

Eliéser Lourega Pletsch

**Modelagem de Percepção de
Humanos Virtuais Baseada em
Dados Geométricos e Ray-Casting**

Dissertação submetida à avaliação como
requisito parcial para a obtenção do grau
de Mestre em Computação Aplicada

Orientador(a):
Soraia Raupp Musse

São Leopoldo
2006

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa, Ana Cristina, aos meus pais, Nelson e Dalva, ao meu irmão Vinícius por me darem a força necessária para eu finalizar este trabalho, além do apoio financeiro. Não posso esquecer também do meu garotinho Mateus, que da maneira dele, me deu muita força. Em especial para a Ana por me incentivar e me dar bronca quando eu “esquecia” que tinha trabalhos para fazer e pelos meus “ranços” de brabo quando algo não dava certo.

Também tenho de agradecer a todos os meus familiares que de alguma maneira me ajudaram me dando força e confiança, além dos meus colegas da Escola da URI, Diretora Denise, Cristiano, Eloá, Lana, Maria Inêz, Lorete, Deva, Ana Letícia, Gilvete, Ricardo, Fernanda, Jeize, Rosane, Rodrigo, Janete, Viviana e todos os outros que de alguma forma, sendo me substituindo, me apoiando e incentivando, também fizeram parte deste trabalho.

A minha orientadora, “que paciência”, não foi fácil para ela me orientar, ela aqui em São Leopoldo e eu distante seiscentos quilômetros em Santo Ângelo. Obrigado por tudo, pelos puxões de orelha, pela dedicação, pela orientação, pelas horas lendo o meu trabalho, o meu muito obrigado.

Ao pessoal da Unisinos, meus colegas que sempre que podiam me davam uma força – Cercatto, Mineiro, Salsicha, Ricardo, Júlio, Glauco -, meus professores e em especial para a secretária Rejane que com muita calma conseguiu arrumar aqueles horários para eu poder vir e frequentar o curso, além de tirar as minhas dúvidas sempre que eu precisava.

Aos meus alunos que de uma forma ou outra colaboraram comigo em muitos momentos, além de aturar a minha “brabeza” em alguns momentos, vinculadas ao mestrado.

Ao pessoal do laboratório CROMOS, que me ajudaram de alguma maneira no desenvolvimento do trabalho e conseqüentemente a chegar até aqui.

RESUMO

Este trabalho apresenta um modelo de percepção de dados não visíveis (por exemplo, olfativas e auditivas) para humanos virtuais baseado em informações puramente geométricas existentes em ambientes virtuais. Esta proposta procurou contextualizar vários tópicos de pesquisa no que diz respeito a agentes autônomos em ambientes virtuais e suas capacidades de percepção. Procurou-se, através da área da visão sintética, encontrar métodos que pudessem ser generalizados para que outros sentidos pudessem ser simulados. O objetivo principal deste modelo é possibilitar que o agente possa identificar diferentes ocorrências de eventos dentro de um ambiente virtual, no que diz respeito às informações não necessariamente visuais, como por exemplo, a presença de cheiros ou barulhos. Para o modelo, foram buscados métodos que proporcionem um bom desempenho computacional e que sejam facilmente generalizados e implementados de maneira a prover métodos de percepção a multidões de humanos virtuais.

Palavras-chave: Humanos virtuais, agentes autônomos, visão sintética, olfato sintético, percepção.

ABSTRACT

This work presents a perception data model which deals with not visible information (such as hearing and smelling). This model is based on geometric information that exists in the virtual environment. This proposal also identifies several research topics related to autonomous agents in virtual environments and their perception abilities. Investigations in synthetic vision area allows to find methods that could be generalized in order to be used for other sensors. Therefore, the main objective of this model is to allow to the agents the possibility of identifying different events, into a virtual environment, not necessarily visual data. For instance, the presence of smell and noise. In addition, we propose methods which aims to provide a good computational performance and which can be generalized and implemented in a way that they can provide the perception methods to virtual human beings.

KeyWords: Virtual human being, autonomous agents, synthetic vision, synthetic smell, perception.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Os sentidos do corpo humano (BARROS; PAULINO, 2000)	14
Figura 2: O olho humano	15
Figura 3: Divisão da orelha humana (VILELA, 2005).....	17
Figura 4: O contato humano – Tato (ALVES, 2005)	17
Figura 5: O olfato humano	19
Figura 6: Modelo de atenção probabilístico (HORVITZ et al., 2003)	21
Figura 7: Exemplo de humanos virtuais (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999) 22	
Figura 8: Arquitetura BDI (adaptada de [WOOLDRIDGE, 1999]).....	23
Figura 9: Estrutura do simulador de multidões (EVERS; MUSSE, 2002)	24
Figura 10: Caminhos principais de dados e controle para um agente autônomo (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999)	26
Figura 11: Visão da cena virtual através de dois filtros distintos de percepção (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999)	27
Figura 12: Combinação do campo do filtro da vista com um detector do tipo cubo (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999)	28
Figura 13: Atriz sintética jogando tênis (THALMANN, 1995).....	29
Figura 14: A seqüência da imagem da retina do olho esquerdo da visão dos peixes ativos enquanto detecta e persegue o seu alvo (TERZOPOULOS; RABIE, 1997)	30
Figura 15: Arquitetura do sistema de percepção (NOSER; THALMANN, 1995)	32
Figura 16: Modelo de Peters e O’Sullivan (PETERS; O’ SULLIVAN, 2003).....	36
Figura 17: Exemplo dos objetos vistos na perspectiva do agente no modelo de Peters e O’Sullivan em execução (PETERS, C.; O’ SULLIVAN, 2002)	37
Figura 18: Arquitetura do modelo de humanos virtuais perceptivos	40
Figura 19: Ilustração do modelo para o método de percepção.....	41
Figura 20: Técnica de ray-casting (SEIXAS et al., 1994)	42
Figura 21: Algoritmo de ray-casting (PAIVA; SEIXAS; GATTASS, 1999)	43
Figura 22: Exemplo do campo de visão	43
Figura 23: Definição dos tipos de foco de atenção	46
Figura 24: Tipos de focos atencionais utilizados no protótipo.....	47

Figura 25: Imagens com diferentes focos de atenção e média de cores < 0.2 – (a) Posição do agente, (b) Foco=0, (c) Foco=1, (d) Foco=2, (e) Foco=3, (f) Foco=4, (g) Foco=5	50
Figura 26: Imagens com diferentes focos de atenção e média de cores ≥ 0.2 e < 0.5 – (a) Posição do agente, (b) Foco=1, (c) Foco=2, (d) Foco=3, (e) Foco=4, (f) Foco=5	51
Figura 27: Imagens com diferentes focos de atenção e média de cores ≥ 0.5 – (a) Posição do agente, (b) Foco=3, (c) Foco=4, (d) Foco=5	52
Figura 28: Protótipo com posicionamento dos itens da interface	56
Figura 29: Interface do protótipo	58
Figura 30: Foto do ambiente onde são realizadas as simulações	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de cores de acordo com o foco atencional.....	48
Tabela 2: Média das cores da imagem: > 0 e < 0.2	49
Tabela 3: Média das cores da imagem: ≥ 0.2 e < 0.5	50
Tabela 4: Média das cores da imagem: ≥ 0.5	52
Tabela 5: Exemplo de dados obtidos ao final de 5 simulações possíveis.....	55
Tabela 6: Numero de amostras por segundo a partir do foco de atenção	57
Tabela 7: Estudo de caso 1 - (a) Foco=0, (b) Foco =1	61
Tabela 8: Estudo de caso 2 – (a) Foco=0, (b) Foco=1, (c) Foco=2, (d) Foco=3, (e) Foco=4, (f) Foco=5	64
Tabela 9: Estudo de caso 3 – (a) Foco=4, (b) Foco=5	66
Tabela 10: Estudo de caso 4	67
Tabela 11: Estudo de caso 5 – (a) Foco=3, (b) Foco=4, (c) Foco=5	69
Tabela 12: Estudo de caso 6 – (a) Foco=2, (b) Foco =3, (c) Foco=4, (d) Foco=5.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS

AIFF – Formato de Arquivo para Troca de Áudio (*Audio Interchange File Format*),

AVA - Agentes Virtuais Autônomos (*Autonomous Virtual Agents*),

BDI – Crenças, Desejos, Intenções (*Belief, Desire, Intention*)

DLA - Autômatos Locais de Deslocamento (*Displacement local automata*)

DPA - Dados Percebidos pela Audição

DPO - Dados Percebidos pelo Olfato

DPV - Dados Percebidos pela Visão

VE - Ambiente Virtual (*Virtual Environment*)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo Geral.....	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 A Percepção Humana	13
2.1.1 Visão	15
2.1.2 Audição.....	16
2.1.3 Tato	17
2.1.4 Olfato	18
2.1.5 Foco Atencional.....	19
2.2 Humanos Virtuais	22
2.2.1 Percepção dos Humanos Virtuais	25
2.2.2 Modelos Integrados de Atenção, Percepção e Ação	33
3 MODELO	39
3.1 Arquitetura do Modelo	39
3.2 Ray-Casting para Percepção	42
3.3 Diferentes Focos de Atenção	45
3.4 Reação dos Agentes.....	53
3.5 Ambiente de Simulação	55
4 RESULTADOS EXPERIMENTAIS	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	73
REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente evolução de aplicações que contenham ambientes virtuais povoados em tecnologias digitais como simulações interativas e jogos, muitas vezes é interessante que os humanos virtuais sejam perceptivos, sendo assim capazes de perceber o mundo virtual e reagir a este. Com isso cada vez mais se torna necessário uma especialização maior desses atores sintéticos, como a percepção através da visão, do olfato, e da audição.

Este trabalho surgiu da necessidade de se simular agentes perceptivos, com aplicações em simulações de humanos virtuais, especificamente focadas para simulações de emergência. O Laboratório CROMOS¹ vem trabalhando com simulações de emergência envolvendo humanos virtuais desde sua criação em 2000. No entanto, os humanos não possuem habilidades perceptivas como visão ou audição. Eles se movem baseados nas informações existentes nas estruturas internas do sistema, que são compartilhadas por todos os agentes.

Sendo os agentes capazes de perceber o mundo diferentemente, as suas reações também poderão ser simuladas de maneira individualizada. Por exemplo, agentes que dormem podem levar mais tempo para reagir ao cheiro de fumaça, do que agentes acordados. Propor um modelo que trate sensores genéricos em agentes virtuais é o principal objetivo deste trabalho.

¹ Site: <http://www.inf.unisinos.br/~cromoslab>

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

A principal motivação deste trabalho é a possibilidade de individualizar a reação dos agentes fazendo com que eles percebam o mundo de maneira também individualizada.

Para este modelo procurou-se identificar as principais características da percepção humana, e quais as habilidades que poderiam ser simuladas, assim como, os principais modelos existentes na literatura. Buscou-se assim propor uma maneira eficaz de resolver o problema de prover habilidades de percepção a agentes ambientados em mundos virtuais, sem comprometer o desempenho computacional.

O objetivo principal do trabalho é a criação de um modelo de percepção de dados não visuais para humanos virtuais que possam assim identificar as ocorrências de eventos no ambiente, não dependendo somente da visão, como habilidade principal, para identificar as mudanças que nele ocorrem.

1.1.2 Objetivos Específicos

No intuito de realizar este trabalho estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um modelo de percepção dos agentes para dados não visuais

- Desenvolver um modelo de reação dos agentes
- Implementar o modelo
- Realizar avaliação e testes

No capítulo seguinte serão apresentados alguns trabalhos considerados importantes na área de computação e simulação de humanos virtuais. Também será mostrada uma visão geral sobre visão sintética e outros sentidos humanos focados na área de animação computacional. No capítulo 3 é descrito o modelo de percepção olfativa para humanos virtuais, proposto neste trabalho. No capítulo 4 serão mostrados alguns resultados obtidos das simulações realizadas a partir do protótipo desenvolvido. Finalmente, no capítulo 5 são mostradas as conclusões e sugestões para aperfeiçoamentos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo destina-se a mostrar vários trabalhos relacionados a humanos virtuais, desenvolvimento de suas percepções e outros tópicos relacionados ao trabalho. Buscou-se, também identificar e caracterizar o que são humanos virtuais, além de encontrar aspectos relevantes quanto as suas habilidades inerentes de percepção em relação ao ambiente simulado. Estabeleceu-se também uma conexão no que diz respeito ao foco de atenção e como ele pode influir na percepção.

As seções a seguir apresentam pesquisas nas áreas de humanos virtuais, habilidades de percepção (sentidos) e foco atencional. Na próxima seção introduz-se brevemente os sentidos humanos.

2.1 A Percepção Humana

Seres humanos podem receber informação sensorial do ambiente, o qual pertencem, a partir de seus cinco sentidos: visão, audição, tato, olfato e paladar. Tem-se que percepção é a combinação das sensações capturadas pelos sensores com a interpretação feita pelo cérebro, possibilitando ao ser humano extrair conhecimento do ambiente.

Os sentidos fundamentais do corpo humano - visão, audição, tato, gustação ou paladar e olfato (Figura 1) - constituem as funções que propiciam o relacionamento do corpo humano com o ambiente. Por meio dos sentidos, o corpo pode perceber muita coisa que o rodeia, contribuindo para a sua sobrevivência e integração com o ambiente em que vive.

No contexto deste trabalho deixou-se de fora o paladar, dando maior ênfase aos outros sentidos do corpo humano. Na verdade o modelo aqui proposto visa tratar genericamente os sensores dos humanos virtuais, com exceção do paladar. As próximas seções descrevem alguns detalhes sobre os sentidos.

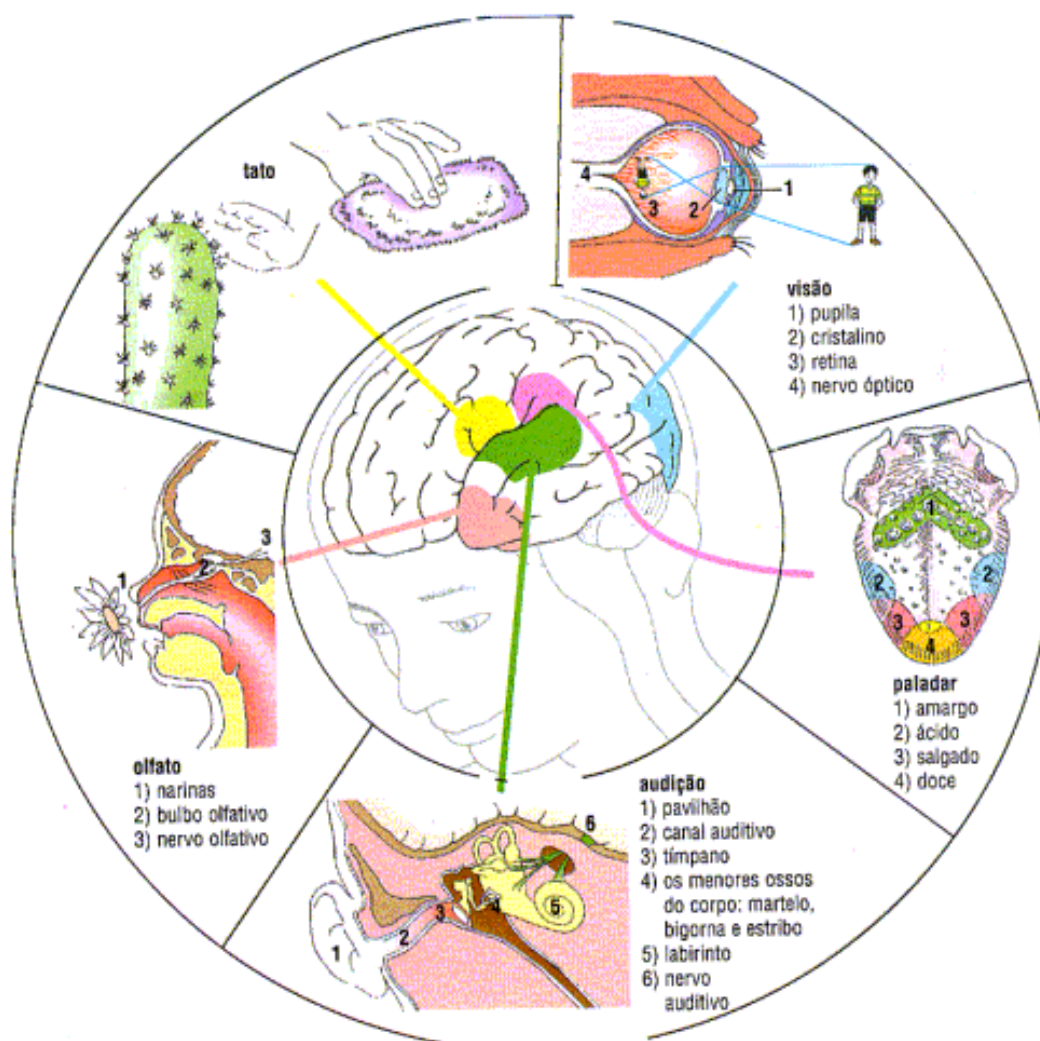


Figura 1: Os sentidos do corpo humano (BARROS; PAULINO, 2000)

2.1.1 Visão

O olho (Figura 2) é o responsável pelo sentido da visão.

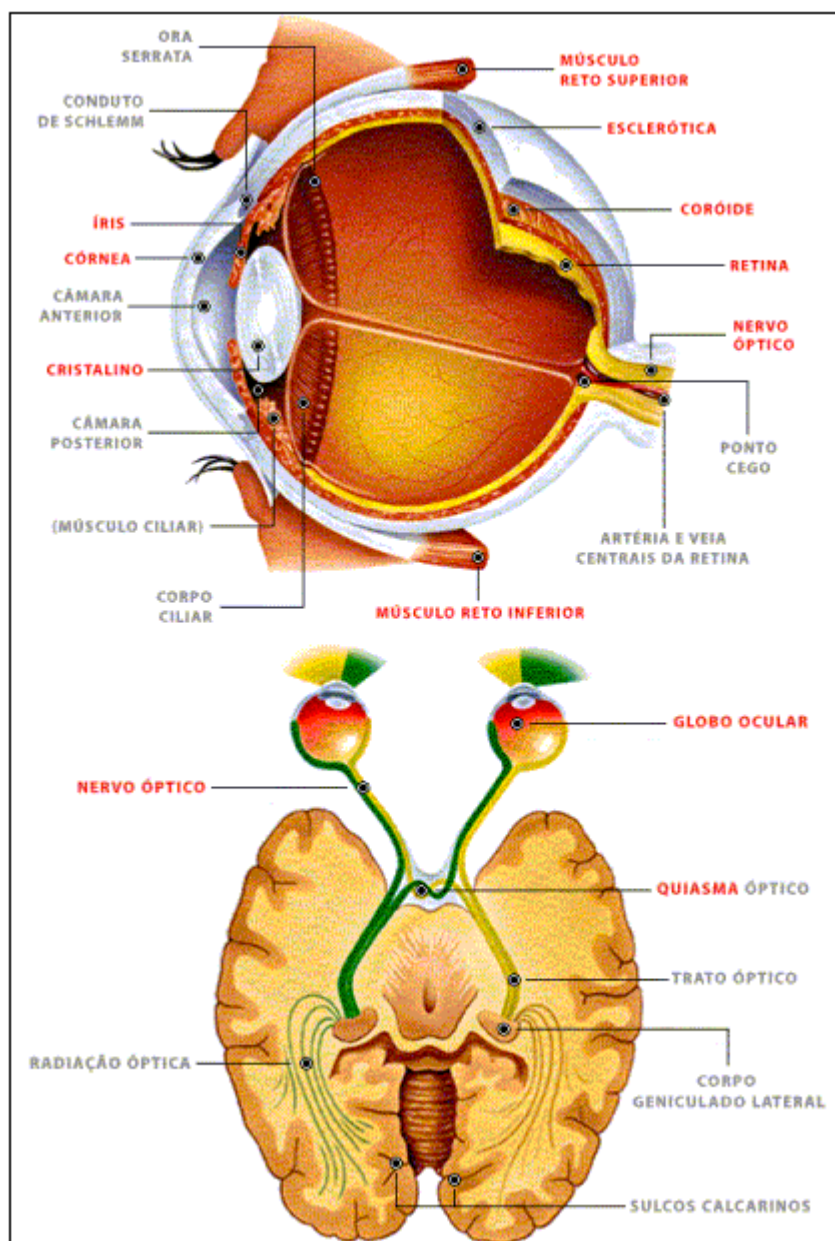


Figura 2: O olho humano

Segundo Loeff (LOEFF, 2005) a sensação visual é dada quando a luz chega à retina e estimula a camada de cones e bastonetes, que originam ondas elétricas que se transmitem pelo nervo óptico. O nervo óptico entra no cérebro e dirige-se à

região responsável pela visão onde se processa o fenômeno de "formação das imagens". Cada olho recebe e envia ao cérebro uma imagem, no entanto, vemos os objetos como um só, devido a capacidade de fusão das imagens em uma só. A visão binocular (com os dois olhos) nos dá um maior campo visual e noção de profundidade.

Os olhos são responsáveis pelo sentido da visão. Ao interpretar imagens tridimensionais, pode-se obter uma série de informações importantes, tais como a identificação de objetos, a estimativa de sua posição e de seu tamanho, calcular o momento de futuras colisões, entre outras. O mesmo tipo de percepção deve ser obtido pelos agentes, de maneira artificial, a fim de que possam reagir adequadamente.

2.1.2 Audição

A audição humana compreende vários níveis que, em conjunto, permitem a percepção de vibrações sonoras ambientais. Pode-se dizer que o sistema de audição humano é um dos mais complexos e sofisticados mecanismos de transdução existentes na natureza. Sua gama dinâmica é enorme, sua capacidade de extrair informação do meio ambiente é muito apurada e sua capacidade de síntese da informação terminou permitindo que fosse usado para fins muito alheios e distantes daqueles a que estava destinado, como, por exemplo, ouvir música (MIROL, 2002).

O som é produzido por ondas de compressão e descompressão alternadas do ar. As ondas sonoras propagam-se através do ar exatamente da mesma forma que as ondas propagam-se na superfície da água. A captação do som (Figura 3), sua percepção e interpretação é uma seqüência de transformações de energia, iniciando pela sonora, passando pela mecânica, hidráulica e finalizando com a energia elétrica dos impulsos nervosos que chegam ao cérebro.

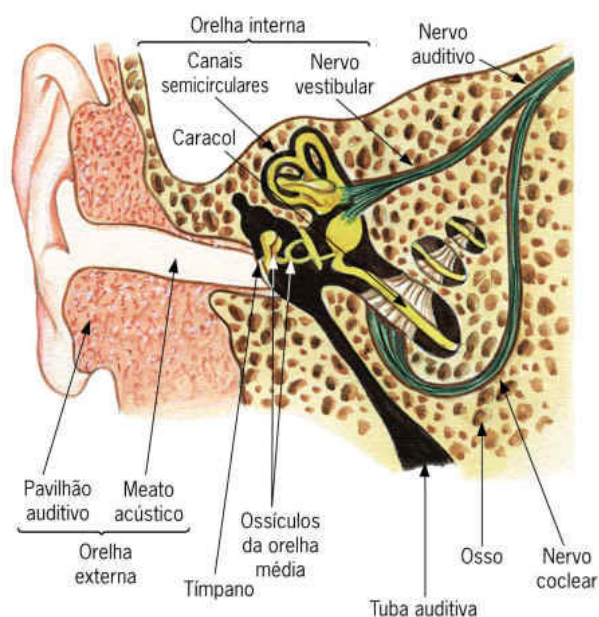


Figura 3: Divisão da orelha humana (VILELA, 2005)

Os ouvidos são os órgãos responsáveis pelo sentido da audição. A audição permite localizar objetos no espaço, especialmente quando se movem. Isto ocorre, porque os sinais sonoros em um ambiente 3D possuem também uma direção de propagação, a qual é captada pelos sensores auditivos.

2.1.3 Tato

Diferentemente de todos os outros sentidos, o tato (Figura 4) só é ativado quando tocamos o objeto. Milhares de células entram em ação para nos informar se é algo quente ou frio, áspero ou macio, fofo, seco ou úmido.



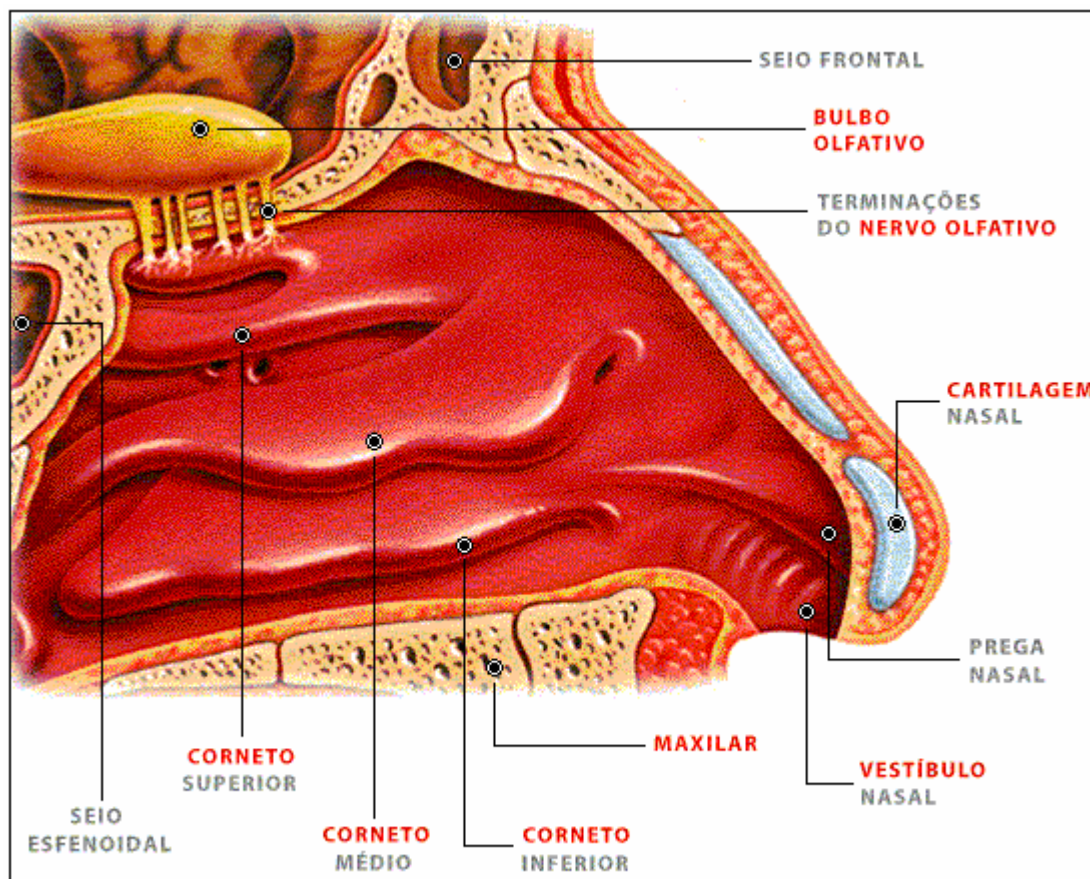
Figura 4: O contato humano – Tato (ALVES, 2005)

Segundo Carneiro (CARNEIRO, 2005), por toda a pele do corpo humano existem terminações nervosas livres e terminações nervosas fechadas dentro dos chamados corpúsculos táteis. Há vários tipos de corpúsculos táteis, específicos para diferentes impressões. A sensibilidade tátil pode ser definida como a sensação originada pelo leve contato do algodão com a pele. A polpa dos dedos percebe, em média, cerca de seis impressões táteis de uma só vez.

2.1.4 Olfato

O olfato (Figura 5) é o sentido que nos permite sentir os odores. As substâncias têm cheiro quando desprendem partículas que, levadas pelo ar, impressionam as terminações das células nervosa olfativa, localizadas na região superior da mucosa que reveste as fossas nasais. Estimuladas, as células olfativas transmitem impulsos nervosos ao nervo olfativo, que, por sua vez, os transmite à área cerebral responsável pela olfação. (CARNEIRO, 2005)

Segundo Vilela (VILELA, 2005), o olfato tem importante papel na distinção dos alimentos. Enquanto mastigamos, sentimos simultaneamente o paladar e o cheiro. Do ponto de vista adaptativo, o olfato tem uma nítida vantagem em relação ao paladar: não necessita do contato direto com o objeto percebido para que haja a excitação, conferindo maior segurança e menor exposição a estímulos lesivos.



Enciclopédia Multimídia do Corpo Humano - Planeta De Agostini - Ed. Planeta do Brasil Ltda.

Figura 5: O olfato humano

2.1.5 Foco Atencional

O foco atencional é um dos aspectos importantes neste trabalho. Segundo Ballone (BALLONE, 1999), o aspecto para o qual se dirige a atenção é chamado de alvo (perceptual e motor), por isso e apropriadamente, pode-se fazer uma analogia didática do focalizar da consciência com um alvo de tiro. O elemento que, em dado momento, constitui o objeto de nossa atenção, ocupa sempre o ponto central do campo da consciência. O centro desse alvo perceptual corresponde ao grau máximo de consciência e é denominado foco da atenção, tudo o que é focal é percebido com atenção em seu redor, porém, existem outros objetos ou fenômenos psíquicos, os

quais, sem ter abandonado o campo da consciência, deixam de ser objeto de atenção.

Ballone estabelece que em dado momento, o elemento que constitui o objeto de nossa atenção, ocupa sempre o ponto central do campo da consciência, portanto, nossa capacidade para concentrar a atividade da consciência em uma só coisa acaba, forçosamente, excluindo total ou parcialmente as demais. Entre as partes deste conjunto composto pela consciência, subconsciente e inconsciente não é possível estabelecer limites de nítidos.

Outro ponto importante descrito por Ballone é no que diz respeito ao aspecto temporal da atenção, onde sabe-se que a duração de um determinado foco de atenção é breve. Existe constante passagem da atenção de uma parte da realidade para outra e isso se dá por várias razões. De um lado, existe na atenção, como em todos os processos psicológicos, uma forma de saciedade. Esta saciedade tende a inibir a continuidade de atenção em determinada direção, como se a pessoa estivesse continuamente em busca de novidades perceptivas. Outra razão para a passagem da atenção de uma parte da realidade para outra é obtenção de uma certa organização perceptual. É difícil ou impossível, por exemplo, organizar o todo a ser percebido com um único olhar. É preciso passos sucessivos de exploração para que cada parte ou aspecto seja fixado por sua vez.

Para Ballone (BALLONE, 1999) a passagem da atenção de uma parte da realidade para outra é a limitação da quantidade de material que pode ser incluída no foco de atenção, em cada momento considerado, pois o ser humano pode apreender apenas uma proporção limitada da realidade. Uma forma de estudar o problema do alcance máximo do foco de atenção é através da análise da amplitude da apreensão - se refere ao número máximo de objetos que podem ser percebidos imediatamente. Para concluir, Ballone comenta que a atividade mental consiste num vaivém perpétuo de focalizações da atenção em acontecimentos interiores, em sensações, em sentimentos, em idéias e em imagens mentais que se associam ou se repelem, segundo as leis do dinamismo psíquico. Em função da atividade predominante, distinguem-se três tipos principais de atenção: sensorial, motora e intelectual.

Em Kastrup (KAUSTRUP, 2004) tem-se que a atenção é passageira, muda constantemente de foco e é sujeita ao esgotamento em frações de segundos. Segundo Kastrup (KAUSTRUP, 2004), quando se procura descrever como a atenção funciona nos dias atuais, o primeiro aspecto que sobressai é uma acentuada dispersão, que resulta da mudança constante do foco da atenção. Outro ponto importante ligado à atenção é a dispersão que consiste num repetido deslocamento do foco atencional, o que impossibilita a concentração, a duração e a consistência da experiência.

Em Horvitz (HORVITZ et al., 2003) destaca-se que a atenção é importante na conversação para determinar quando falar ou escutar, e é crítica em detectar quando uma conversação está progredindo. Como destacado em seu trabalho, Horvitz (HORVITZ et al., 2003) utiliza um sistema que possui um modelo de atenção (Figura 6) que utiliza sensores para receber a entrada de mensagens, e fornecer a informação sobre a atenção do usuário, a posição, e a situação total.

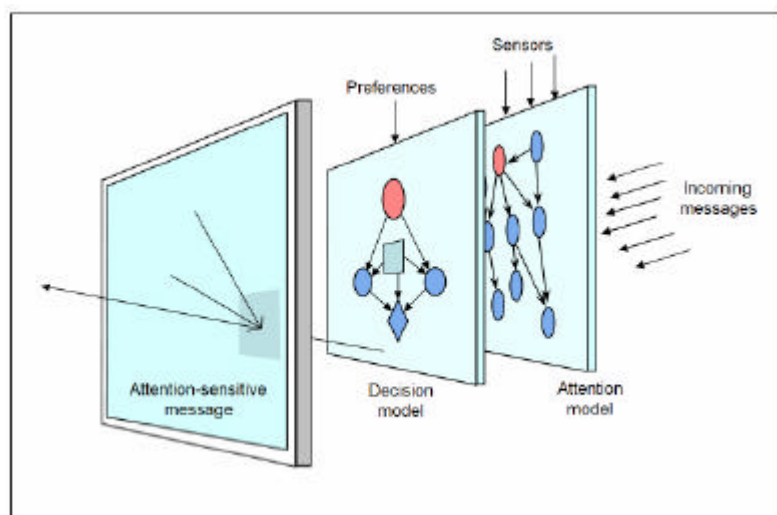


Figura 6: Modelo de atenção probabilístico (HORVITZ et al., 2003)

2.2 Humanos Virtuais

O tratamento realista de humanos virtuais requer o uso de agentes perceptivos, capazes de sentir o mundo através de sensores virtuais e de interpretar os sinais recebidos, gerando conhecimento acessível a processos internos de raciocínio e de tomada de decisões.

Segundo Noser et al (NOSER et al., 1995) humanos virtuais (Figura 7) podem ser considerados modelos computacionais, usados tanto como substitutos para pessoas reais em avaliações funcionais ou ergonômicas de projetos em computador, quanto para embutir, em tempo real, representações de participantes reais em ambientes virtuais. Se necessário, humanos virtuais podem apresentar uma aparência bastante realista, baseada em princípios fisiológicos e biomecânicos.



Figura 7: Exemplo de humanos virtuais (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999)

Restrições funcionais podem ser aplicadas a eles, a fim de que seus movimentos satisfaçam as limitações humanas. Além disso, ao invés de ficarem restritos a movimentos previamente definidos, humanos virtuais são capazes de comportar-se de forma autônoma e inteligente em ambientes dinâmicos, podendo apresentar até mesmo individualidades e personalidades (BADLER et al., 1999).

Em aplicações como jogos ou na produção de animação, humanos virtuais podem ser utilizados como atores sintéticos. Um ator sintético, também chamado virtual ou digital, é definido como um ator autônomo, com aparência humana e completamente gerada por computador (NOSER; THALMANN, 1995). Aplicações desse tipo requerem humanos virtuais autônomos e inteligentes, com capacidade de adaptação, percepção e memória. Além disso, para prover realismo, eles devem estar aptos a agir livremente e se expressar emocionalmente, além de poderem ser conscientes e imprevisíveis (THALMANN; NOSER, 1999).

Existem diversas arquiteturas disponíveis para planejar e implementar agentes, desde os reativos até os cognitivos. Os agentes reativos são muito simples e não possuem representação do ambiente nem do seu conhecimento, ficando esta representação implícita em suas regras de comportamento. Os agentes cognitivos, ao contrário, mantêm uma representação explícita de seu ambiente e dos outros agentes presentes no sistema, têm memória do passado, podem comunicar-se diretamente e possuem um mecanismo de controle deliberativo, ou seja, raciocinam para decidir os objetivos a alcançar, os planos a seguir e as ações a executar (ÁLVARES; SICHMAN, 1997).

Uma das arquiteturas utilizadas para implementar agentes é a Arquitetura BDI (*Belief, Desire, Intention*) as quais são um tipo particular de agente cognitivo, possuindo atitudes mentais como crenças, desejos e intenções (Figura 8) (RAO; GEORGEFF, 1995).

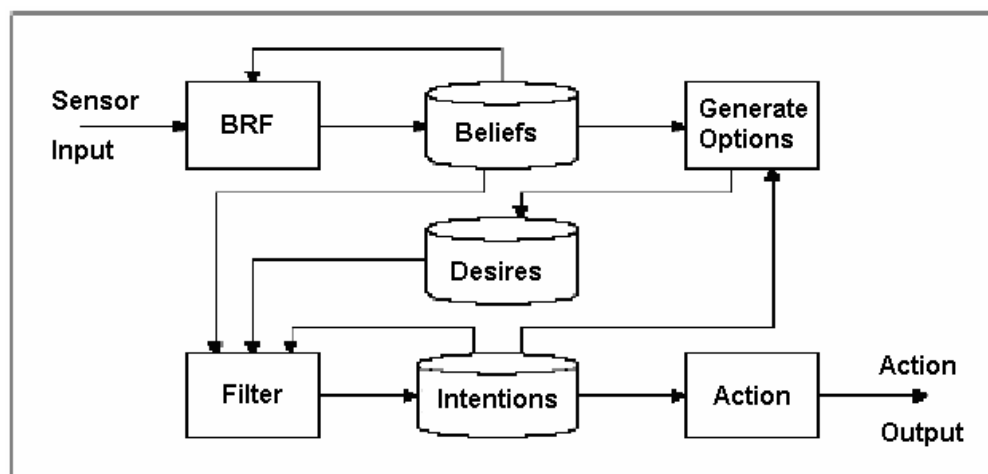


Figura 8: Arquitetura BDI (adaptada de [WOOLDRIDGE, 1999])

Em Musse (MUSSE, 2000) foi estudado o comportamento de multidões e modelado em computadores com diferentes finalidades. O modelo utilizado nesse trabalho é o Vicrowd que visou simular multidões como entidades hierárquicas com diferentes níveis de autonomia, do guiado ao autônomo. Um modelo de simulação desenvolvido no Laboratório CROMOS¹ é o SimCrowd (EVERS; MUSSE, 2002) que visa realizar a simulação microscópica de multidões utilizando memórias artificiais. Abaixo tem-se uma visão geral do modelo (Figura 9).

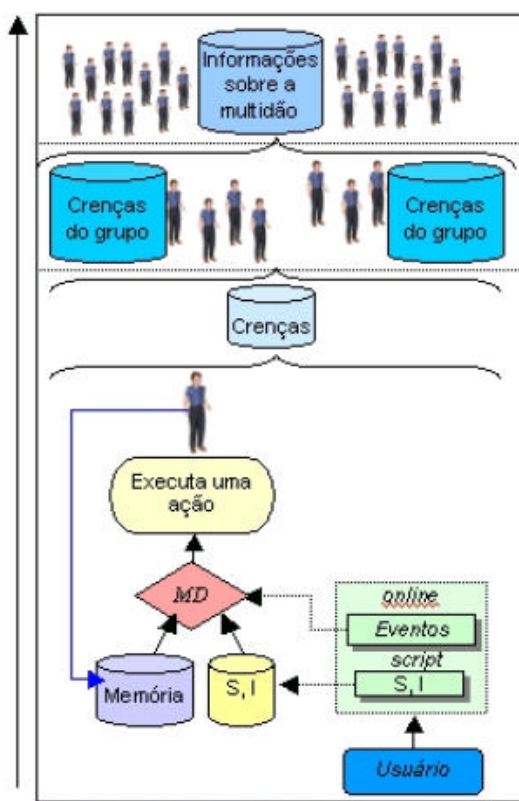


Figura 9: Estrutura do simulador de multidões (EVERS; MUSSE, 2002)

No modelo de Evers e Musse (EVERS; MUSSE, 2002) o usuário fornece para cada agente uma lista de intenções (I) e seu estado emocional (S) via script, e envia eventos em tempo real para o simulador. Através de um módulo de decisão (MD), o agente decide o que irá executar durante a simulação, baseado no seu estado emocional, intenções e memória. A memória é construída com base nas ações e fatos vividos pelo agente. Regularmente são criadas crenças (o que foi aprendido) para cada indivíduo. Com base nas crenças, são agrupados os indivíduos que possuem crenças comuns. Para a modelagem dos agentes foi utilizado o modelo

KSI (MUSSE, 2000). Neste modelo, a informação é categorizada como Knowledge (K), Status (S), Intentions (I). O K representa o conhecimento do agente, aquilo que o agente sabe ou aprendeu. O S descreve os estados emocionais dos agentes. Finalmente o I representa as intenções dos agentes.

2.2.1 Percepção dos Humanos Virtuais

Segundo Noser et al (NOSER et al., 1995), participantes reais são graficamente representados em um mundo virtual por avatares que interagem e se comunicam com outros avatares e também com agentes autônomos. A importância da percepção é diferente para cada um desses dois grupos (agentes e avatares). Para os participantes reais, busca-se proporcionar imersão total no ambiente virtual (VE) através da produção de estímulos virtuais realistas e da eliminação de qualquer estímulo proveniente do mundo real. Apesar de alguns sensores serem facilmente sintetizados (visão, audição e tato), ainda é necessária evolução tecnológica para a produção e detecção de estímulos sensoriais de olfato e paladar para participantes reais.

Considerando os agentes virtuais autônomos (AVA), a percepção permite que tenham autonomia e que apresentem comportamentos cotidianos de forma natural e espontânea, podendo inclusive expressar emoções. No entanto, uma vez que a realidade virtual exige resposta em tempo real, a interpretação das informações sensoriais obtidas precisa ser muito rápida.

Em Bordeux et al (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999) encontram-se agentes em ambientes virtuais que requerem uma combinação onde a percepção e a ação auxiliem no objetivo de comportar-se de maneira autônoma. Foi proposta uma extensão à arquitetura do AGENTlib (BOULIC, 1997) – arquitetura de software utilizada para a gerência de ações integrada com um mecanismo de percepção – porque diversas limitações aparecem quando as ações envolvidas necessitam de algum conhecimento dinâmico sobre o ambiente do agente, o qual requer um

sistema de percepção. Assim, realizou-se a integração com um módulo de percepção flexível que recolhe dados por diversos meios e distribui um conjunto de informações para o módulo comportamental. A fim de fornecer um conjunto robusto de funcionalidades para o desenho de comportamentos de alto nível foi especificado o seguinte:

- A interface de percepção de alto nível é genérica e uniforme;
- Vários mecanismos de percepção (acesso à base de dados, visão sintética) podem ser integrados de maneira eficiente;
- Redundância computacional é evitada tanto quanto possível;
- Um sistema de memória em curto prazo é fornecido.

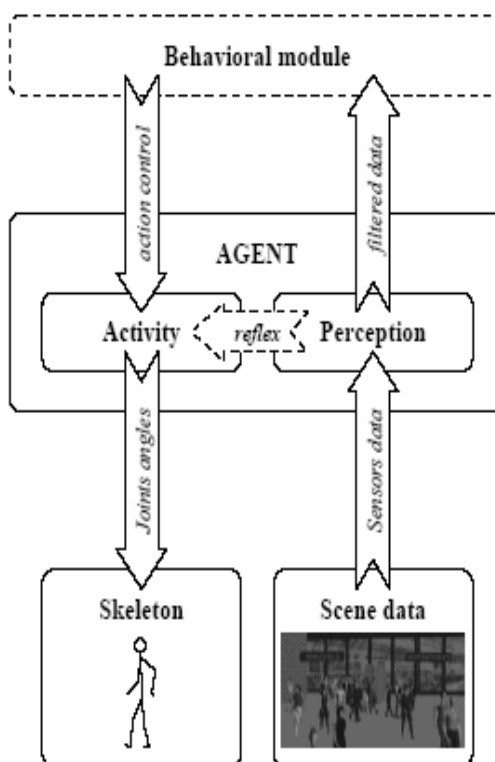


Figura 10: Caminhos principais de dados e controle para um agente autônomo (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999)

O sistema de Bordeaux et al (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999) propõe que qualquer tipo de sensor de acesso de base de dados possa recuperar do cenário uma lista de entidades perceptíveis tais como objetos, sons, gestos ou eventos. À exceção do cenário, cada objeto controla uma lista dos identificadores conhecidos que representam seus tipos e propriedades. Todos estes objetos são

registrados na base de dados da cena da aplicação. O princípio do filtro de percepção representa a entidade básica do mecanismo de percepção. Tal filtro recebe uma entidade perceptível da cena como entrada, extrai a informação específica sobre ela, e decide se deixa-o passar completamente ou não. Os critérios usados no processo de decisão dependem das exigências da percepção. Para objetos virtuais, considera-se a distância e o sentido relativo do objeto, mas podem também ser baseados na forma, no tamanho, na cor, ou em aspectos semânticos genéricos. Os filtros são construídos com uma aproximação orientada a objeto: o filtro muito básico para objetos virtuais considera somente a distância ao objeto, e seus descendentes refinam mais a seleção. A Figura 11 mostra um exemplo de filtros. O centro da figura apresenta uma cena virtual composta de três primitivas geométricas. O filtro do lado esquerdo seleciona os objetos que possuem ao menos uma face quadrada visto que o filtro do lado direito deixa somente os objetos da passagem que têm uma face triangular. Os objetos transmitidos por cada filtro são mostrados em ambos os lados da figura.

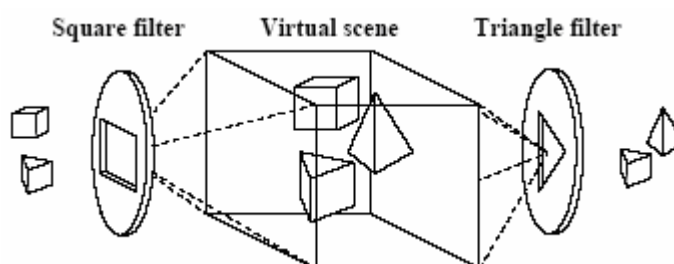


Figura 11: Visão da cena virtual através de dois filtros distintos de percepção (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999)

Independente do sensor envolvido, os objetos apresentados a um filtro de percepção podem ser de diversos tipos. Assim são considerados somente os sensores que podem tratar dos objetos físicos e as suas propriedades, mas este esquema estende-se aos filtros sensíveis aos sons ou aos eventos. Em Bordeux et al (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999) ilustra-se o exemplo de um humanóide usando um campo do filtro de percepção e um detector do tipo cubo (Figura 12). Os objetos registrados pelo tipo detector são escurecidos.

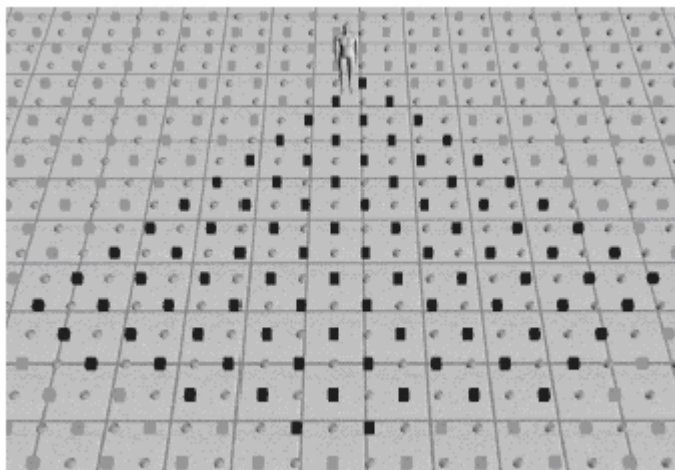


Figura 12: Combinação do campo do filtro da vista com um detector do tipo cubo (BORDEUX; BOULIC; THALMANN, 1999)

No modelo proposto por Noser e Thalmann (NOSER; THALMANN, 1995), é implementada uma visão sintética com memória visual para os atores independente da modelagem do ambiente. Esta implementação funciona mesmo para ambientes definidos proceduralmente (LSystems) e objetos fractais, ou seja, que não possuam base de dados de objetos 3D. O ambiente é renderizado em uma janela de 50 por 50 pixels a partir do ponto de vista do ator sintético (câmera sintética posicionada na posição dos olhos do ator). O ator tem acesso ainda à sua posição, ao z-buffer (para saber a que distância está os objetos) e à cor dos objetos, a qual permite identificá-los (para o ator, há uma tabela de correspondência entre cor e objeto).

A implementação é feita através de uma estrutura de ocupação do tipo octree, na qual cada pixel de um objeto, transformado de volta em coordenadas do mundo 3D, ocupa um voxel. Como o ambiente é dinâmico, a octree pode ser atualizada a partir de percepção visual do movimento de algum objeto arbitrário.



Figura 13: Atriz sintética jogando tênis (THALMANN, 1995)

Uma aplicação do modelo de Thalmann (THALMANN, 1995) para visão sintética é utilizado para reconhecer o vôo da bola em um jogo de tênis, estimar a sua trajetória e planejar a estratégia de jogo (Figura 13).

Terzopoulos e Rabie (TERZOPOULOS; RABIE, 1997) apresentam um sistema de visão retinal ativa (Figura 14) para peixes sintéticos que segue os mesmos princípios. Na primeira versão deste sistema, os peixes obtinham informação sobre o ambiente através do acesso direto à sua representação interna. Para torná-los mais naturais e independentes da modelagem do ambiente, foi implementada a visão sintética. Cada peixe possui modelos de cores de objetos, de seu interesse, armazenados. Se algum objeto captado pela visão corresponde a um desses modelos, então o peixe o enquadra em seu nível de foco mais fechado e passa a persegui-lo.

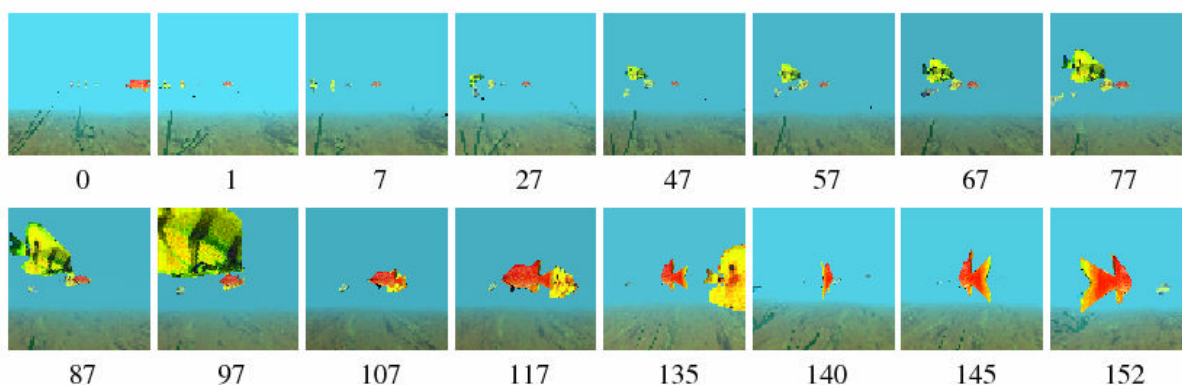


Figura 14: A seqüência da imagem da retina do olho esquerdo da visão dos peixes ativos enquanto detecta e persegue o seu alvo (TERZOPOULOS; RABIE, 1997)

Em Conde (CONDE; THALMANN, 2004) vemos que a visão sintética é a principal ligação entre o ambiente virtual (VE) e o agente virtual autônomo (AVA). Um agente virtual autônomo (AVA) localizado em um ambiente virtual (VE) é equipado com sensores para a visão, a audição e o toque, que o informam do ambiente virtual externo e de seu estado interno.

Uma parte importante hoje em animação consiste em simular o mundo real. Existem duas técnicas disponíveis, na primeira deve-se usar um modelo que crie o efeito desejado. O segundo é usado quando nenhum modelo está disponível. Neste caso, o realizador de desenhos animados produz "pela mão" o movimento real do mundo a ser simulado. De fato o comportamento de toda a criatura viva pode ser simulado, ainda que com sistemas complexos. Reynolds (REYNOLDS, 1987) introduziu o termo e o conceito de animação comportamental a fim de descrever a automatização de tal animação em um nível mais elevado. A animação comportamental pode ser considerada como a simulação visual de um modelo comportamental. O comportamento é definido freqüentemente como a maneira que os animais e os seres humanos agem e reagem. Esta reação se dá não somente em relação ao ambiente, mas deve também incluir o fluxo da informação da simulação.

A animação comportamental inclui técnicas para fazer um AVA inteligente – capaz de realizar tarefas baseadas no modelo do estado atual do VE - e autônomo, para reagir a seu ambiente virtual (VE) e para tomar decisões baseadas em seu sistema perceptivo, em sua memória à curto prazo e longo prazo. O modelo

comportamental decide qual ação o AVA deve realizar (como andar ou segurar um objeto) usando seu conhecimento.

Os modelos de visão sintética construídos basearam-se no ponto de vista da vida animal. Uma vantagem óbvia desta aproximação é que as imagens respeitam prontamente os relacionamentos da oclusão entre objetos do ponto de vista animal. Alguns aspectos da percepção animal, tais como o reconhecimento de texturas do objeto ou da iluminação ambiental, não podem ser capturados por métodos geométricos, mas são as propriedades originais que têm que ser extraídas das imagens. A aproximação sintética da visão para animação foi explorada primeiramente por Renault em 1990 (RENAULT; MAGNENAT-THALMANN; THALMANN, 1990).

Para simular o comportamento de uma animação que envolve um agente sintético que move-se automaticamente em um corredor e que evita objetos e outros agentes sintéticos, cada agente sintético pode usar visão sintética como sua percepção do mundo e também como única entrada do modelo comportamental. O modelo de Renault (RENAULT; MAGNENAT-THALMANN; THALMANN, 1990) é baseado no conceito dos autômatos locais de deslocamento (DLA). Um DLA é um algoritmo que pode tratar de um ambiente específico.

Na visão sintética, os modelos da visão para um AVA são diferentes daqueles utilizados no comportamento robótico, pois em um VE a informação suplementar pode ser extraída e tratada de acordo com o modelo da percepção escolhido para o AVA, enquanto um robô somente pode adquirir a informação de seu ambiente através de sensores.

Em termos de percepção auditiva, existem poucos trabalhos. Cita-se abaixo um trabalho desenvolvido onde o som é real e deve ser percebido por AVAs, que diferencia-se deste trabalho que visa tratar sons virtuais (apenas percebidos por AVAs).

Noser e Thalmann (NOSER; THALMANN, 1995) apresentam um modelo acústico para humanos virtuais inseridos como atores em um ambiente virtual (VE).

Neste modelo (Figura 15), os microfones captadores são os ouvidos dos atores, e os sons emitidos são lidos de arquivos com formato AIFF (Audio Interchange File Format), uma vez que qualquer fonte sonora (sintética ou real) pode ser convertida para este formato. O som pode ser renderizado a cada frame para cada microfone em tempo real. Neste trabalho, foram considerados apenas ambientes contendo sons simples e poucos microfones. A mudança na frequência do som ao aproximar-se ou afastar-se de um objeto pode ser sentida, pois o sistema leva em conta a movimentação tanto das fontes sonoras como dos atores.

Em um caso ideal, os atores usariam os mesmos fatores fisiológicos de interpretação de sinais sonoros que permitem aos seres humanos localizar um som em um ambiente. Entretanto, sistemas de realidade virtual demandam que o reconhecimento semântico do som e a conseqüente reação sejam rápidos. Assim, uma das opções viáveis seriam os atores terem acesso a dados internos do ambiente, o que os tornaria dependentes. A outra alternativa seria o ator receber o mesmo sinal sonoro estéreo e digitalizado que os humanos recebem através dos headphones e interpretá-lo. Por uma questão de eficiência computacional, essa interpretação visa somente "posicionar os olhos do ator" e passar o sinal de áudio para um módulo de reconhecimento de fala.

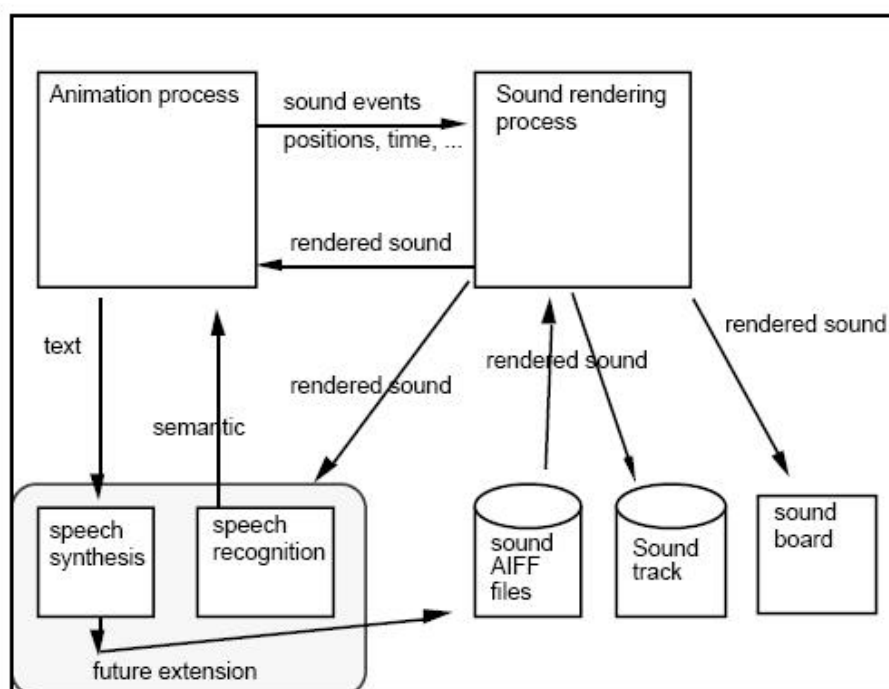


Figura 15: Arquitetura do sistema de percepção (NOSER; THALMANN, 1995)

Como os eventos sonoros do modelo possuem informação de tempo de início, posição e orientação da fonte, o ator consegue calcular, a partir dessas informações e de sua própria posição no ambiente, a distância, o atraso e a amplitude do som captado.

2.2.2 Modelos Integrados de Atenção, Percepção e Ação

Em um ambiente virtual, um agente virtual autônomo (AVA) requer uma combinação da percepção e da ação que se comportem de maneira autônoma. O sistema de percepção fornece uma relação uniforme de várias técnicas no campo da percepção virtual, incluindo a visão, a audição e o toque sintético. Em aproximações usuais, os comportamentos diferentes executam seus próprios mecanismos de percepção.

A percepção preceptiva é a maneira de predizer e consiste em uma das principais atividades do cérebro humano e para o AVA consiste em uma noção essencial de percepção. Esta predição pode ser encontrada nos seres humanos ao anteciper um trajeto, evitando assim os obstáculos. Para obter essa percepção ativa como dirigir o olhar e ter atenção, essa predição deve ser organizada.

Em Conde (CONDE; THALMANN, 2004) foi utilizado um modelo de percepção preceptiva baseado na teoria matemática do observador, que é composto tipicamente de uma simulação de um sistema que utiliza um modelo interno de aproximação. O objetivo do modelo é dar a um AVA a habilidade de explorar um ambiente desconhecido e construir assim modelos mentais e “mapas conectivos”. O AVA pode explorar seu VE e trabalhar a representação mental de sua organização espacial na forma do “mapa conectivo”. Ele então pode usar para se localizar e para alcançar um objetivo. Um AVA é posicionado em um ambiente VE com sensores para visão, audição e toque, os quais informam sobre o VE externo (percepção preceptiva e ativa), ou o seu estado interno (percepção própria).

Os agentes em ambientes virtuais requerem uma combinação entre o comportamento da percepção e da ação de uma maneira autônoma. O sistema de percepção fornece uma relação uniforme às várias técnicas no campo da percepção virtual, incluindo a visão, ao acesso à base de dados e a percepção.

Em Peters (PETERS; O' SULLIVAN, 2003) encontra-se uma estrutura baseada em interações de componentes múltiplos: um sistema de visão sintética que percebe o mundo virtual, um modelo da atenção bottom-up para processamento visual, um sistema de memória para o armazenamento de dados previamente detectados e um controlador de olhar para a geração de comportamentos resultantes. A atenção bottom-up é significativa do ponto de vista comportamental, a estrutura de atenção é composta de quatro componentes de interação preliminares:

- um componente de detecção visual;
- um componente de atenção;
- um componente de geração do olhar;
- um componente de memória;

O componente de detecção permite que o agente perceba a cena, onde são escolhidas três renderizações de cena, também, aproximam lentamente a cena através dos olhos do agente. Permitem que sejam conduzidas perguntas da visibilidade para objetos e ajam também como entradas aos componentes visuais da atenção e da memória. O componente visual de atenção processa a parcela visível da cena e gera um mapa das posições mais significativas, baseadas nas características da cena. Estas posições são passadas ao controlador do olhar, que gera o movimento real. Os movimentos orientados consistem em uma mistura de movimentos dos olhos e do corpo. O componente de memória é usado pelos três componentes restantes, ele age como um filtro para armazenar detalhes de objetos importantes e também para recordar que objetos já foram vistos e a que distâncias, portanto o objeto de atenção de um agente depende dos fatores internos e externos.

Reynolds (REYNOLDS, 1987) apresentou um modelo comportamental baseado em introspecções do mundo real, seus agentes, *boids*, não possuem todo o acesso ou informação perfeita sobre o mundo. Cada *boid* tem uma zona esférica da

sensibilidade centrada em sua origem local, que significa que o *boid* detecta somente *flock-mates* próximos.

Temos também em Gillies (GILLIES, 2001) a animação comportamental onde ocorre a simulação da visão e da atenção, ocorre então uma atenção *top-down* onde os processos são considerados verificando o comportamento através do olhar. Os atores são dotados com interesses e concentram-se mais em algumas propriedades do que em outras, ocorrendo assim que atores respondem de maneiras diferentes a um mesmo objeto.

Segundo Peters (PETERS; O' SULLIVAN, 2003), a atenção é um conceito importante se for decidido restringir a informação sensorial de nossos agentes. Os agentes que não se atenam a atenção a seus arredores ou à atenção ao que ocorre de errado estarão olhando de maneira mecânica e desajeitada. A partir disso, Peters sugere a teoria da estrutura de dois componentes de atenção onde a atenção pode ser dividida em componentes *top-down* e *bottom-up*. A atenção *top-down*, voluntária ocorre quando nós temos uma tarefa na mente e dirigimos nossa atenção para focalizar nossos recursos em realizar essa tarefa. No contraste, quando considerando a atenção *bottom-up*, ou involuntária, as posições no ambiente parecem agarrar ou exigir atenção.

Em seu trabalho Peters (PETERS; O' SULLIVAN, 2003) considera um modelo de atenção visual *bottom-up*, o qual se baseia no modelo proposto por Itti et al (ITTI; KOCH; NIEBUR, 1998; ITTI; KOCH, 1999, ITTI, 1999; ITTI; KOCH; 2000) e demonstrou-se eficiente na modelagem proposta por Yee et al (YEE; PATTANAIK; GREENBERG, 2001). Yee et al (YEE; PATTANAIK; GREENBERG, 2001) procurou encontrar uma maneira da visão focar em determinado local, para isso ele utilizou um modelo de atenção visual que identifica as áreas de maior interesse visual. A atenção visual é o processo de selecionar uma parcela da informação visual disponível para a localização, a identificação e a compreensão dos objetos em um ambiente. Segundo Yee et al (YEE; PATTANAIK; GREENBERG, 2001) dois processos gerais influenciam significativamente a atenção visual, chamados processos *bottom-up* e *top-down*, já comentadas acima. Em seu trabalho Yee et al

(YEE; PATTANAİK; GREENBERG, 2001) utiliza a aproximação bottom-up por considerá-la mais geral e mais automatizada.

O modelo de atenção de Peters (PETERS; O' SULLIVAN, 2003) recebe uma imagem de entrada, e a processa a partir de suas características de intensidade, de orientação e de cor respectivamente. Os mapas das características (intensidade, cor e orientação) são combinados, onde cada mapa fornece uma medida das áreas da cena. Combinando os três mapas, produz-se a união das partes pronunciadas de toda a cena, gerando como resultado, um mapa 16x16 que é a saída preliminar do modelo de atenção (Figura 16).

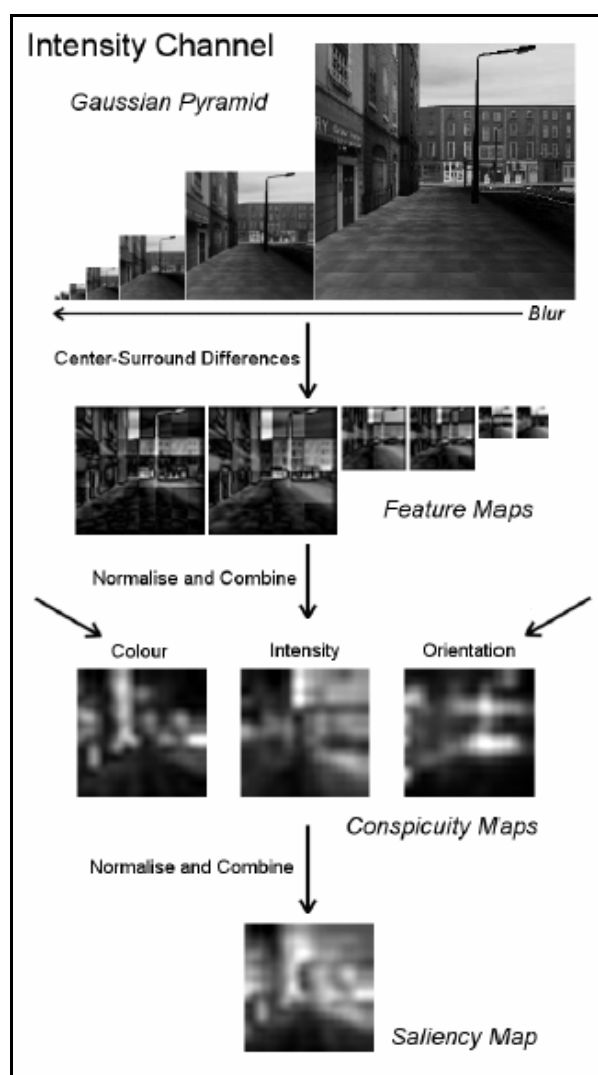


Figura 16: Modelo de Peters e O'Sullivan (PETERS; O' SULLIVAN, 2003)

O modelo de visão sintética utilizado por Peters (PETERS, C.; O' SULLIVAN, 2002) é baseado no modelo descrito por Noser (NOSER, 1995). Este modelo usa a falso-coloração e *octrees* dinâmicos para representar a memória visual do caráter. Foi adotado um sistema similar a Kuffner (KUFFNER; LATOMBE, 1999), removendo a estrutura do *octree*. O processo é como segue. A cada objeto na cena é atribuído uma única cor falsa. Para a cena é vista a perspectiva de cada agente. O ponto de visão do agente não necessita de rendering em uma área particularmente grande: a execução usa resolução de 128 x128 (Figura 17). A partir do render do falso-colorido é feita a varredura, e então as falsas-cores do objeto são extraídas. Peters (PETERS, C.; O' SULLIVAN, 2002) estendeu o módulo sintético da visão fornecendo modalidades múltiplas da visão. Cada modalidade usa uma paleta diferente para a falso-coloração dos objetos. As modalidades diferindo da visão são úteis para capturar níveis variando do detalhe da informação sobre o ambiente. As duas modalidades principais da visão são consultadas: na modalidade distinta da visão, cada objeto falso é colorido com uma cor original. As cores originais dos objetos em render do ponto de visão podem então ser usadas para fazer um *look-up* do identificador global original do objeto na base de dados da cena. Estes são passados então ao modelo da memória. Esta modalidade é útil quando um objeto específico está sendo atendido (Figura 17).

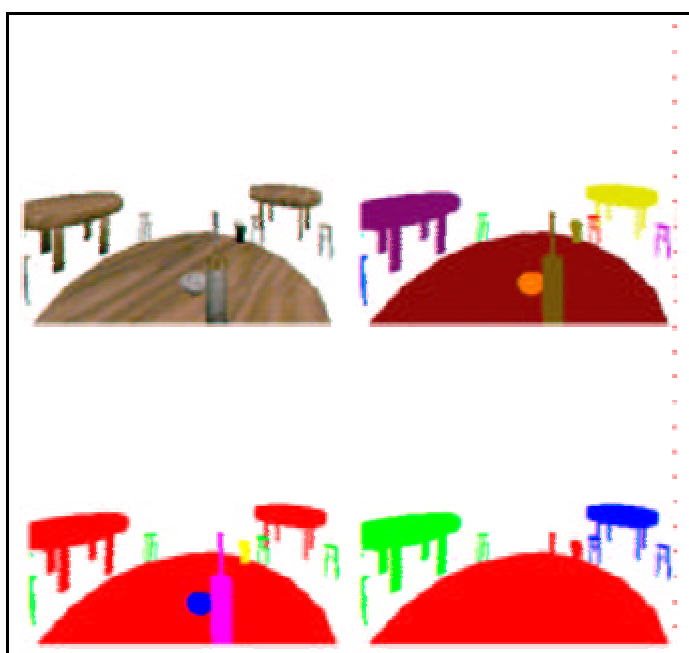


Figura 17: Exemplo dos objetos vistos na perspectiva do agente no modelo de Peters e O'Sullivan em execução (PETERS, C.; O' SULLIVAN, 2002)

O próximo capítulo apresenta detalhes do modelo desenvolvido neste trabalho.

3 MODELO

Este capítulo apresenta o modelo desenvolvido neste trabalho para prover percepção aos agentes autônomos.

O principal objetivo é propor um modelo genérico que trate a percepção de visão, audição e olfato em atores sintéticos, de uma mesma maneira, assim otimizando complexidade e capacidade de processamento que seriam necessários se diferentes métodos fossem utilizados para cada sentido de percepção. Neste modelo, a mudança necessária para instanciamento dos métodos perceptivos para os diferentes sentidos deve ser apenas o calibramento dos parâmetros e os dados de entrada. No caso da visão, os dados são percebidos pelos olhos dos agentes autônomos, atendendo a determinadas especificações. Na mesma forma para o olfato e audição.

Apesar de pretender-se que este modelo possa ser generalizado, o modelo foi customizado de maneira a focalizar mais no aspecto olfativo dos agentes, bem como na reação dos agentes que devem levar em consideração os dados percebidos.

As seções a seguir mostram detalhes do modelo, como as suas características, o funcionamento dos agentes, o ambiente em questão e o modelo implementado.

3.1 Arquitetura do Modelo

A arquitetura do modelo é definida a seguir. O mundo é estruturado em dados geométricos (fixos, por exemplo cadeira, ou variáveis, por exemplo a fumaça). A

descrição geométrica dos dados fixos é lida no início da simulação. Além disso, durante a simulação pode-se ler informações geométricas de dados que evoluem no tempo e que podem ser percebidos pelos agentes (dados variáveis).

A abordagem utilizada neste trabalho é que os dados percebidos pelos agentes possuem representação geométrica, sejam eles classificados como natureza olfativa (dados percebidos pelo olfato), visual (dados percebidos pela visão) ou auditiva (dados percebidos pela audição). Para tanto, propõem-se a classificação DPO (dados percebidos pelo olfato), DPV (dados percebidos pela visão) ou DPA (dados percebidos pela audição) para serem usadas neste modelo de maneira a definir a natureza dos dados (Figura 19). Cada sentido a ser simulado será implementado a partir da aplicação do algoritmo de ray-casting, com o intuito de gerar uma imagem que defina a densidade de informações do tipo DPO, DPV ou DPA a serem simuladas. (conforme ilustra a Figura 18).

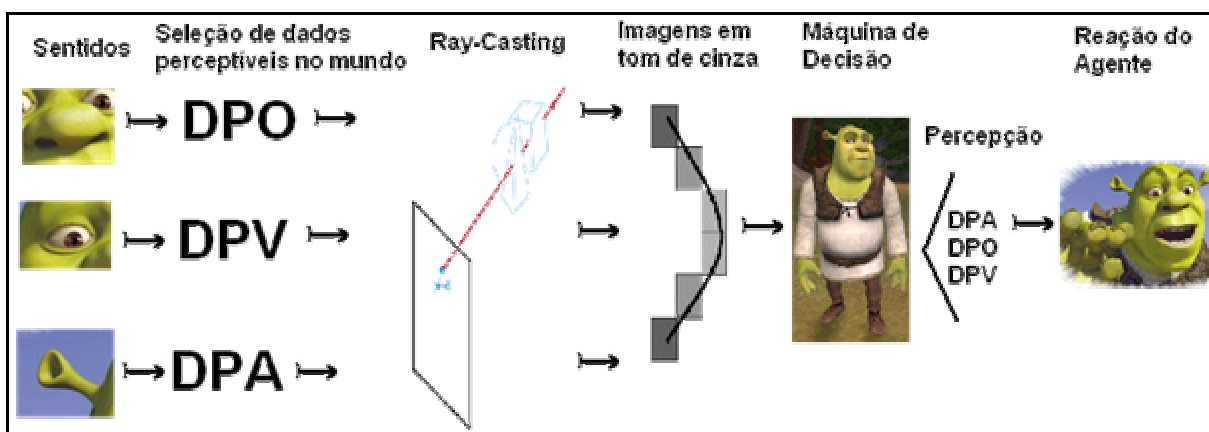


Figura 18: Arquitetura do modelo de humanos virtuais perceptivos

Na verdade, pode-se imaginar que quaisquer dados perceptivos possam ser descritos desta forma. A intenção, neste trabalho, é poder tratar a percepção como uma tarefa simples e genérica a ser resolvida utilizando conhecidos métodos de computação gráfica, e considerando os dados perceptíveis como primitivas geométricas.

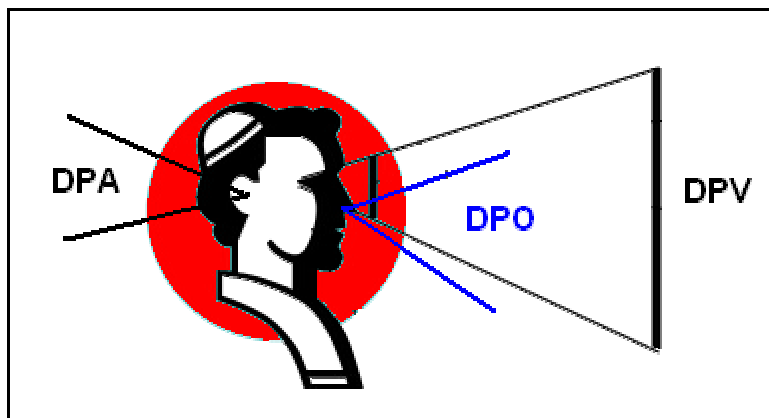


Figura 19: Ilustração do modelo para o método de percepção

Assim, procurou-se utilizar no trabalho, como foco principal, a utilização do método de percepção relativo ao olfato. O sistema implementado buscou realizar um método simples que possa ser utilizado também para os outros métodos de percepção, dados percebidos pela visão (DPV) e dados percebidos pela audição (DPA).

O modelo criado é relativamente simples, primeiramente é aplicado o algoritmo de ray-casting para a percepção de dados no ambiente, a partir disso tem-se alguns parâmetros utilizados para a realização da simulação como a posição do agente e a direção para onde os raios do ray-casting são disparados. A definição do foco de atenção é outro ponto que deve ser parametrizado. A partir daí tem-se tabelas onde se estabelecem as regras para a percepção e reação do agente em relação à simulação em questão.

Os detalhes do modelo são apresentados a seguir, assim como o seu funcionamento e a reação que o agente irá ter após a percepção de dados no ambiente, como a mudança de seu foco de atenção no momento que ele estiver percebendo algo no ambiente.

3.2 Ray-Casting para Percepção

O ray-casting (Figura 20) é um algoritmo que foi originalmente proposto por Levoy (LEVOY, 1988) e Drebin *et al.* (DREBIN; CARPENTER; HANRAHAN, 1988) como uma técnica que permite a visualização de pequenos detalhes internos ao volume, através do controle de transparência dos *voxels*, removendo trivialmente as partes escondidas atrás de partes definidas como opacas, e visualizando o volume a partir de qualquer direção. O algoritmo efetua um lançamento de raios a partir do observador em direção ao volume. A cor final de cada pixel da imagem é obtida integrando as contribuições de cor $C(x)$ e opacidade $a(x)$ de cada *voxel* x interceptado pelo raio. A superfície visível em cada pixel da imagem é determinada traçando um raio de luz imaginário a partir do centro de projeção (observador), onde a cor em cada pixel é definida pela intersecção com o objeto mais próximo.

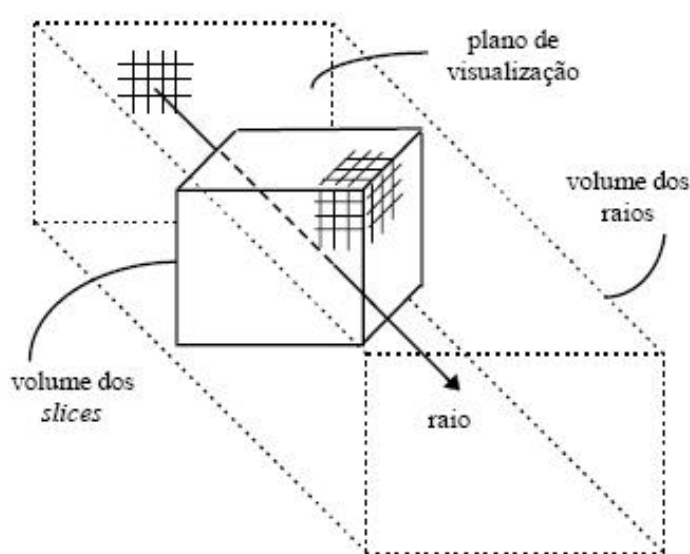


Figura 20: Técnica de ray-casting (SEIXAS et al., 1994)

O algoritmo de ray-casting (Figura 21) pode ser definido em linhas gerais de maneira bastante simples, onde tem-se a área de visão do raio de Ray-casting, definido no algoritmo abaixo por ImageHeight (largura) e ImageWidth (altura), a partir dessa área é aplicado o Ray-casting, como mostra o Algoritmo abaixo:

```

InitRay( ) // inicializa parâmetros de lançamento dos raios
para i de 1 a ImageHeight // loop de lançamento
  para j de 1 a ImageWidth
    UpdateRay (ray, i, j )
    image[i,j] = RayCast(ray)
  fim para
fim para

```

Figura 21: Algoritmo de ray-casting (PAIVA; SEIXAS; GATTASS, 1999)

A principal motivação deste trabalho é que a percepção dos agentes autônomos possam ser implementados utilizando ray-casting em volumes de dados constituídos por descrições geométricas tipo DPO, DPA e DPV. Portanto, neste modelo, o ray-casting deverá funcionar de maneira similar ao originalmente proposto na literatura. Abaixo, detalhes do ray-casting definido como estratégia neste projeto.

1 – Cada sentido deve funcionar como o observador, ou seja, o centro de geração de raios em direção ao volume de dados a ser percebido (Figura 20).

2 – Os dados existentes dentro do *frustum*, ilustrado na Figura 22, serão os dados processados no ray-casting.

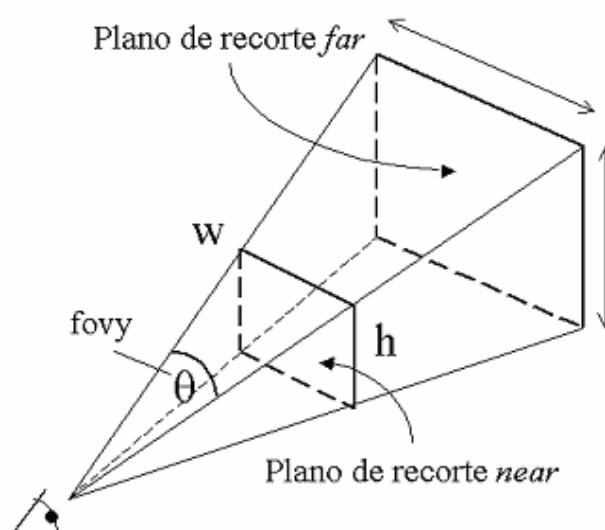


Figura 22: Exemplo do campo de visão

3 – Uma vez definidos, *near*, *far*, θ e *R* (resolução da *grid*), os raios começam a ser disparados para cada célula da *grid*.

4 – A cor final de cada célula da *grid* é calculada a partir das contribuições dos elementos interceptados pelo raio.

O algoritmo a seguir define mais detalhes:

Para cada sentido S em (x,y)

{

Ler inicialização do modelo de percepção:

(θ , distância near, distância far, resolução da grid)

Para cada célula z da grid

{

Lançar um raio de S (x,y) que passe pelas células do grid Z

Calcular intersecções do raio com dados a serem percebidos pelos sentidos

Para cada intersecção:

Armazena a distância da primeira intersecção encontrada

}

Calcula a cor de cada pixel dependendo das distâncias dos objetos interceptados e do foco atencional simulado

}

Neste caso, considerou-se apenas a primeira intersecção encontrada para o cálculo da cor. Assim, a cor de maior contribuição será representada pelo preto (menor distância mapeada) enquanto o branco será a cor representada nas células do *grid* que não interceptaram nenhum dado perceptível.

Estabeleceram-se nove tons de cinza além do preto e branco (quando não há nenhum dado percebido após a realização do ray-casting) para representar a

percepção do agente, na imagem a ser renderizada, variando de zero a um, onde zero corresponde o branco e um corresponde o preto. A imagem gerada é de 169 x 169 pixels. Na verdade, dependendo do foco atencional, o intervalo entre as distâncias mínimas e máximas, onde são interceptados objetos, é discretizado em níveis representados por cores. O número de níveis a serem representados é definido de acordo com o foco atencional conforme descrito na próxima seção.

3.3 Diferentes Focos de Atenção

Os diferentes focos de atenção utilizados no trabalho basearam-se em Lima (LIMA, 2005) onde se tem que “aquilo que nós percebemos depende diretamente de para onde estamos dirigindo a nossa atenção”. Segundo ele o sistema atencional atua como um filtro que se abre para as informações a serem atendidas e se fecha para as ignoradas.

Segundo Lima (LIMA, 2005) os mecanismos atencionais atuam de um modo dinâmico, selecionando os estímulos que chegam pelas diferentes vias sensoriais e organizando os processos mentais. Esses mecanismos e subdivisões da atenção podem ser verificados na Figura 23.



Figura 23: Definição dos tipos de foco de atenção

Como foi visto anteriormente pessoas percebem diferentemente o mundo dependendo do seu estado de alerta ou estado atencional. No dia-a-dia, a palavra atenção é freqüentemente utilizada no sentido de se chamar a concentrar-se ou focalizar-se em algo, tarefa ou situação. Entre os muitos estímulos recebidos todos os dias, somente respondem-se aqueles que são particularmente importantes e correspondem aos interesses, intenções ou tarefas imediatas.

A atenção da pessoa, num determinado momento pode estar distribuída de várias maneiras no campo da realidade. Pode estar concentrada num único objeto, dando-se pouca atenção ao resto, pode estar difusamente espalhada, sem que uma parte específica esteja predominantemente em foco ou, por fim, pode estar dividida entre vários objetos, quando então a pessoa procura prestar atenção, simultaneamente, a duas ou mais coisas. Quanto maior a divisão da atenção entre objetos, maior a perda de qualidade da atenção dada a cada parte.

Por isso utilizou-se conceitos de foco atencional para prover habilidades aos agentes, que variam em função do tempo, ou seja, além das habilidades entre os indivíduos serem normalmente diferentes, elas também podem variar no mesmo indivíduo em função do tempo. O foco atencional neste modelo visa simular as diferentes individualidades e capacidades de percepção dos agentes. Conforme explanado anteriormente, quanto maior o foco atencional, maior o detalhe percebido da cena. Neste trabalho, os níveis de detalhe percebidos são definidos através das cores utilizadas na renderização da imagem final. Portanto, quanto menos atento o agente, menos cores este é capaz de perceber, conforme definido na Tabela 1.

A partir dessa proposta, foram estabelecidas as regras para a utilização do foco atencional no sistema, estabelecendo assim seis modos de atenção os quais o agente pode interagir com o ambiente, como pode ser visto na Figura 24. No caso deste trabalho, os seis estados, de sono ao último estado de vigília, representam as capacidades de percepção do agente, neste trabalho, ilustradas com imagens renderizadas em diferentes números de cores.

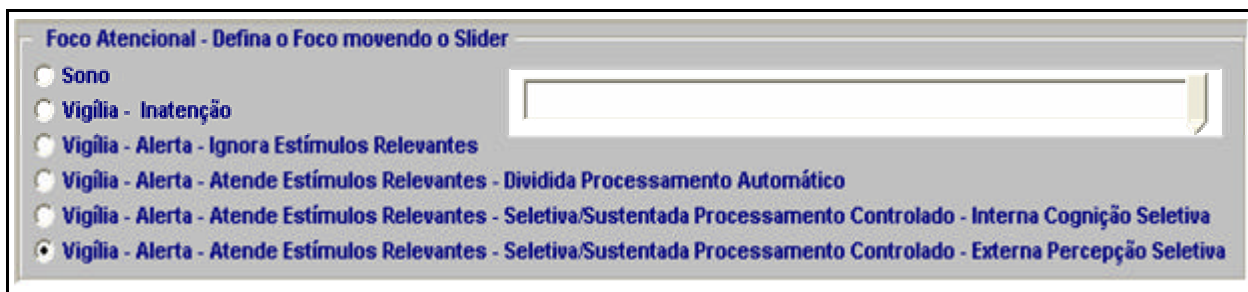


Figura 24: Tipos de focos atencionais utilizados no protótipo

A partir da escolha do foco de atenção, o raio aplicado do ray-casting definirá o número de cores utilizados na renderização das imagens, como indica a Tabela 1.


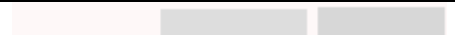




Foco Utilizado	Número de Cores	Cores
0 – Sono	1	
1 – Vigília – Inatenção	3	
2 – Vigília – Alerta – IER	4	
3 – Vigília – Alerta – ERA – DPA	6	
4 – Vigília – Alerta – ERA – ICS	8	
5 – Vigília – Alerta – ERA – EPS	10	
Obs.: O branco é utilizado quando não há detecção no ambiente.		As cores estão em ordem de percepção

Tabela 1: Número de cores de acordo com o foco atencional

Assim, caso o foco atencional escolhido seja a primeira opção, ou seja, o zero (sono), o ray-casting determinará como resposta, caso encontrar algo relevante no ambiente, apenas uma cor, como a tabela acima, caso não seja percebido nenhuma alteração no ambiente, a cor branca será mostrada na renderização.

Caso o foco atencional simulado for 1, aparecerão como resposta três cores, de acordo com a distância em que os dados forem encontrados, normalizadas em três faixas de valores de distância distribuídos linearmente. Sempre que for escolhido determinado foco atencional, as cores referentes ao mesmo serão aplicadas de acordo com a distância onde são percebidos os dados, e assim sucessivamente. Uma vez renderizada a imagem que representa a percepção do agente, é realizada a média das cores encontradas (soma de cores normalizadas pelo número de pixels). A partir daí, pode-se utilizar as regras de percepção que são definidas nas tabelas a seguir.

Definiu-se que neste trabalho o foco atencional pode variar dependendo do tempo de exposição aos objetos percebidos. Por exemplo, uma pessoa “dormindo” leva mais tempo para “acordar” quando exposta a um cheiro fraco do que a um cheiro forte. Isto é motivado pelas pesquisas realizadas na área de foco atencional, onde a percepção de dados do ambiente pode causar a alteração do estado atencional. Assim, para definir-se os tempos de alteração de foco atencional,

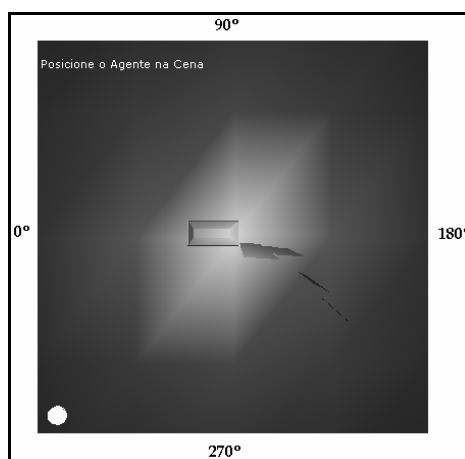
estipulou-se empiricamente três tabelas de informações (Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4).

A Tabela 2 apresenta dados para alteração do foco atencional quando a média das cores da imagem renderizada for um valor superior a zero e inferior a 0.2, ou seja, houve pequena percepção de cheiro no ambiente. De acordo com esta tabela, a percepção realizada a partir de determinado nível de foco atencional (primeira coluna da tabela) levará determinado tempo (segunda coluna da tabela) para ser alterada. Por exemplo, um agente que tenha como nível de foco inicial 2 levará seis segundos para alterar a sua percepção do ambiente caso a sua média de percepção esteja de acordo com a regra definida na Tabela 2 (média das cores < 0.2).

Média das Cores: > 0 e < 0.2	
Foco Atencional	Tempo até alterar o Foco
0	10s
1	8s
2	6s
3	4s
4	3s
5	1s

Tabela 2: Média das cores da imagem: > 0 e < 0.2

A seguir encontramos exemplos com imagens renderizadas de diferentes focos de atenção, sendo a média de cores inferior a 0.2.



(a)

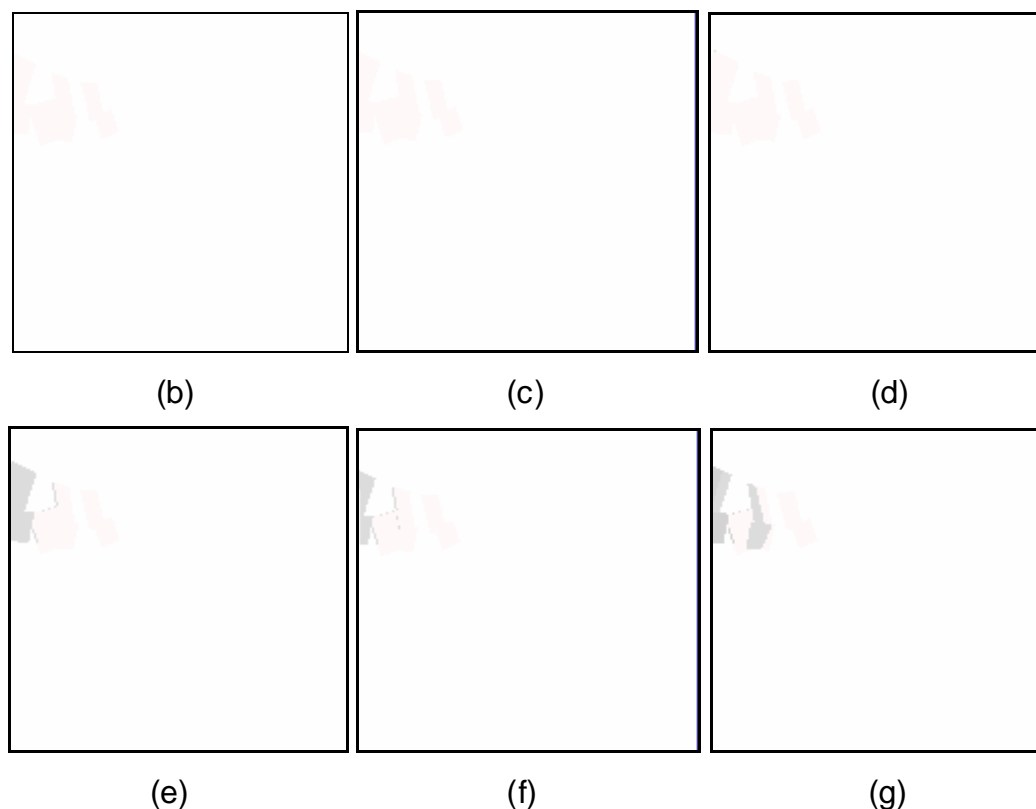


Figura 25: Imagens com diferentes focos de atenção e média de cores < 0.2 – (a) Posição do agente, (b) Foco=0, (c) Foco=1, (d) Foco=2, (e) Foco=3, (f) Foco=4, (g) Foco=5

Abaixo encontra-se a segunda tabela de regras definida no modelo, a qual é referente a média das cores maior ou igual a 0.2 e menor que 0.5, ou seja, houve uma média percepção de cheiro no ambiente. Obedecendo ao mesmo método comentado acima, caso a média das cores do foco inicial seja um valor inferior a 0.2 (Tabela 2) e com a mudança de foco ele atinja uma média maior ou igual a 0.2 e menor que 0.5, o tempo que o agente levará para mudar a percepção estará de acordo com a Tabela 3.

Média das Cores: ≥ 0.2 e < 0.5	
Foco Atencional	Tempo até alterar o Foco
0	8s
1	6s
2	4s
3	3s
4	2s
5	1s

Tabela 3: Média das cores da imagem: ≥ 0.2 e < 0.5

A seguir encontramos exemplos com imagens de diferentes focos de atenção com a média de cores sendo superior ou igual a 0.2 e inferior a 0.5. Neste exemplo procurou-se posicionar o agente na mesma posição para ter-se uma melhor idéia das mudanças de percepção com cada foco. O foco igual a zero não foi ilustrada na Figura 26, pois normalmente não há possibilidade da média das cores da imagem renderizada ser maior que 0.2. Na Figura 26 temos então a posição do agente (definida pelo círculo branco na imagem) e os diferentes focos de atenção.

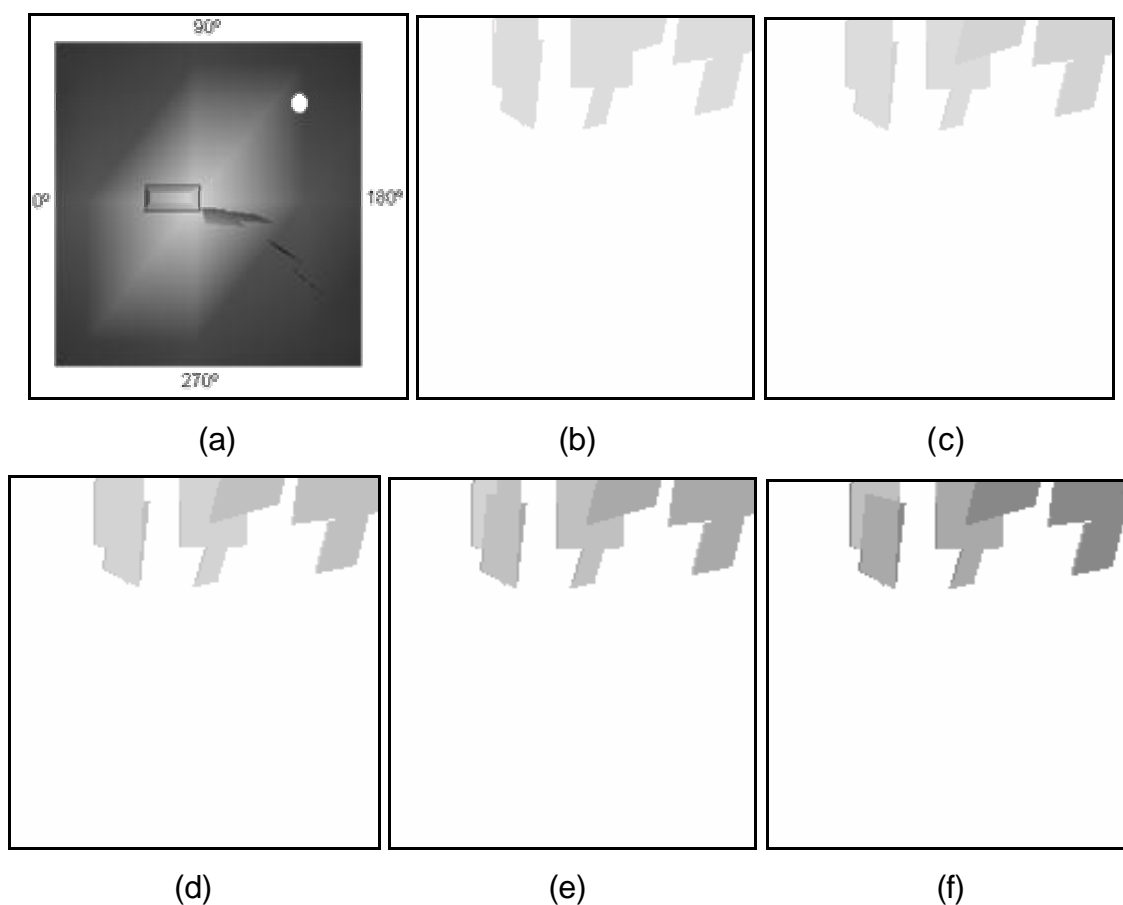


Figura 26: Imagens com diferentes focos de atenção e média de cores ≥ 0.2 e < 0.5 – (a) Posição do agente, (b) Foco=1, (c) Foco=2, (d) Foco=3, (e) Foco=4, (f) Foco=5

As regras de alteração de foco atencional e o tempo que o agente levará para alterá-lo também poderão variar caso a média das cores seja superior a 0.5. Como nos casos anteriores, quando a média das cores atingir um valor superior a 0.5, a Tabela 4 com os tempos para mudança de foco deverão ser utilizados.

Média das Cores: ≥ 0.5	
Foco Atencional	Tempo até alterar o Foco
0	6s
1	5s
2	4s
3	3s
4	2s
5	1s

Tabela 4: Média das cores da imagem: ≥ 0.5

A seguir encontramos exemplos com imagens de diferentes focos de atenção com a média de cores sendo superior a 0.5. Focos de atenção com nível inferior a 3 não foram colocados no exemplo, pois normalmente focos atencionais mais baixos não gerarão imagens que representem cheiros fortes. Na Figura 27 tem-se então a posição do agente (definida pelo círculo branco na imagem) e os diferentes focos de atenção.

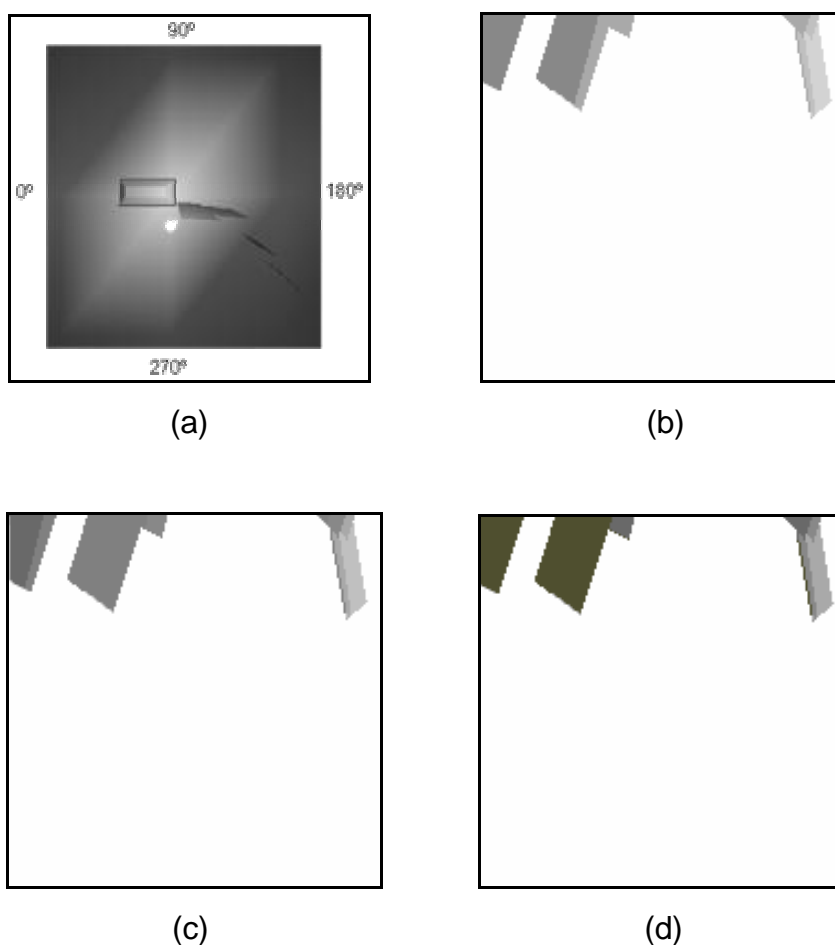


Figura 27: Imagens com diferentes focos de atenção e média de cores ≥ 0.5 – (a) Posição do agente, (b) Foco=3, (c) Foco=4, (d) Foco=5

Durante a simulação de variação do foco atencional, o agente registra suas últimas percepções em estruturas de dados simulando uma memória artificial, que também será usada para determinar a reação dos agentes. A próxima seção descreve detalhes sobre as reações dos agentes.

3.4 Reação dos Agentes

A fim de implementar a reação dos agentes, para o modelo de percepção olfativa (DPO), foi desenvolvida uma máquina de decisão a partir de regras simples e facilmente customizadas. O pseudo-algoritmo usado neste trabalho é ilustrado a seguir:

```

Lê-se o foco atencional inicial definido pelo usuário
Lê-se o tempo de simulação também informado pelo usuário
Agente percebe o ambiente
Se o agente sente o cheiro leve (média das cores > 0 e < 0.2)
    Altera o foco atencional conforme Tabela 2
    Se o tempo atual = tempo de simulação (término da simulação)
        Agente não reage
    Senão
        Agente percebe o ambiente
    Senão
        Se o agente sente o cheiro médio (média das cores >= 0.2 e < 0.5)
            Altera o foco atencional conforme Tabela 3
            Se o tempo atual = tempo de simulação
                Se o foco atencional < 5
                    Agente não reage
                Senão
                    Agente evacua ambiente
            Senão

```

Agente percebe o ambiente

Senão

Se o agente sente o cheiro forte (média das cores > 0.5)

Altera o foco atencional conforme Tabela 4

Se o tempo atual = tempo de simulação

Se o foco atencional < 5

Agente não reage

Senão

Agente evacua ambiente

Senão

Agente percebe o ambiente

Assim, a partir das regras acima, definiu-se que o agente somente evacua o ambiente, se ele estiver com estado atencional igual a 5 e cheiro no mínimo com valor médio. Além disso, o agente precisa armazenar isso em sua memória passada, em quatro amostras seguidas.

Desta forma, se o cheiro for leve e o agente estiver dormindo, ele demorará um tempo maior para perceber o que está acontecendo e dependendo do tempo da simulação ele poderá nem acordar. Se o cheiro for médio e ele estiver dormindo, o agente irá acordar aos poucos e conseqüentemente alterará o seu foco de atenção, possibilitando assim ficar totalmente acordado e poder perceber com clareza as alterações no ambiente. Caso o cheiro seja forte, o agente irá acordar mais rapidamente e reagir com maior rapidez às alterações no ambiente. Portanto, conforme visto nas regras, estabeleceu-se que o agente possa ter dois estados finais: permanecer ou evacuar.

Um exemplo de dados que pode ilustrar o esquema simulado é apresentado na Tabela 5. Neste caso, a primeira coluna indica o foco atencional ao final da simulação, a segunda coluna apresenta o dado percebido (cheiro leve, médio ou forte) e a terceira coluna determina a reação do agente para cada simulação realizada.

Foco Atencional	Dado Percebido	Ação do Agente
0	0.1	Agente Permanece no Ambiente
1	0.3	Agente Permanece no Ambiente
3	0.4	Agente Permanece no Ambiente
5	0.35	Agente Sai do Ambiente
5	0.6	Agente Sai do Ambiente

Tabela 5: Exemplo de dados obtidos ao final de 5 simulações possíveis

Conforme descrito na seção 3.1, as decisões dos agentes são todas baseadas nos dados percebidos. É interessante salientar que se poderá parametrizar agentes com habilidades diferentes, enriquecendo o realismo das simulações, por exemplo, definindo que alguns agentes não possuem capacidade perceptiva de vigilância com percepção externa seletiva (nível 5 de foco atencional usado neste trabalho).

Posteriormente, muitas outras situações poderão ser inseridas no protótipo, como os dados percebidos pela visão (DPV) e pela audição (DPA), assim como a variação do arquivo (formato OBJ) em função do tempo. Este último permite a variação dinâmica do ambiente (no capítulo 4 foram criados somente dados fixos). Além disso, as regras criadas para a reação e alteração de foco dos agentes em função do tempo podem também ser alteradas e enriquecidas com dados reais, de maneira que a simulação torne-se o mais realista possível.

3.5 Ambiente de Simulação

O protótipo desenvolvido visa aplicar o modelo para testes e validação. A Figura 28 apresenta a tela do sistema.

O ambiente simulado é criado a partir de dados geométricos, conforme usualmente tratado em computação gráfica (por exemplo, em arquivos no formato

OBJ). Assim, é possível o tratamento de dados fixos. Além disso, as faces geométricas poderão ser de tipos pré-definidos: DPO, DPA e DPV, no caso dos resultados deste trabalho do tipo, DPO. O responsável (*designer*) pela modelagem do ambiente deve gerar informações tipo DPO, DPA, DPV. Além disto, os arquivos no formato OBJ podem variar em função do tempo tornando o ambiente dinâmico.

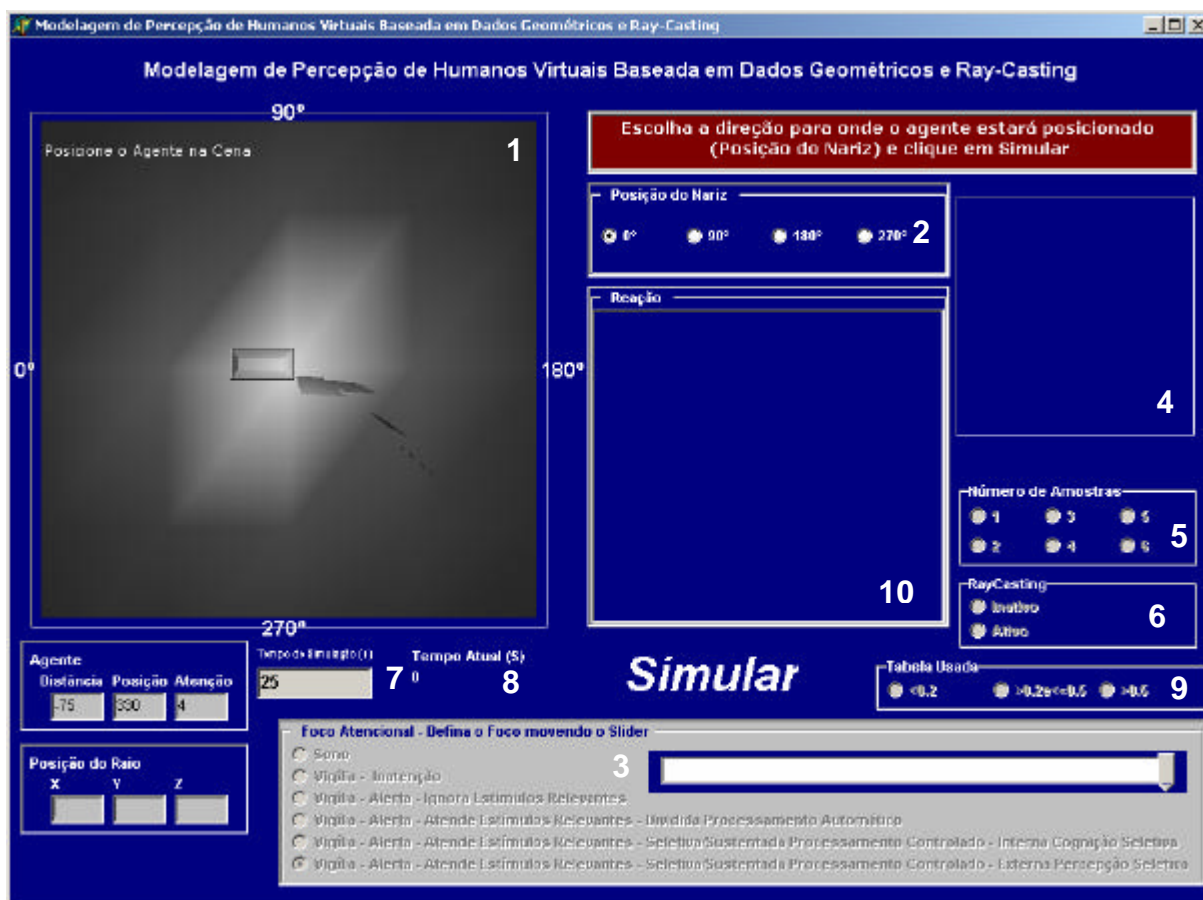


Figura 28: Protótipo com posicionamento dos itens da interface

O funcionamento do sistema é simples, primeiramente define-se a posição do agente no ambiente, item 1 na tela acima. Após a definição da posição do agente, deve ser escolhida a direção pra onde estará posicionado o nariz, item 2. Pode-se também definir o foco de atenção do agente, item 3. Após estes três passos pressiona-se o botão “SIMULAR”, para que a aplicação do ray-casting seja realizada durante o tempo de simulação determinado na interface, item 7.

A partir do posicionamento do agente no ambiente, os dados percebidos pelo olfato (DPO), serão renderizados conforme a seção 3.2 e exibidos no item 4. Com a renderização realizada pelo método de percepção de sentido do humano virtual, a expectativa é que o agente possa perceber, através dos dados obtidos pela renderização do DPO, o que está acontecendo no mundo em termos de informações olfativas. Caso a imagem renderizada seja totalmente branca, isso significa que nenhum dado do tipo DPO era existente no seu campo de percepção.

Dependendo do foco de atenção do agente, o número de amostras por segundo (imagens renderizadas) varia de acordo com a Tabela 6, dependendo do foco atencional. O objetivo é simular que a pessoa em estado de vigiância recebe mais amostras do mundo, que no estado de sono.

Foco de Atenção	Número de Amostras/Segundo
0	1
1	2
2	3
3	4
4	5
5	6

Tabela 6: Numero de amostras por segundo a partir do foco de atenção

O tempo de simulação é definido pelo usuário em segundos, esse tempo é mostrado no item 7. O item 8 define o tipo corrente da simulação.

No item 9 é definida a tabela de dados pela variação do foco atencional que está sendo utilizada dependendo da simulação (automaticamente definida).

O resultado da simulação, ou seja, a reação do agente, é mostrada no item 10 do sistema. Abaixo temos a Figura 29 onde é apresentada a tela do sistema com o resultado final da simulação.

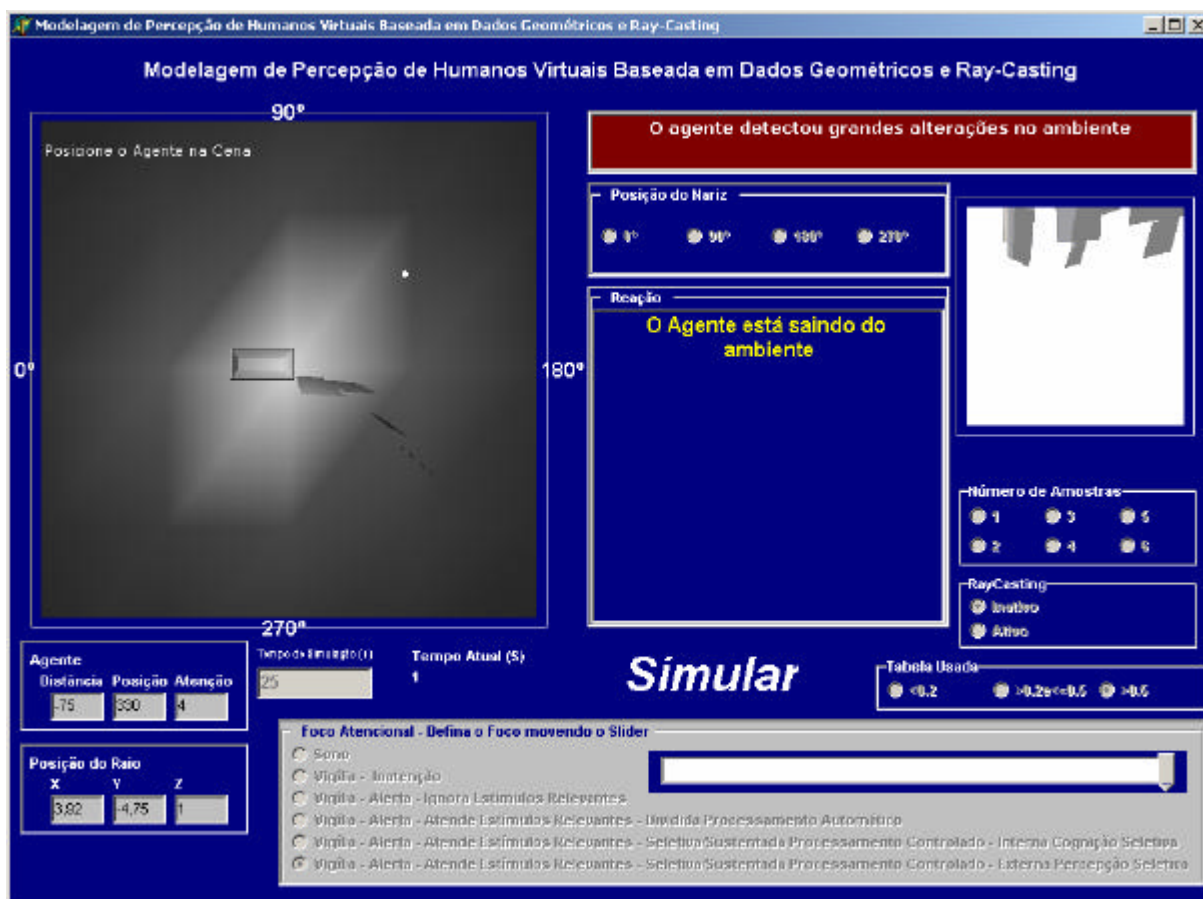


Figura 29: Interface do protótipo

4 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Neste capítulo, são apresentados seis casos de estudo onde são mostradas simulações realizadas no protótipo de percepção olfativa, cada uma com tempos de simulação diferentes, com diferentes posições do nariz e sua respectiva direção do raio para realizar a percepção, e com diferentes focos de atenção. As simulações realizadas têm como objetivo simular situações de perigo onde os agentes, através da percepção olfativa do cheiro de fumaça, podem ou não reagir ao ambiente em questão.

O ambiente onde é realizada a simulação é uma casa com sinais de fumaça, onde o agente será posicionado para realizar a percepção. A fumaça também poderá ser usada como DPV, no entanto as simulações foram executadas considerando apenas dados do tipo DPO.

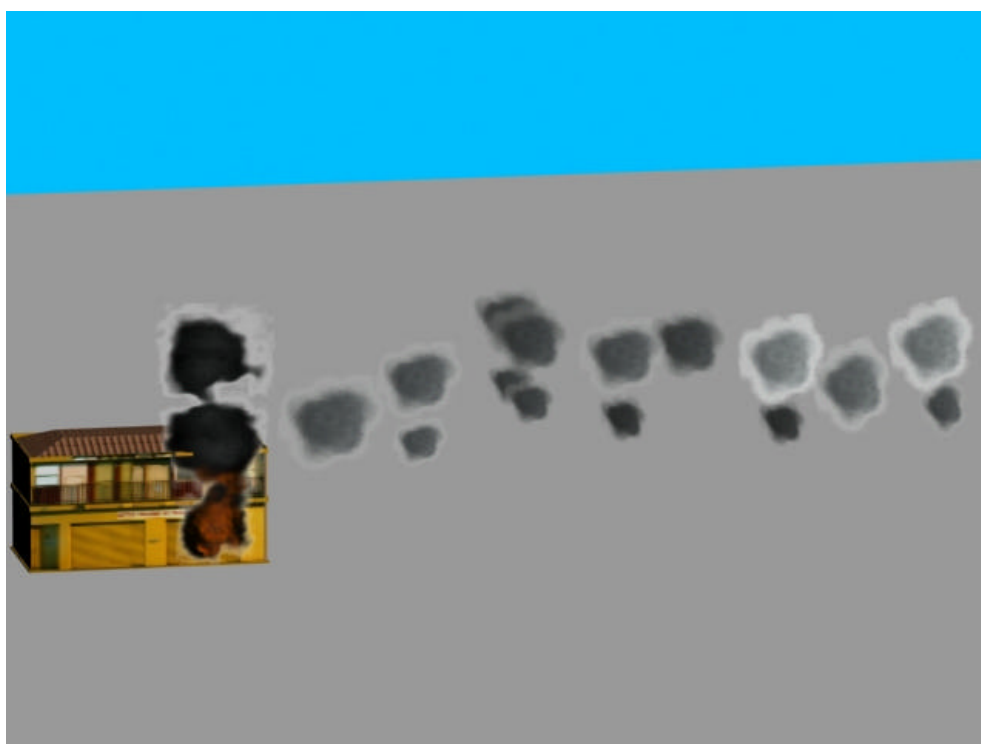


Figura 30: Foto do ambiente onde são realizadas as simulações

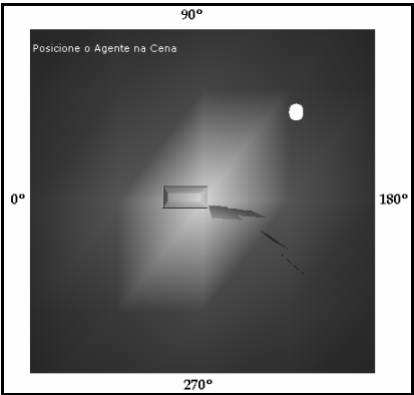

Na Tabela 7 encontra-se o primeiro estudo de caso, onde tem-se o foco atencional inicial igual à zero, ou seja, o agente está em estado de sono, podendo perceber pouca informação sobre o ambiente. Depois que foi escolhido o foco de atenção do agente, escolhe-se a posição para onde o nariz está posicionado (círculo branco na imagem – vista de cima da cena da Figura 30), a direção do sensor, neste caso 270° , e o tempo de simulação.

Estudo de Caso 1:


Foco = 0

Direção do raio = 270°

Tempo de simulação = 15 segundos

Posição do Agente	Foco Inicial	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
	<p>Foco = 0</p> 	Tabela 2	10 s

(a)

	Reação
<p style="text-align: center;">Foco = 1</p> 	<p style="text-align: center;">O Agente não conseguiu sair do Ambiente.</p>

(b)

Tabela 7: Estudo de caso 1 - (a) Foco=0, (b) Foco =1

Conclui-se deste primeiro estudo de caso que o agente acabou não conseguindo, em tempo de simulação, perceber as alterações no ambiente. Isto aconteceu por causa do foco atencional baixo e pelo tempo de simulação ser de somente 15 segundos, consequentemente influenciou no resultado final. A tabela que foi utilizada para verificar a percepção do ambiente foi a com média de valores de cores inferiores a 0.2.

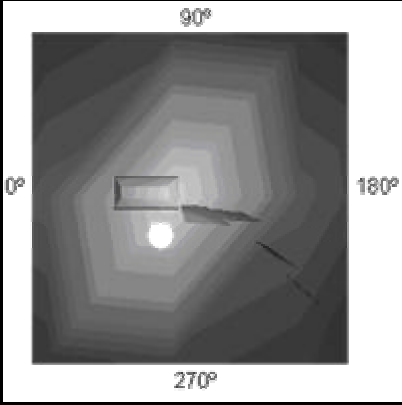

Estudo de caso 2:

Em outro caso simulado, descrito na Tabela 8, o tempo de simulação é de quarenta segundos, a posição do nariz é ilustrada no círculo branco com direção de 180° , e o foco inicial é zero. Além da posição e direção do nariz, o tempo de simulação é diferente do primeiro caso de estudo, sendo assim, o agente terá tempo maior para reagir.

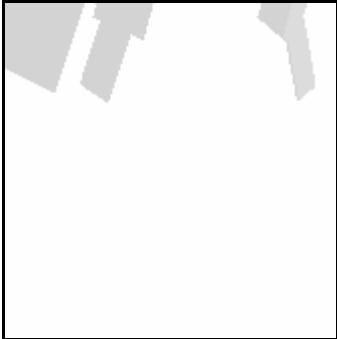
Foco = 0

Direção do raio = 180°

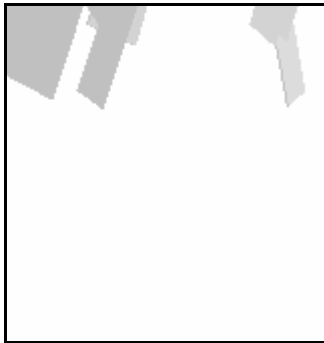
Tempo para saída do ambiente = 40s

Posição do Agente	Foco Inicial	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
	<p>Foco = 0</p> 	Tabela 2	10 s

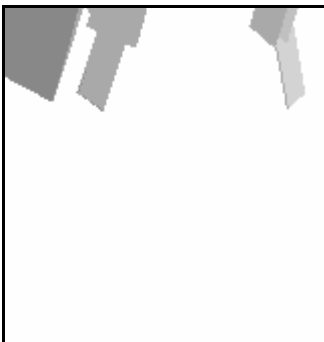
(a)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
<p>Foco = 1</p> 	Tabela 2	18 s

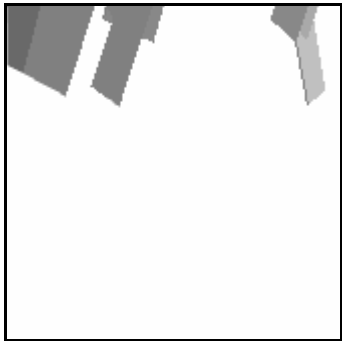
(b)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
Foco = 2 	Tabela 3	22 s

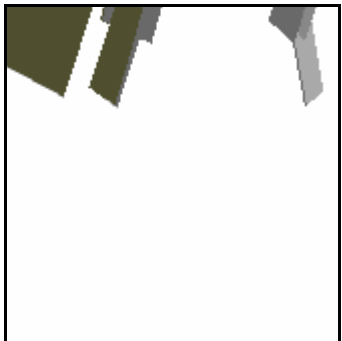
(c)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
Foco = 3 	Tabela 4	25 s

(d)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
<p>Foco = 4</p> 	Tabela 4	27 s

(e)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual	Reação
<p>Foco = 5</p> 	Tabela 4	28 s	O Agente está saindo do ambiente

(f)

Tabela 8: Estudo de caso 2 – (a) Foco=0, (b) Foco=1, (c) Foco=2, (d) Foco=3, (e) Foco=4, (f) Foco=5

Neste estudo de caso, o agente levou vinte oito segundos para atingir o foco atencional 5 e, conseqüentemente, perceber o que estava acontecendo, podendo assim deixar o ambiente. A partir da primeira percepção, o agente já alterou o seu foco atencional e assim sucessivamente, alternando também as tabelas utilizadas para a mudança de foco, passando da percepção leve para a média, e desta para a forte, possibilitando assim a evacuação do ambiente.

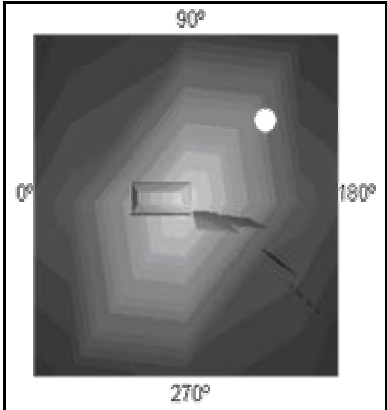

Estudo de Caso 3:

O estudo de caso 3, apresentado na Tabela 9, mostra o agente já com um estado atencional inicial avançado (Foco = 4), com tempo de simulação igual ao estudo de caso 2, e a posição do nariz direcionada para 270°.

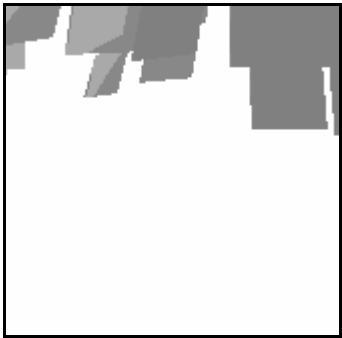
Foco = 4

Direção do raio = 270°

Tempo para saída do ambiente = 40s

Posição do Agente	Foco Inicial	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
	<p>Foco = 4</p> 	Tabela 4	2 s

(a)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual	Reação
<p>Foco = 5</p> 	Tabela 4	3 s	O Agente está saindo do ambiente

(b)

Tabela 9: Estudo de caso 3 – (a) Foco=4, (b) Foco=5

Neste estudo de caso o agente levou apenas três segundos para reagir e sair do ambiente, pois ele já estava com um foco de atenção alto (foco=4) e a sua percepção do ambiente já assimilou um cheiro forte, alterando seu foco para 5, possibilitando a reação rápida por parte do agente.

Estudo de Caso 4:

O estudo de caso 4 é diferente dos demais, no sentido em que o agente não percebe alterações no ambiente e, portanto não realiza nenhuma ação, o exemplo é mostrado na Tabela 10.

Foco = 3

Direção do raio = 90°

Tempo de simulação = 15s

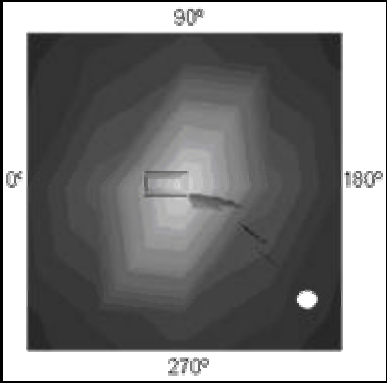
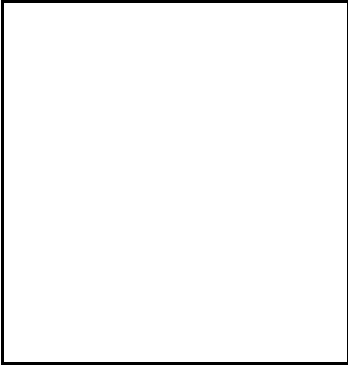
Posição do Agente	Foco Inicial	Reação
	<p>Foco = 3</p>  <p>Não houve detecção (cor branca)</p>	<p>O Agente se mantém no ambiente, pois não constatou alterações.</p>

Tabela 10: Estudo de caso 4

Assim, não havendo percepção de cheiro no ambiente, o agente não realiza nenhuma ação.

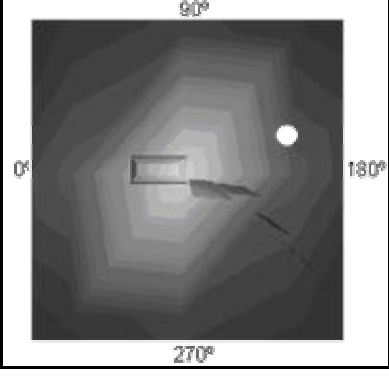
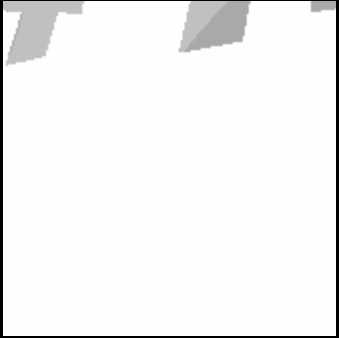
Estudo de Caso 5:

O próximo estudo de caso apresentado na Tabela 11, mostra o agente com um estado atencional intermediário (Foco = 3) e com um tempo de simulação de quinze segundos, e nariz direcionado para 270°.

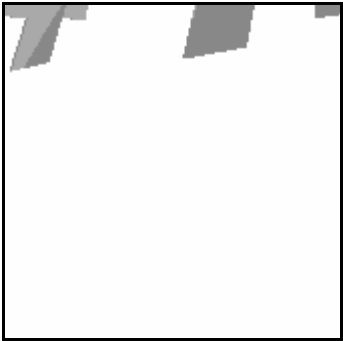
Foco = 3

Direção do raio = 270°

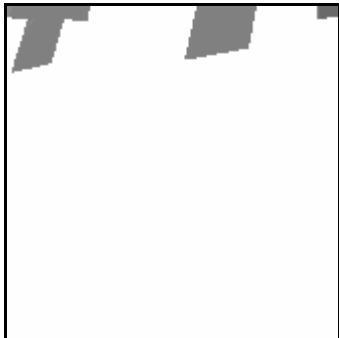
Tempo de simulação = 15s

Posição do Agente	Foco Inicial	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
	<p>Foco = 3</p> 	Tabela 3	3 s

(a)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
<p>Foco = 4</p> 	Tabela 4	5 s

(b)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual	Reação
<p>Foco = 5</p> 	Tabela 4	6 s	O Agente está saindo do Ambiente.

(c)

Tabela 11: Estudo de caso 5 – (a) Foco=3, (b) Foco=4, (c) Foco=5

Neste caso, como o agente obteve uma percepção média do ambiente, ele conseguiu em apenas seis segundos decidir sair do ambiente, mesmo tendo um tempo inferior de simulação.

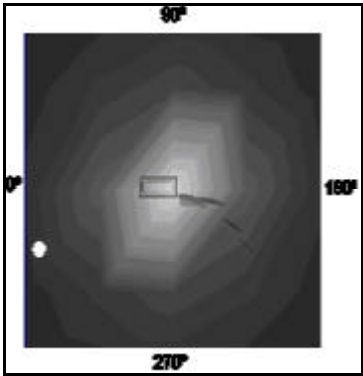

Estudo de Caso 6:

O estudo de caso 6 refere-se a um foco atencional intermediário, mas com uma percepção baixa, inferior a 0.2. O tempo de simulação é de quinze segundos e a direção do raio é de 180°, ela pode ser visualizada na Tabela 12.


Foco = 2

Direção do raio = 180°


Tempo de simulação = 15s

Posição do Agente	Foco Inicial	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
	<p>Foco = 2</p> 	Tabela 2	6 s

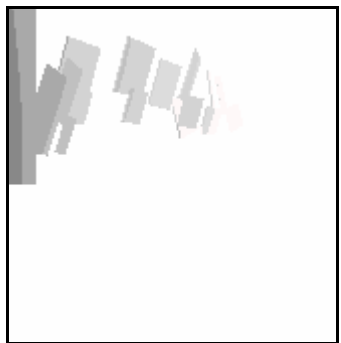
(a)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
<p>Foco = 3</p> 	Tabela 3	9 s

(b)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual
<p>Foco = 4</p> 	Tabela 3	11 s

(c)

	Tabela Utilizada	Tempo de Simulação Atual	Reação
<p>Foco = 5</p> 	Tabela 3	12 s	O Agente está saindo do Ambiente.

(d)

Tabela 12: Estudo de caso 6 – (a) Foco=2, (b) Foco =3, (c) Foco=4, (d) Foco=5

Neste estudo de caso tem-se uma situação onde o foco atencional é baixo, e a percepção dos dados é de uma distância maior o que acarreta em uma média de cores menor, finalizando a simulação na tabela de cheiro médio, mas com um foco igual a 5.

Os resultados apresentados nos estudos de caso revelam certa adequação com a nossa realidade, porque em todos os casos, a decisão das pessoas, em

situações de emergência, varia de acordo com a sua percepção. Por exemplo, as pessoas quando estão dormindo, demoram a perceber a situação de perigo. No entanto, quando há certa sensibilidade de que algo está errado, a reação ocorre com maior rapidez, podendo evitar assim algum evento de proporções perigosas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou um modelo de percepção de dados, não necessariamente visuais, para humanos virtuais utilizando dados geométricos e técnicas de ray-casting. A principal finalidade é prover uma ferramenta onde possa-se simular o quanto um agente percebe de dados em um ambiente virtual, dependendo do seu foco atencional.

Neste modelo o agente, através da aplicação da técnica de ray-casting, realiza a percepção do ambiente a partir de sua posição para a direção especificada na simulação, levando-se em consideração o foco de atenção do agente naquele momento que pode variar de dormindo até totalmente acordado. A partir da percepção pelo agente do que acontece no ambiente, ele reage podendo permanecer no ambiente ou sair deste.

Na pesquisa realizada em trabalhos relacionados, foram encontrados métodos parecidos de percepção, mas nenhum utilizando ray-casting para realizar a simulação e a percepção do ambiente. Os testes permitiram a modelagem dos dados percebidos pelo olfato, mas a técnica utilizada tende a ser colocada em prática também para os outros sentidos, tais como, os dados percebidos pela visão e os dados percebidos pela audição.

Os resultados alcançados pelas simulações apresentadas, mostram que a ferramenta permite gerar resultados satisfatórios no que tange as individualidades dos agentes. Assim, percepções diferentes, relacionadas a posições diferentes dos agentes, definem diferenciadas reações, conforme o esperado. Desta forma, este modelo de percepção pode ser usado para simular reações de multidões.

Alguns tópicos do modelo podem com certeza ser investigados no futuro, complementando o trabalho iniciado. Pode-se ter um modelo adaptativo que trabalhe com os dados percebidos pelo olfato, visão e audição, somente com um ou dois deles, ou até com os três ao mesmo tempo, tendo um ambiente com situações diferentes, por exemplo, somente com cheiro de gás, que não pode ser visto ou ouvido, ou com fumaça que pode ser sentido pelo olfato e pela visão ou até um barulho como uma pessoa caindo, que somente seriam percebidos pelo sentido da audição. Ainda, como trabalhos futuros, indica-se a integração deste modelo em agentes dinâmicos, ou ainda humanos virtuais.

REFERÊNCIAS

- ÁLVARES, L. O.; SICHMAN, J. S. Introdução aos Sistemas Multiagentes. *Proceedings of the Jornada de Atualização em Informática (JAI 97), XVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, Brasília, 1997.
- ALVES, A. Tato. Disponível em:
<http://www.todos-os-sentidos.com.br/tato/index_tato2.html>. Acesso em 14/06/2005.
- BADLER, N. et al. Real time virtual humans. *Proceedings of the International Conference on Digital Media Futures*, Bradford, UK, abril de 1999.
- BALLONE, G. Atenção e Memória. *Proceedings of the PsiqWeb Psiquiatria Geral, Internet*, 1999. Disponível em: <<http://www.psiqweb.med.br/cursos/memoria.html>>. Acesso em 15/06/2005.
- BARROS, C.; PAULINO, W. R. O Corpo Humano. São Paulo, Ed. Ática, 2000.
- BORDEUX, C.; BOULIC, R.; THALMANN, D. An Efficient and Flexible Perception Pipeline for Autonomous Agents. *Proceedings of the EUROGRAPHICS*, Milano, Italy, p. 23-30, 1999.
- BOULIC, R. et al. Integration of motion control techniques for virtual human and avatar realtime animation. *Proceedings of the Proc. VRST '97*, p. 111–118. ACM Press, 1997.
- CARNEIRO, T. A. Sistema Sensorial. Disponível em:
<http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/ab_news_health/noticias.htm>. Último Acesso em 14/06/2005.
- CONDE, T.; THALMANN, D. Autonomous Virtual Agents with multi-sensorial and multi-perceptive features. *Proceedings of the Computer Animation and Virtual Worlds*, p. 311–318, 2004
- DREBIN, R.; CARPENTER, L.; HANRAHAN, P. Volume Rendering. *Proceedings of SIGGRAPH'88*. Computer Graphics 22. p. 65-74. 1988.
- EVERS, T. F.; MUSSE, S. R. Simulação de Multidões de Humanos Virtuais Baseada em Memórias Artificiais. *Proceedings of WORKCAP-UNIINFO*. São Leopoldo, RS. 2002.

GILLIES, M. F. P. Practical behavioural animation based on vision and attention, *Proceedings of the PhD Thesis*, University of Cambridge Computer Laboratory, 2001.

HORVITZ, E. et al. Models of Attention in Computing and Communication: From Principles to Applications. *Communications of the ACM*, Vol. 46, N.3, p. 52-59, March 2003.

ITTI, L.; KOCH, C.; NIEBUR, E. A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. *Proceedings of the IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. (PAMI)*, Vol. 20, N. 11, p. 1254-1259, 1998.

ITTI, L.; KOCH, C.. A comparison of feature combination strategies for saliency-based visual attention systems. *Proceedings of the Conference on Human Vision and Electronic Imaging IV. SPIE*. Vol. 3644, p. 373-382, 1999.

ITTI, L.; KOCH, C. A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention, *Proceedings of the Vision Research*, Vol. 40, 10-12, p. 1489-1506, 2000.

ITTI, L. Models of bottom-up and top-down visual attention. *Proceedings of the PhD Thesis*, California Institute of Technology, 2000.

KAUSTRUP, V. A Aprendizagem da Atenção na Cognição Inventiva. *Proceedings of the Psicologia & Sociedade*. 16 (3): p. 7-16. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Set/Dez. 2004.

KAYE, J. The Olfactory Display of Abstract Information. *Proceedings of the MIT Media Lab*, 2000.

KUFFNER J.; LATOMBE, J. C. Perception-Based Navigation for Animated Characters in Real-Time Virtual Environments. *Proceedings of the The Visual Computer: Real-Time Virtual Worlds*, 1999.

LEVOY, M. Volume Rendering: Display of Surfaces from Volume Data. *Proceedings of the IEEE Computer Graphics and Applications* 8. p. 29-37, 1988.

LIMA, R. F. de. Compreendendo os Mecanismos Atencionais. *Ciência e Cognição – Vol. 6* 113-122 – Publicado On line em 30 de novembro de 2005. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/artigos/v06/m24554.htm>>. Acesso em 11/12/2005.

LOEFF, Dr. N. Loeff. Olhos. Disponível em: <<http://atlas.ucpel.tche.br/~nicolau/index.html>>. Acesso em 14/06/2005.

MIROL, V. A. Fisiologia da Audição: Revisão e Considerações. *Proceedings of the SeMEA – UFMG*. 2002.

MUSSE, S. R. Human Crowd Modelling with Various Levels of Behaviour Control. *Proceedings of the Lausanne: EPFL*, 164 p. (Tese, Doutorado em Ciências), 2000.

NOSER, H. et al. Navigation for Digital Actors based on Synthetic Vision, Memory and Learning. *Proceedings of the Computers and Graphics*, Pergamon Press, Vol.19, N. 1, p. 7-19. 1995.

NOSER, H.; THALMANN, D. Synthetic Vision and Audition for Digital Actors, *Proceedings Eurographics '95*, Maastricht, p. 325-336. 1995.

PAIVA, A. C. de; SEIXAS, R. de B.; GATTASS, M. *Introdução à Visualização Volumétrica*. Monografia em Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, Fevereiro 1999.

PETERS, C.; O' SULLIVAN, C. Bottom-Up Visual Attention for Virtual Human Animation. *Proceedings of the Computer Animation for Social Agents (CASA)*. 2003.

PETERS, C.; O' SULLIVAN, C. Synthetic Vision and Memory for Autonomous Virtual Humans. *Computer Graphics Fórum*, Volume 21, N. 4. 2002.

RAO, A. S.; GEORGEFF, M. P. BDI Agents: From Theory to Practice. *Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS'95)*, São Francisco, CA, 312—319, 1995.

RENAULT, O.; MAGNENAT-THALMANN, N.; THALMANN, D. A Vision-based Approach to Behavioural Animation, *Proceedings of the Journal of Visualization and Computer Animation*, Vol.1, N. 1, p.18-21, 1990.

REYNOLDS, C. W. Flocks, herds and schools: A distributed behavioural model. *In Computer Graphics, (SIGGRAPH '87 Conference Proceedings)*, Vol. 21, N. 4, p. 25-34, 1987.

SEIXAS, R.B. et al. Otimizações do Algoritmo de Ray-Casting para Visualização de Tomografias, *Anais do VII Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens*, p. 5-8, 1994.

TERZOPOULOS, D.; RABIE, T. Animat Vision: Active Vision in Artificial Animals. *Proceedings of the Videre: Journal of Computer Vision Research*, p. 2-19, 1997.

THALMANN, D. Autonomy and Task-Level Control for Virtual Actors. *Proceedings of the Programming and Computer Software*, N. 4, Moscou, Rússia, 1995.

THALMANN, D.; NOSER, H. Towards Autonomous, Perceptive, and Intelligent Virtual Actors. *Proceedings of the Artificial Intelligence Today, Lecture Notes in Artificial Intelligence*, p. 457-472, 1999.

VILELA, A. L. M. Disponível em: <<http://www.afh.bio.br/sentidos/Sentidos3.asp>>. Acesso em 14/06/2005.

WOOLDRIDGE, M. A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. *Proceedings of the Capítulo I - Agentes Inteligentes*, editado por G. Weiss, 1999.

YEE, H.; PATTANAİK, S.; GREENBERG, D. Spatiotemporal sensitivity and visual attention for efficient rendering of dynamic environments. *In ACM Transactions on Graphics*, Vol. 20, N. 1, p. 39-65, 2001.