destes elementos, mostrando-se uma escolha adequada. Já o ambiente virtual foi estruturado em um conjunto de referências a objetos previamente modelados, contidos em uma biblioteca de elementos em 3D. Este tipo de organização das estruturas tornou o código referente à rota virtual 3D simples e eficaz, auxiliando inclusive na velocidade de execução destas rotas virtuais, mostrando assim ser uma escolha acertada.

O sistema foi avaliado por um grupo de psicólogos, que apresentavam como principal reclamação a carência de softwares para auxílio de tratamento de fobias de direção.

A avaliação deste grupo permitiu a constatação de que a interface, mesmo sendo um protótipo e apresentando limitações (comentadas na seção 6.3), atendeu às expectativas e aspirações destes profissionais, configurando-se como uma ferramenta de fácil adaptação e utilização.

7.2. Trabalhos Futuros

Na medida em que o sistema é desenvolvido, e logo após o seu término, no momento de implantação e apreciação do usuário final, diversas idéias surgem oriundas tanto dos avaliadores do sistema como dos próprios autores, com o objetivo de melhorar as características do sistema, ou adicionar novas funcionalidades a ele. A seguir, são listados alguns ajustes e melhorias consideradas importantes, que poderão ser construídas no futuro:

- **Tráfego de veículos e pedestres no Ambiente Virtual 3D:** o módulo interpretador não mapeia as configurações informadas pelo psicólogo na Interface de Criação de Rotas nos objetos correspondentes do ambiente virtual. Este suporte poderia ser adicionado ao módulo Interpretador, de forma que ele fosse capaz de calcular o formato do percurso desenhado pelo psicólogo para cada uma das regiões da rota automotiva, e então determinar o percurso que os

elementos de tráfego – representado pelos pedestres e outros veículos – devem realizar, além de determinar, segundo as configurações informadas pelo psicólogo, a quantidade destes elementos de tráfego;

- **Precipitações no Ambiente Virtual:** é interessante que um aperfeiçoamento seja aplicado ao algoritmo de geração de precipitações, para que estas possam ser inseridas no ambiente virtual sem comprometer a velocidade de execução do mesmo;
- **Medidas de avaliação do desempenho do paciente:** seria interessante capacitar o sistema a medir e apresentar dados de desempenho do paciente, como a exibição da velocidade média do carro durante o percurso, a quilometragem percorrida, se ele ultrapassou algum limite de velocidade, ou mesmo participou de algum acidente;
- **Biofeedback:** o sistema poderia, sob uma perspectiva mais distante, ser equipado com equipamentos de *biofeedback*, permitindo a medição e exibição da frequência cardíaca, a respiração e o nível de ansiedade do paciente durante o tratamento, o que facilitaria a tomada de decisões por parte do psicólogo a respeito da evolução de seu paciente no tratamento;
- **Melhorias na interface de construção de rotas:** é importante melhorar a dinâmica na representação gráfica dos elementos exibidos na Área de Desenho, através da construção de uma funcionalidade que permita que eles tenham suas representações gráficas alteradas no momento em que o psicólogo altera o valor de suas propriedades. Para algumas propriedades, isso já ocorre, sendo importante estender esta funcionalidade para todas as propriedades. Além disso, pensa-se na inserção de novos elementos, propiciando à rota gerada uma flexibilidade ainda maior na construção das rotas;
- **Adequação do sistema para pessoas que possuem um conhecimento maior de programação computacional:** pode se pensar em adequar o sistema para pessoas com nível intermediário ou avançado em técnicas computacionais, através da criação de uma linguagem em script para construção de rotas, permitindo a estes usuários especificá-las através de arquivos textos. Estes arquivos poderiam se basear em seqüências de tarefas a serem realizadas dentro do cenário virtual, ou em uma descrição textual da organização dos objetos no ambiente;

- **Melhorias no realismo proporcionado pelo ambiente virtual:** para tornar o ambiente virtual mais próximo da realidade é interessante tornar os atores participantes deste cenário mais imprevisíveis, ou mais inteligentes. Desta maneira, pode-se pensar na inserção de pedestres mais ofensivos e descuidados, ou motoristas que realizem manobras arriscadas. Além disso, pretende-se aumentar o realismo no ambiente virtual através da melhoria na qualidade sonora do ambiente. Isto pode ser obtido pela utilização de uma quantidade maior de arquivos sonoros a serem reproduzidos durante o percurso.

Capítulo 8 - Referências Bibliográficas

- [1] ANXIETY DISORDERS, "Anxiety Disorders Association of America", WebSite que oferece informações a respeito de diversos tipos de tratamentos psicológicos, Disponível em <<http://www.adaa.org/GettingHelp/Treatment.asp>>, visitado em Janeiro/2006
- [2] ARCARI, G. M., FERNANDES, A. P. S., FILHO, G. I. R., "Realidade Virtual e Odontologia", Workshop de Informática aplicada à Saúde, Itajaí, 2001
- [3] ATKINSON, R. L., ATKINSON, R. C., SMITH, E. E., BEM, D. J., NOLEN-HOEKSEMA, S., SMITH, C. D., "Introdução à Psicologia de Hilgard", Porto Alegre, ArtMed Editora, 13ª Edição, p.557-559, 2002
- [4] AUTOPW, "AutoPW Automobile/Truck Driving Simulator", WebSite que disponibiliza informações técnicas e um detalhamento do simulador relacionado, Disponível em <<http://www.it.pw.edu.pl/autopw/en/main.html>>, visitado em Janeiro/2006
- [5] BALLONE, G. J., "Medos, Fobias & Outros Bichos", Documento disponível em <<http://www.psiqweb.med.br>>, visitado em Fevereiro/2005
- [6] BERNIK, M. A., LOTUFO-NETO, F., "Transtornos Fóbico-Ansiosos", EDUSP, São Paulo, 1994
- [7] BORALLI, J. A., KATAYAMA, G., GARCIA, F. L., SIMOES, E. D. V., NETTO, A. V., "Sistema Integrado com Biofeedback e Ambientes Virtuais para Tratamento de Fobias", VI Symposium of Virtual Reality, Ribeirão Preto, 2003
- [8] BRANDAO, E. J. R., TRENTIN, M. A. S., LEBEDEFF, T. B., MORTARI, M. I. M., ORO, N. T., PASQUALOTTI, A., "A Realidade Virtual como Proposta de Ensino-Aprendizagem de Matemática para Deficientes Auditivos-RV_PEAMDA", IV Congresso RIBIE, Brasília, 1998
- [9] CARDOSO, A., "Uma arquitetura para elaboração de experimentos virtuais interativos suportados por Realidade Virtual Não-Imersiva", Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 163p, São Paulo, 2002
- [10] CARLIN, A. S., HOFFMAN, H., WEGHORST, S., "Virtual Reality and Tactile Augmentation in the Treatment of Spider Phobia: A Case Study", Behavior Research and Therapy, 35(2), p.153-158, 1997
- [11] CAVE LAB, "Cave Lab Driving Rehabilitation Project", WebSite que disponibiliza informações técnicas e um detalhamento do simulador, Disponível em <<http://bme.hanyang.ac.kr/vr/research/Rehab/rehabdriving.htm>>, visitado em Março/2005

- [12] CID10, "Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde", 10ª Revisão, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999
- [13] CORASSA, N., "Vença o medo de dirigir", Editora Gente, 5º Edição, 152p, Curitiba, 2000
- [14] CORDIOLI, A. V., "Terapia cognitivo-comportamental do Transtorno Obsessivo-Compulsivo", Curso de curta duração ministrado/Extensão, 2005
- [15] CORDIOLI, A. V., TERUCHKIN, B., "Fobias específicas: terapia cognitivo-comportamental", Revista de Psiquiatria do RS, Porto Alegre, v.3, p.214-220, 2000
- [16] CORTEZ, C. M., OLIVEIRA, C. R., "A prática da hipnose e a ética médica", Bioética, v.11, n.1, p.65-82, 2003
- [17] COSTA, R. M. E. M., CARVALHO, L. A. V., "Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva", I Workshop de Realidade Virtual e Visualização Científica do LAMCE, Rio de Janeiro, 2002
- [18] COSTA, R. M. E. M., "Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva de Pacientes Neurológicos e Psiquiátricos", Tese (Doutorado), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000
- [19] CPEM, "Centro de Psicologia Especializado em Medos", Website com informações a respeito dos trabalhos e pesquisas desenvolvidas pela instituição, Disponível em <<http://www.cpemedos.psc.br>>, visitado em Fevereiro/2006
- [20] CROMPTON, J., "Post-traumatic stress disorder and childbirth", NZCOM Journal, v.26, p.17-19, 2002
- [21] DELPHI, "Borland Delphi Homepage", WebSite que disponibiliza informações a respeito da ferramenta, Disponível em <<http://www.borland.com/delphi/>>, visitado em Março/2005
- [22] DIFEDE, J., HOFFMAN, H.G., "Virtual Reality Exposure Therapy for World Trade Center Post-traumatic Stress Disorder: A Case Report", CyberPsychology & Behavior, v.5, n.6, p.529-535, 2002
- [23] DRIVR, "DRIVR Homepage", WebSite que disponibiliza informações técnicas e um detalhamento do software, Disponível em <<http://www.drivr.com>>, visitado em Março/2005
- [24] DSM III R, "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - Third Edition Revised", American Psychiatric Association, 395p, Washington, 1987
- [25] DSM IV, "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - Fourth Edition", American Psychiatric Association, 943p, Washington, 1994

- [26] EL ARABY, M., "Possibilities and Constraints of using Virtual Reality in Urban Design", VII International CORP Symposium, Vienna, 2002
- [27] EMMELKAMP, P. M. G., BRUYNZEEL, M., DROST, L., VAN DER MAST, A. P. G., "Virtual Reality Treatment in Acrophobia: A Comparison with Exposure in Vivo", *Cyberpsychology and Behavior*, v.4, n.3, p.335-341, 2001
- [28] FILHO, J. W. S. C., SOUGEY, E. B., "Transtorno de estresse pós-traumático: formulação diagnóstica e questões sobre comorbidade", *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 23(4), p.221-8, 2001
- [29] FOLEY, J. D., DAM, A. V., FEINER, S. K., HUGHES, J. F., "Computer Graphics: Principles and Practice", 2º ed., EUA, Addison-Wesley Publishing Company, 1996
- [30] GAGGIOLI, A., "Using Virtual Reality Technology in Experimental Psychology", *Towards Cyberpsychology: Mind, Cognition and Society in the Internet Age*, IOS Press, Amsterdam, 2001
- [31] GALOVSKI, T.E., VEAZEY, C., "Surviving the Crash: Stress Reactions of Motor Vehicle Accident Victims", Documento disponível em <<http://www.giftfromwithin.org/html/crash.html>>, visitado em Março/2005
- [32] GONCALVES, A., MENDES, A. J., "Realidade Virtual na Reconstrução de Ambientes Históricos: O Fórum Flaviano de Conimbriga", III Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação - 5º Simpósio Internacional em Informática Educativa, Braga, 2003
- [33] GRILO, L., MONICE, S., SANTOS, E.T. MELHADO, S., "Possibilidades de Aplicação e Limitações da Realidade Virtual na Arquitetura e na Construção Civil", *Anais do II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade do Trabalho no Ambiente Construído (SIBRAGEQ2001)*, Fortaleza, 2001
- [34] GRVA, "Grupo de Realidade Virtual Aplicada", WebSite que disponibiliza informações e trabalhos realizados pelo grupo, Disponível em <<http://www.lamce.ufrj.br/grva/>>, visitado em Fevereiro/2006
- [35] HARRISON, W. A., "Serious Psychological Consequences of Crash Involvement", Australian Road Safety Research, Enforcement and Education Conference, Canberra, 1999
- [36] HASSAN, E. B., "Laboratório Virtual 3D para ensino de Redes de Computadores", XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro, 2003
- [37] HERMOSILLA, L. G., NUNES, F. L. S., RODELLO, I. A., SEMENTILLE, A. C., BREGA, J. R. F., "Geração Dinâmica e Manipulação de Estruturas de Feto Utilizando Realidade Virtual não Imersiva", *Anais do VII Symposium on Virtual Reality (SVR2004)*, p.195-206, São Paulo, 2004

- [38] HODGES, L., ANDERSON, P., BURDEA, G., HOFFMAN, H., ROTHBAUM, B., "Treating Psychological and Physical Disorders with VR.", IEEE Computer Graphics and Applications, invited article, p.25-33, 2001
- [39] HODGES, L. F., ROTHBAUMB, B. O., WATSONA, B. A., KESSLERA, G. D., OPDYKEG, D., "Virtual Reality Exposure for Fear of Flying Therapy", IEEE Computer Graphics & Applications, 16,6 , p.42-49, 1996
- [40] HUAPAYA, L. V. M., "Hipnotismo y Psicoterapia de las Fobias", Revista de Neuro-Psiquiatria, n.63, p.37-51, 2000
- [41] ICOM, "ICOM XML Parser", WebSite que disponibiliza o componente para manipulação de estruturas XML, Disponível em <<http://www.icom-dv.de/>>, visitado em Janeiro/2006
- [42] JAVA3D, "Sun's Java3D Homepage", WebSite que disponibiliza informações a respeito da biblioteca Java3D, bem como download de seus componentes, Disponível em <<http://java.sun.com/products/java-media/3D/>>, visitado em Fevereiro/2006
- [43] KIRNER, C., "Sistemas de Realidade Virtual", Apostila publicada pelo Departamento de Computação da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997
- [44] KISS, B., SZIJÁRTÓ, G., BENEDEK, B., SIMON, L., CSUKLY, G., TAKÁCS, B., "CyberTherapy: Applications of Virtual Reality and Digital Humans in Clinical Psychology", Második Magyar Számítógépes Grafika és Geometria Konferencia, Budapest, 2003
- [45] KNIJNIK, D. Z., KRUTER, B., CORDIOLI, A. V., KAPCZINSKI, F., "Tratamento Farmacológico da Fobia Social: diretrizes e algoritmo", Documento disponível em <<http://www.ufrgs.br/psiq/textos2.html>>, visitado em Janeiro/2006
- [46] LANYI, C. S., SIMON, V., SIMON, L., LAKY, V., "Using virtual public transport for treating phobias", V International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies, Oxford, 2004
- [47] MACHADO, L. S., "A realidade Virtual no Modelamento e Simulação de Procedimentos Invasivos em Oncologia Pediátrica: Um estudo de Caso no Transplante de Medula Óssea", Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 116p, São Paulo, 2003
- [48] MACHADO, L. S., "Conceitos Básicos da Realidade Virtual", Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE-5975-PUD/025, Monografia, São José dos Campos, 1995
- [49] MANFRO, G. G., "Transtorno do pânico. In: Cordioli AV et al. Psicofármacos: consulta rápida", 2º Edição, p.279-283, Porto Alegre, 2000

- [50] MAUCH, G. H., "Superação de fobias através do uso de realidade virtual", Trabalho de conclusão da disciplina de Tópicos de Realidade Virtual, Porto Alegre, 2002
- [51] MESTRE, M., CORASSA, N., "Síndrome do Carro na Garagem Fobia ou Perfeccionismo? (Análise Funcional e Plano terapêutico)", Sobre Comportamento e Cognição, ESETec, v.8, p.1-13, Santo André, 2001
- [52] MORRIS, C. G., MAISTO, A. A., "Introdução à Psicologia", São Paulo, Prentice Hall, 6ª Edição, p.438-447, 2004
- [53] MYERS, D., "Introdução à Psicologia Geral", São Paulo, LTC Editora, 5ª Edição, p.345-351, 1999
- [54] NETO, F. L., "Escala para avaliação de fobias", Revista de Psiquiatria Clínica, v.25, n.6, ISSN 0101-6083, 1998
- [55] NETTO, A. V., MACHADO, L. S., OLIVEIRA, M. C. F., "Realidade Virtual: Definições, Dispositivos e Aplicações", Revista Eletrônica de Iniciação Científica da SBC, Ano II v.II, n.2, ISSN 1519-8219, 2002
- [56] NORTH, M. M., NORTH, S. M., COBLE, J. R., "Virtual reality therapy: An effective treatment for psychological disorders", In: RIVA, G., "Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology", IOS Press, Amsterdam, c.3, 1999
- [57] NOURI, B., "VR Exposure Therapy for Phobias", IMfgE at Wichita State University, Wichita, 2004
- [58] PERUZZA, A. P. M., ZUFFO, M. K., "Análise da Contribuição da Realidade Virtual para a Educação através do Sistema ConstruíRV", Anais do VII Symposium on Virtual Reality (SVR2004), p.265-276, São Paulo, 2004
- [59] REMOR, E. A., "Psychological Treatment of the Fear of Flying based on Cognitive Model: A Case Study", Psicologia Reflexão e Crítica, a.13, v.13, n.1, ISSN 0102-7972, Porto Alegre, 2000
- [60] RODELLO, I., SAKAI, R. K., MANOEL, E. F., "Um Ambiente Virtual para Auxiliar o ensino de Química em escolas de Ensino Fundamental", VII Workshop de Informática na Educação no XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Florianópolis, 2002
- [61] ROMANO, D., BROGNI, A., STEED, A., SLATER, M., "Progress Report: Agoraphobia Research", 2nd EQUATOR Conference, Careys Manor, Brockenhurst, United Kingdom, 2002
- [62] SANT'ANA, V. L. P., "A Psicoterapia Analítico-Comportamental", VI Semana de Psicologia da UEM: Subjetividade e Arte, Maringá, Anais p.14-18, 2004

- [63] SCHULTHEIS, M. T., MOURANT, R. R., "Virtual Reality and driving: The road to better assessment of cognitively impaired populations.", Presence: Teleoperators and Virtual Environments 10:4, p.436-444, 2001
- [64] SIMUSYS, "SIMUSYS Homepage", WebSite que disponibiliza informações técnicas e um detalhamento do simulador, Disponível em <<http://laimuz.unizar.es/simusys/>>, visitado em Janeiro/2006
- [65] SONG, W., OU, S., "Using virtual reality modelling to improve training techniques", International Conference on Educational Uses of Communication and Information Technologies, Beijing, 2000
- [66] STANNEY, K. M., MOURANT, R. R., KENNEDY, R. S., "Human Factors Issues in Virtual Environments: A Review of the Literature", Presence: Teleoperators and Virtual Environments, v.7, i.4, p.327-351, 1998
- [67] STISIM, "STISIM Drive Homepage", WebSite que disponibiliza informações técnicas e um detalhamento do simulador, Disponível em <<http://www.systemstech.com/content/view/23/39/>>, visitado em Fevereiro/2006
- [68] VIZX3D, "VizX3D Homepage", WebSite que disponibiliza o software VizX3D, juntamente com suas especificações, Disponível em <<http://www.vizx3d.com/>>, visitado em Janeiro/2005
- [69] VRML97, "VRML- The Virtual Reality Modeling Language-International Standard ISO/IEC 14772-1:1997", WebSite que disponibiliza todas as regras de especificação das estruturas do padrão VRML, Disponível em <<http://tecfa.unige.ch/guides/vrml/vrml97/spec/>>, visitado em Janeiro/2006
- [70] WAUKE, A. P., COSTA, R. M., CARVALHO, L. A., "O Uso de Realidade Virtual no Tratamento de Fobias Urbanas", I Workshop de Realidade Virtual e Visualização Científica do LAMCE, Rio de Janeiro, 2002
- [71] WAUKE, A. P., COSTA, R. M., CARVALHO, L. A. "VESUP: O Uso de Ambientes Virtuais no Tratamento de Fobias Urbanas", CBIS2004-IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, Ribeirão Preto, 2004
- [72] WEB3D, "Web 3D Consortium", WebSite que disponibiliza informações a respeito do padrão X3D, Disponível em <<http://www.web3d.org>>, visitado em Janeiro/2006

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)