

# **A Tecnologia da Informação Aplicada À Área da Saúde: Investigação de Métodos, Técnicas e Aplicações sobre Realidade Virtual e Aumentada**

**Flávia Gonçalves Fernandes**  
**flavia.fernandes92@gmail.com**  
**UNIUBE**

**Lilian Ribeiro Mendes Paiva**  
**lilian.paiva@uniube.br**  
**UNIUBE**

**Luciene Chagas de Oliveira**  
**luciene.oliveira@uniube.br**  
**UNIUBE**

**Mylene Lemos Rodrigues**  
**mylene.rodrigues@uniube.br**  
**UNIUBE**

**Resumo:**Objetivo: Abordar conceitos, desafios e oportunidades de aplicações de Realidade Virtual e Aumentada na área da saúde, apresentando um estudo sobre pesquisa e projetos desenvolvidos. Métodos: Pesquisa bibliográfica adequada, coletada em livros, revistas, vídeos e artigos, sobre o assunto em questão. Resultados: Foram encontrados muitos métodos, experiências e técnicas bastante úteis para auxiliar diversos tratamentos de saúde e melhorar a qualidade de vida das pessoas. Conclusão: Verifica-se que, apesar do intenso progresso na área de tecnologia, ainda há vários desafios a serem superados a fim de que as aplicações de RA sejam incluídas na rotina dos profissionais da área de saúde.

**Palavras Chave:** realidade aumentada - realidade virtual - saúde - tecnologia -

## 1. INTRODUÇÃO

Recentemente, observa-se que o desenvolvimento da tecnologia da informação vem auxiliando inúmeras práticas na área da saúde, em atividades como diagnóstico, terapia, gerenciamento e educação, o que exige a necessidade de mudanças e desenvolvimento de novas habilidades pelos profissionais das áreas envolvidas.

Neste campo, a RVA definida como a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, vem trazendo novas possibilidades para criação, modelagem, visualização, interação e simulação tridimensional de imagens, proporcionando interfaces avançadas capazes de gerar a imersão do usuário em ambientes com os quais pode interagir e explorar (KIRNER, 2008).

A RVA é uma área tipicamente multidisciplinar que envolve conceitos provenientes de diversos segmentos, com aplicação em várias áreas ou campos específicos da vida econômica, social e cultural. Por permitir uma interação humano-computador mais natural em ambiente tridimensional (3D) e possibilitar a reprodução de situações reais, torna-se um recurso de amplo potencial (LAMOUNIER, 2004; SISCOOTTO, 2008; NUNES, 2011).

Desse modo, a aplicação da RVA na área da saúde, ou mesmo para o desenvolvimento humano, tem sido avaliada de forma intensiva nos últimos anos e merecido destaque, pois representa novos desafios e potencialidades, com a inserção de informações complementares e/ou relevantes ao cenário real.

Este trabalho demonstra relevantes publicações de projetos, avaliando as possibilidades da aplicação e utilização da RVA na saúde, discutindo como a mesma pode ser usada em aplicações médicas, mostrando exemplos e explorando os recursos de visualização e de sensações multisensoriais em situações físicas e psicológicas. O principal objetivo foi criar um referencial teórico e sistemático na análise metodológica das técnicas utilizadas além de investigar basicamente dois aspectos relevantes para a construção das ferramentas apresentadas: a imersão e o realismo.

## 2. MÉTODOS

Realidade Virtual e Realidade Aumentada são duas áreas relacionadas com as novas gerações de interface do usuário, facilitando e potencializando as aplicações computacionais. As definições envolvem diversos aspectos, a saber:

- **Realidade virtual (RV)** é uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário navegar e interagir, em tempo real, com um ambiente tridimensional gerado por computador, usando dispositivos multisensoriais (KIRNER, 2007).
- **Realidade aumentada (RA)** é a ampliação da percepção sensorial por meio de recursos computacionais, gerando a mistura dos mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua, que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais (TORI, 2006), (MILGRAM, 1995).

Na evolução dos conceitos e técnicas sobre RVA, é preciso considerar a convergência de uma série de fatores, incluindo pesquisas, tecnologia, disponibilidade de produtos e custos acessíveis.

O desenvolvimento de aplicações de realidade virtual e aumentada pode ser facilitado, quando são usadas ferramentas apropriadas para cada caso, como linguagens, bibliotecas, ambientes visuais de desenvolvimento, constituindo ferramentas de autoria das aplicações. A escolha certa das ferramentas depende de um bom conhecimento do domínio da aplicação e



da disponibilidade de recursos de hardware e de software. Nesse sentido, possuem papel fundamental as seguintes ferramentas e dispositivos (Figura 1):

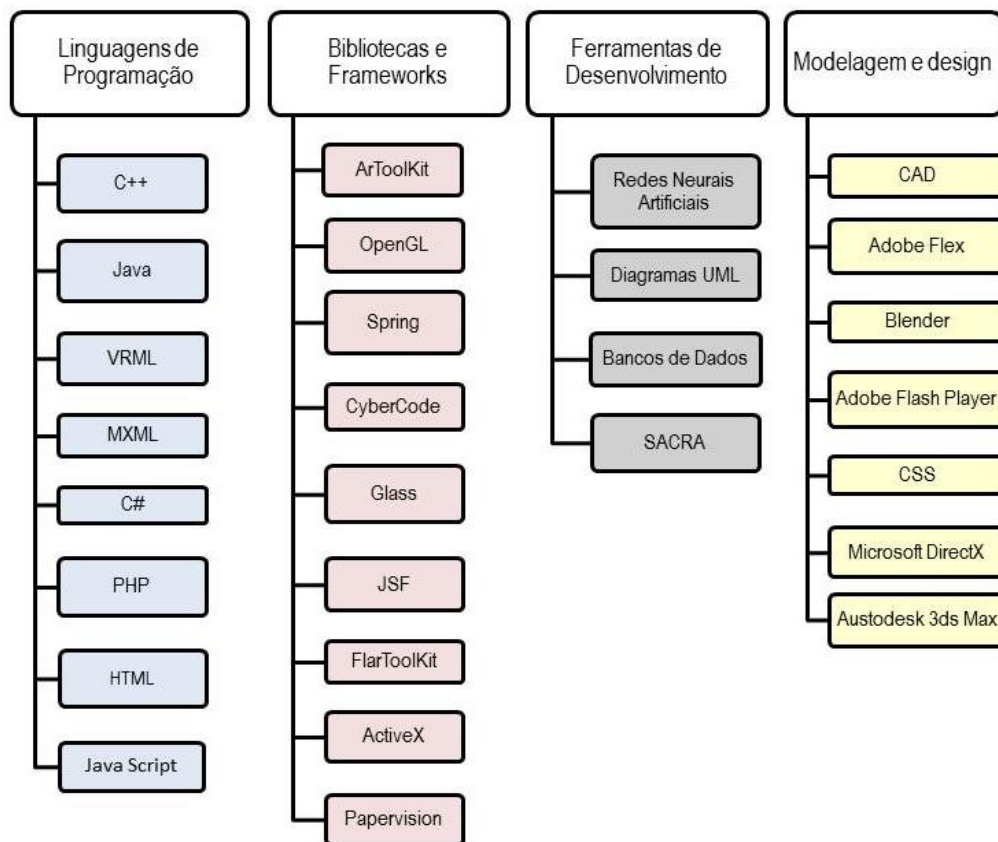


Figura 1: Esquema dos principais softwares utilizados para soluções aplicadas à área da saúde baseadas em RVA.

## 2.1. Linguagens de programação

• **C++:** é uma linguagem de programação multi-paradigma e de uso geral. A linguagem é considerada de médio nível, pois combina características de linguagens de alto e baixo nível. Desde os anos 1990 é uma das linguagens comerciais mais populares, sendo bastante usada também na academia por seu grande desempenho favorável às aplicações desenvolvidas (CAMILO-JUNIOR, 2010).

• **Java:** é uma linguagem de programação orientada a objetos, cujo diferencial é a compilação para um bytecode que é executado por uma máquina virtual, diferentemente das linguagens convencionais, que são compiladas para código nativo (MELO, 2011).

• **VRML (Virtual Reality Modeling Language, que significa: Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual):** é um padrão de formato de arquivo para realidade virtual, utilizado tanto para a Internet como para o ambiente desktop. Permite criar objetos (malhas poligonais) tridimensionais com definição de cor, transparência, brilho e textura. Os objetos podem ser formas básicas, como esferas, cubos, ovóides, hexaedros, cones, cilindros, ou formas criadas pelo próprio programador (MEDEIROS, 2006).

• **MXML:** é uma linguagem de marcação baseada em XML, usada principalmente para dispor declarativamente a interface de aplicativos. Pode também ser usada para implementar aplicativos comerciais voltados para Internet (ABRAHÃO, 2005).

- **C#:** é uma linguagem de programação orientada a objetos, fortemente tipada, desenvolvida pela Microsoft como parte da plataforma .NET. A sua sintaxe foi baseada no C++ mas inclui muitas influências de outras linguagens de programação, como Pascal e Java (SANTOS, 2009).

- **PHP (Personal Home Page):** é uma linguagem interpretada que permite criar sites WEB dinâmicos, possibilitando uma interação com o usuário através de formulários, parâmetros da URL e links. É executada no servidor, sendo enviado para o cliente apenas HTML puro. Desta maneira é possível interagir com bancos de dados e aplicações existentes no servidor (ABRAHÃO, 2005).

- **HTML:** (abreviação para a expressão inglesa HyperText Markup Language, que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto) é uma linguagem de marcação utilizada para produzir páginas na Web. Documentos HTML podem ser interpretados por navegadores (ABRAHÃO, 2005).

- **JavaScript (JS):** é uma linguagem script com orientação a objetos baseada em protótipos, tipagem fraca e dinâmica e funções de primeira classe. Possui suporte à programação funcional e apresenta recursos como fechamentos e funções de alta ordem comumente indisponíveis em linguagens populares como Java e C++ (ABRAHÃO, 2005).

## 2.2. Bibliotecas e frameworks

- **ARToolkit:** é uma biblioteca open source, que viabiliza o desenvolvimento de interfaces para realidade aumentada. Esta ferramenta emprega métodos de visão computacional para detectar tags na imagem capturada por uma câmera. O rastreamento óptico desta tag possibilita o ajuste de posição e orientação para realizar a renderização de um objeto virtual, de modo que esse objeto pareça estar “atrelado” a tag, desta forma o usuário pode manipular o objeto virtual, utilizando um objeto real (CAMILO-JUNIOR, 2010).

- **OpenGL (Open Graphics Library):** é uma API livre utilizada na computação gráfica, para desenvolvimento de aplicativos gráficos, ambientes 3D, jogos, entre outros (CAMILO-JUNIOR, 2010).

- **Spring:** é um framework open source para a plataforma Java, baseado nos padrões de projeto com inversão de controle e injeção de dependência. Oferece diversos módulos que podem ser utilizados de acordo com as necessidades do projeto, como módulos voltados para desenvolvimento Web, persistência, acesso remoto e programação orientada a aspectos (SANTOS, 2005).

- **CyberCode:** é um código 2D para aumentar a realidade. Onde uma imagem 2D composta dos tons preto e branco é usada como referência. Esta orienta o posicionamento da imagem 2D ou modelo 3D a ser inserido na cena podendo ser manipulado pelo deslocamento da imagem 2D de referência proporcionando ao usuário meios de manipular a realidade aumentada (SANTOS, 2005).

- **Glass:** é uma biblioteca que agiliza e facilita o processo de desenvolvimento de aplicações de realidade virtual, utilizada para desenvolver aplicações baseadas em aglomerados gráficos (DIAS, 2009).

- **JavaServer Faces (JSF):** é um framework MVC (*Model-view-controller*) de aplicações Web baseado em Java que se destina a simplificar o desenvolvimento de interfaces de usuário baseadas em web (MELO, 2011).

- **FlarToolKit:** é uma biblioteca de código-fonte aberto para Realidade Aumentada em Flash. Com a ajuda de um marcador como e uma webcam, o objeto virtual pode aparecer no meio ambiente. Um ponto particularmente interessante é que o objeto se adapta ao plano de inclinação e a distância do marcador (LIMA, 2006).

- **ActiveX:** é uma tecnologia da Microsoft (framework) para o desenvolvimento de páginas dinâmicas. Tem presença na programação do lado do servidor e do lado do cliente, embora existam diferenças no uso em cada um desses casos (MELO, 2011).

- **Papervision:** é uma biblioteca do flash para gerar animações e interações em 3D. É um framework muito utilizado por diversos desenvolvedores para renderização 3D dos objetos obtidos por arquivos do FlarToolKit (LIMA, 2006).

### 2.3. Ferramentas e técnicas de desenvolvimento

- **Redes neurais artificiais (RNA):** são sistemas computacionais estruturados numa aproximação à computação baseada em ligações. Nós simples são interligados para formar uma rede de nós - daí o termo rede neuronal. A inspiração original para essa técnica advém do exame das estruturas do cérebro, em particular do exame de neurônios (SANTOS, 2009).

- **Unified Modeling Language (UML):** é uma linguagem de modelagem não proprietária de terceira geração. A UML não é uma metodologia de desenvolvimento que auxilia a visualizar o desenho e a comunicação entre objetos (DAMASCENO, 2009).

- **Bancos de dados:** são coleções de informações que se relacionam para armazenamento de informações. São de vital importância para empresas, e há duas décadas se tornaram a principal peça dos sistemas de informação. Exemplos: IBM Informix, PostgreSQL, Firebird, IBM DB2, mSQL, MySQL, Oracle, SQL-Server (CAMILO-JUNIOR, 2010).

- **SACRA (Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada):** é uma ferramenta de software que prevê a utilização de dispositivos de baixo custo, como a webcam. A interação do usuário no SACRA é realizada por meio do uso de marcadores (placas de papel quadradas contendo um símbolo indicando visibilidade, posição e orientação), que atuam como interface tangível de realidade aumentada (WATAYA, 2009).

### 2.4. Ferramentas para modelagem e design

- **Desenho auxiliado por computador (DAC) ou CAD (do inglês: computer-aided design):** é o nome genérico de sistemas computacionais utilizados pela engenharia, geografia, arquitetura, design e outras áreas, para facilitar projetos e desenhos técnicos. (NOGUEIRA, 2007).

- **Adobe Flex:** é o nome de uma tecnologia que suporta o desenvolvimento de aplicações ricas para a Internet. Vem com um conjunto de componentes incluindo botões, list boxes, árvores de acesso, data grids e muitos outros objetos de controle de texto, além de contêineres de layout (MEDEIROS, 2004).

- **Blender:** é um programa de computador de código aberto, para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeo e criação de aplicações interativas em 3D, tais como jogos, apresentações e outros (LIMA, 2006).

- **Adobe Flash Player:** é um reprodutor de multimídia e aplicações amplamente distribuído. Adequado para aplicações de Internet e *streaming* de vídeo e áudio. Faz uso de

gráficos vetoriais para minimizar o tamanho do arquivo e criar arquivos que economizam largura de banda e tempo de carregamento. *Flash* é um formato comum para jogos, animações e interfaces gráficas de páginas web (ABRAHÃO, 2005).

- **Cascading Style Sheets (CSS):** é uma linguagem de estilo utilizada para definir a apresentação de documentos escritos em uma linguagem de marcação, como HTML ou XML. Seu principal benefício é prover a separação entre o formato e o conteúdo de um documento (ABRAHÃO, 2005).

- **Microsoft DirectX:** é uma coleção de APIs que tratam de tarefas relacionadas a programação de jogos para o sistema operacional Microsoft Windows, ou seja, é quem padroniza a comunicação entre software e hardware. Com a padronização de comunicação, o DirectX fornece instruções para que aplicações e hardware, façam uso dos seus recursos (SOUZA, 2006).

- **Autodesk 3ds Max:** é software gráfico para desenvolvimento de modelagens e animações 3D. É frequentemente usado por desenvolvedores de jogos de vídeo, estúdios de televisão e visualização de projetos arquitetônicos. Ele também é usado para efeitos de filmes cinematográficos (SANTOS, 2009).

## 2.5. Dispositivos e equipamentos de hardware

Os dispositivos e equipamentos de hardware são extremamente importantes para implementação de soluções em Realidade Virtual e Aumentada na área da saúde possibilitando o atendimento as mais diversas realidades.

- **Webcam** (Figura 2): é uma câmera de vídeo de baixo custo que capta imagens e as transfere para um computador. Pode ser usada para videoconferência, monitoramento de ambientes, produção de vídeo e imagens para edição, entre outras aplicações (MEDEIROS, 2004).

- **Vídeocapacete HMD (display head-mounted ou capacete montado visor)** – Figura 3: é um dispositivo de exibição, usado na cabeça ou como parte de um capacete (junção de óculos + capacete), que tem um pequeno visor óptico na frente de um (HMD monocular) ou cada olho (HMD binocular), muito utilizado em aplicações de realidade virtual e realidade aumentada (LIMA, 2006).



Figura 2: Webcam (MEDEIROS, 2004).



Figura 3: Vídeocapacete HMD (LIMA, 2006).

- **Eletromiógrafo** (Figura 4): A eletromiografia é uma técnica de monitoramento da atividade elétrica das membranas excitáveis, representando a medida dos potenciais de ação do sarcolema, como efeito de voltagem em função do tempo. O sinal eletromiográfico (EMG) é o somatório algébrico de todos os sinais detectados em certa área, podendo ser afetado por

propriedades musculares, anatômicas e fisiológicas, assim como pelo controle do sistema nervoso periférico e a instrumentação utilizada para a aquisição dos sinais (ASSIS, 2008).

- **Luva digital (ou luva de dados)** – Figura 5: é um dispositivo de interação semelhante a uma luva comum que, facilita o controle na robótica e nas aplicações de realidade virtual. Normalmente, esta luva é de látex devido à elasticidade do material. Através deste dispositivo é possível usar vários parâmetros físicos tais como: a pressão; a força linear; a temperatura e a textura de uma superfície ou material (CAMILO-JUNIOR, 2010).



**Figura 4:** Eletromiógrafo (ASSIS, 2008).



**Figura 5:** Luva digital (CAMILO-JUNIOR, 2010).

- **Marcadores** (Figura 6): são muito utilizados em RA para monitorar e verificar orientações dos objetos no ambiente, onde é possível definir previamente diversas destas orientações e para cada uma, especificar um comando concernente (CAMILO-JUNIOR, 2010).

- **Computador** (Figura 7): é uma máquina capaz de variados tipos de tratamento automático de informações ou processamento de dados. Um computador pode prover-se de inúmeros atributos, dentre eles armazenamento de dados, processamento de dados, cálculo em grande escala, desenho industrial, tratamento de imagens gráficas, realidade virtual, entretenimento e cultura (LIMA, 2006).



**Figura 6:** Marcadores (CAMILO-JUNIOR, 2010).



**Figura 7:** Computador (LIMA, 2006).

- **Mouse óptico:** é um periférico de entrada que, historicamente, se juntou ao teclado como auxiliar no processo de entrada de dados, especialmente em programas com interface gráfica (SANTOS, 2009).

- **Fones de ouvido** (Figura 9): auriculares e são pequenos alto-falantes para audição direta na cabeça do ouvinte. A finalidade é proporcionar uma audição privada, quando não se puder ouvir som pelas caixas acústicas, ou ainda minimizando as interferências de outras



fontes sonoras que estejam sendo reproduzidas simultaneamente no mesmo recinto (CAMILO-JUNIOR, 2010).

• **Microfone** (Figura 10): é um transdutor que converte o som em sinais elétricos. Microfones são usados em muitas aplicações como telefones, gravadores, aparelhos auditivos, shows e na transmissão de rádio e televisão (ASSIS, 2008).



**Figura 8:** Mouse óptico (SANTOS, 2009).



**Figura 9:** Fones de ouvido (CAMILO-JUNIO, 2010).



**Figura 10:** Microfone (ASSIS, 2008).

## 2.6. Aplicações de RV e RA em saúde

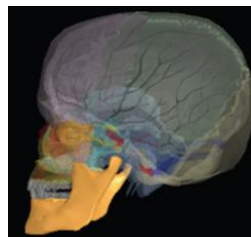
As aplicações de RVA na área da saúde estão evoluindo, principalmente nas áreas de treinamento de procedimentos (simulação médica), apresentação de conteúdo (ensino da Medicina), ferramenta de desenvolvimento (cirurgias) e terapia (reabilitação). Algumas destas aplicações e tecnologias merecem destaque:

**2.6.1. SADE (Sistema de Auxílio ao Diagnóstico da Escoliose):** sistema de auxílio ao fisioterapeuta no diagnóstico do desvio da coluna vertebral (escoliose). A coluna real é virtualizada e comparada a uma coluna ideal virtual (Figura 11) possibilitando maior mobilidade do fisioterapeuta e do paciente durante o diagnóstico (CAMILO-JUNIOR, 2010).



**Figura 11:** Imagem comparativa entre o método usando o simetrógrafo e o SADE (CAMILO-JUNIOR, 2010).

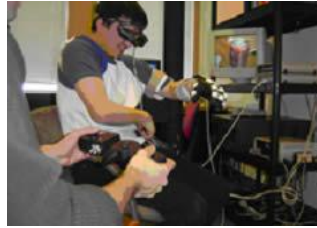
**2.6.2. ASM (Ambiente de Simulação Médica):** é um Sistema Tutor Inteligente (STI) – Figura 12, cujo objetivo é contribuir para o ensino da anatomia humana (MELO, 2011).



**Figura 12:** Visualização lateral da mandíbula em relação ao crânio em relação aos domínios da anatomia, patologia e fisiologia (MELO, 2011).

**2.6.3. Sistema de RA para reabilitação dos membros superiores de pacientes hemiplégicos com danos neurológicos NEUROR,** desenvolvido para vítimas de Acidente Vascular Encefálico (AVE). O fisioterapeuta estimula a prática mental do paciente para que este realize a tarefa solicitada no ambiente de RA (Figura 13). Neste cenário, o paciente pode visualizar a si mesmo e o mundo real ao seu redor (ASSIS, 2008).





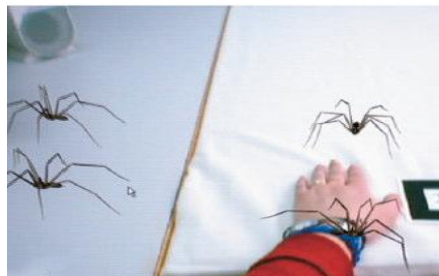
**Figura 13:** O usuário tentando agarrar uma lata de refrigerante projetada virtualmente no mundo real (ASSIS, 2008).

**2.6.4. Software Simulador de Movimentos do Membro Superior (SMMS):** sistema para controle e visualização da prótese de um membro superior através de uma interface gráfica tridimensional (Figura 14), que possibilita a classificação dos movimentos dos membros (NOGUEIRA, 2007).



**Figura 14:** Flexão do ombro: 0°, 90° e 130° (NOGUEIRA, 2007).

**2.6.5. Sistema para auxílio no Tratamento de pessoas com Aracnofobia (STA):** interação do modelo (aranha) com o paciente, em que este, ao colocar a mão no campo de visão da câmera, faz com que a aranha reaja – Figura 15 (LIMA, 2006).



**Figura 15:** Visão do usuário com óculos de RA (LIMA, 2006).

**2.6.6. Sistema de Realidade Virtual para Tratamento de Fobias (SRVTF):** tratamento de transtornos fóbicos em lugares (cheios ou vazios), como túnel, elevador e metrô, trabalhando com os pacientes em simulações por meio de capacetes, óculos e cavernas virtuais, sendo encorajados a vivenciar o medo, e não suprimi-los – Figura 16 (MEDEIROS, 2006).



**Figura 16:** Simulação de sistema para tratamento de fobia de túnel com tráfego (MEDEIROS, 2006).

**2.6.7. Sistema de Realidade Aumentada usando a Face como Marcador (SRAFM):** simulação de cirurgias craniofaciais, em que o paciente se posiciona em frente à câmera, para que ela capte a imagem e transmita ao software que gerará o objeto virtual – Figura 17 (SOUZA, 2006).



Figura 17: Composição da imagem real com o rosto sintético (SOUZA, 2006).

**2.6.8. Aplicação WEB para Tratamento com Próteses Virtuais em Membros Superiores (ATPVM):** ambiente de treinamento para contribuir com a mobilidade de pacientes em centros de reabilitação – Figura 18 (ABRAHÃO, 2005).

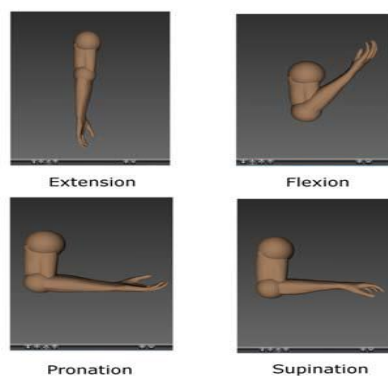


Figura 18: Versão VRML dos quatro movimentos do braço (ABRAHÃO, 2005).

**2.6.9. Aplicação para o Tratamento de superação de Aviofobia (ATA):** simulação de voos, com três níveis de interação. Cada etapa da simulação é responsável em auxiliar o psicólogo a medir o grau de fobia do paciente – Figura 19 (MEDEIROS, 2004).

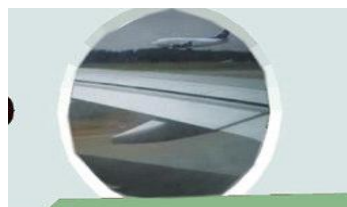


Figura 19: Janela do avião - Visão da decolagem em vídeo (MEDEIROS, 2004).

**2.6.10. MIST (Minimally Invasive Surgical Trainer ou Treinamento de Cirurgia Minimamente Invasiva) e ICU Simulator (Simulador para Unidades de Tratamento Intensivo):** sistema para facilitar o aprendizado da anatomia humana, contribuindo para formação de profissionais com melhor habilidade e eficiência – Figura 20 (SANTOS, 2005).

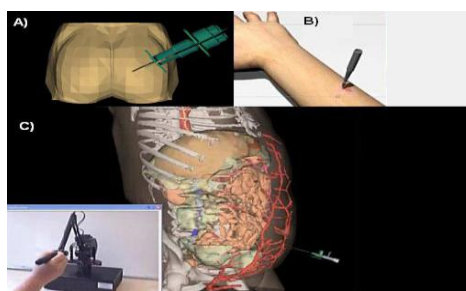


Figura 20: Exemplos de simuladores de precisão. a) Sistema de coleta de medula, b) Sistema de biópsias de pele, c) Simulador de punção anestésica (SANTOS, 2005).

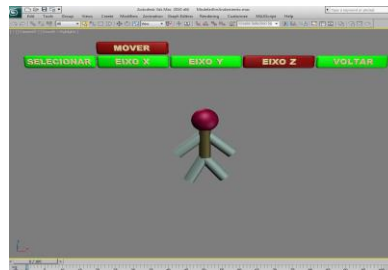


**2.6.11. Ambiente de Reabilitação Motora Virtual (ARMV):** ferramenta de baixo custo operacionalizado na reabilitação motora da lombalgia mecânica por meio do uso de realidade aumentada - Figura 21 (DAMASCENO, 2009).



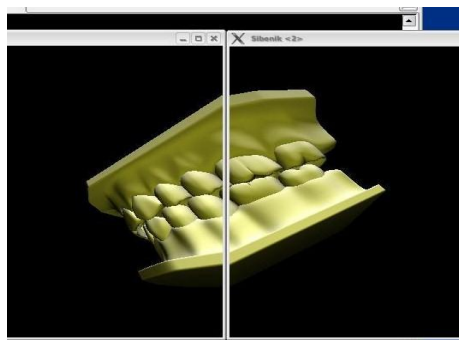
**Figura 21:** Paciente demonstrando o sistema de terapia virtual (DAMASCENO, 2009).

**2.6.12. Interface para Reabilitação Motora utilizando Realidade Virtual (IRMRV):** é um projeto desenvolvido a partir de redes neurais artificiais para o reconhecimento de gestos na atuação em ambientes de Realidade Virtual e utilização do mesmo em programas de reabilitação motora de pacientes. O sistema captura uma imagem, através de uma câmera webcam, apresentando a uma rede neural artificial (Figura 22) como um padrão a ser treinado e reconhecido e, posteriormente, executado (SANTOS, 2009). Em geral, os ambientes virtuais possibilitam uma variedade de associações não possíveis com outras interfaces homem-máquina, devido às qualidades multissensoriais e espaciais desses ambientes, contribuindo para melhoria das aplicações na área de reabilitação.



**Figura 22:** Imagem do protótipo de Modelagem Virtual (SANTOS, 2009).

**2.6.13. Sistema de Realidade Virtual para Estruturas Dentárias (SRVED):** é uma aplicação para visualização de estruturas dentárias com multiprojeções, onde uma estrutura dentária em 3D é utilizada como modelo (Figura 23), podendo ser visualizada em múltiplas projeções, proporcionando assim maior imersão ao usuário (DIAS, 2009).

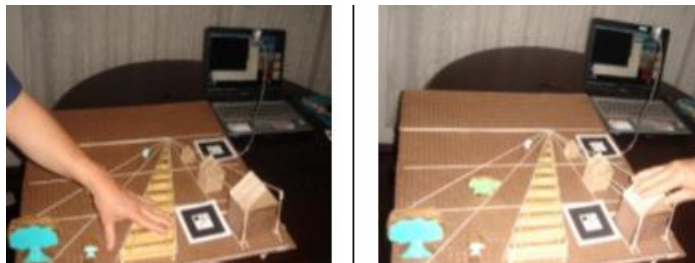


**Figura 23:** Modelo de Estrutura Dentária visualizada no sistema de multiprojeções (DIAS, 2009).

**2.6.14. Sistema de Percepção 3D para Deficientes Visuais (SP3D-DV):** é um sistema com o intuito de auxiliar as Pessoas com Necessidades Especiais Visuais (PNEV's) a apreensão de conceitos até então desconhecidos através da realidade aumentada (Figura 24). Além disso, O

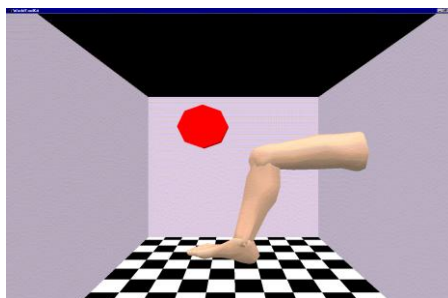


SDP3D-DV pode tornar acessível aos deficientes visuais a apreciação das artes pictóricas, em museus e outras instituições similares, através de uma nova rede de conceitos com o sistema tátil, onde o imaginário e a memória visual buscam o reconhecimento para apreciação dos referidos artefatos artísticos (WATAYA, 2009).



**Figura 24:** O SDP3D-DV em funcionamento (WATAYA, 2009).

**2.6.15. Sistema de Correção em Exercícios Físicos do Joelho (SCEFJ):** é uma ferramenta que utiliza realidade aumentada para resolver problemas relacionados a atividades físicas inerentes aos músculos que circundam o joelho, procurando evitar lesões. Para isso, marcadores são fixados nas pernas do usuário de forma que seus movimentos possam ser monitorados em tempo real pelo sistema computacional (Figura 25). Este, por sua vez, instrui o usuário como praticar os exercícios, alertando-o caso a forma de execução esteja incorreta (CAMPAGNA, 2009).



**Figura 25:** Execução de um movimento utilizando o sistema (CAMPAGNA, 2009).

Além disso, a Realidade Virtual e Aumentada pode ser utilizada em cirurgias de estruturas dentárias, ou para retirada de varizes, além de referências à otorrinolaringologia. Também é utilizada RVA em exames como ultrassonografia e ressonância magnética, ou auxiliando no diagnóstico de problemas na coluna vertebral (escoliose, lombalgia), correção da postura, fisioterapia dos membros superiores e inferiores, tratamento de distrofia muscular, radioterapia, problemas nos pulmões, percepção tridimensional para deficientes visuais e controle da alimentação (nutrição).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Há vários aspectos a serem discutidos na concepção das aplicações e ferramentas RVA a fim de satisfazer as exigências reais que envolvem sua utilização.

Questões éticas, o envolvimento de diferentes profissionais e a interdisciplinaridade são fundamentais, além de considerações quanto à tecnologia disponível no momento, os recursos a serem despendidos e o benefício esperado.

Para melhor subsidiar as análises e discussões da presente pesquisa, a partir dos 15 aplicativos selecionados, procurou-se identificar os experimentos que aconteciam em contextos virtuais ou reais para avaliação das ferramentas, técnicas, linguagens de programação e equipamentos mais utilizados atualmente.

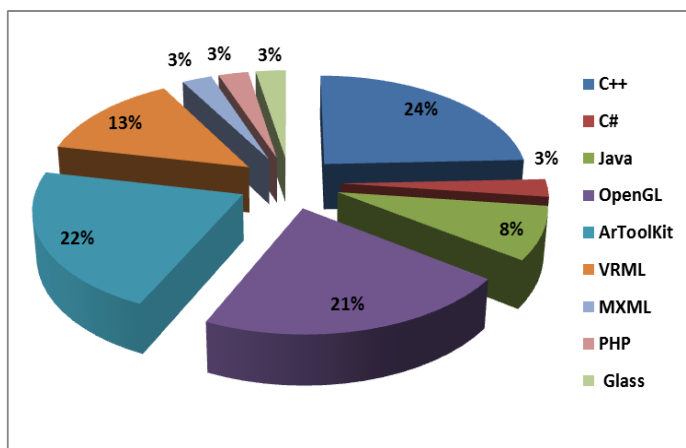
Abaixo, a tabela 1 apresenta os principais recursos no desenvolvimento e implementação dos sistemas estudados.

**Tabela 1:** Resumo das tecnologias utilizadas em Sistemas RVA.

<b>Sistema 01</b>	<b>SADE</b>
Linguagens de programação	C++ e as bibliotecas ArToolkit e OpenGL
Equipamentos de hardware	Câmera webcam, marcadores, eletromiógrafo
Ferramentas adicionais	Adobe ActionScript e banco de dados
<b>Sistema 02</b>	<b>ASM</b>
Linguagens de programação	C++, OpenGL e Java
Equipamentos de hardware	Câmera webcam
Ferramentas adicionais	Tecnologia JSF, Activex e banco de dados
<b>Sistema 03</b>	<b>NEUROR</b>
Linguagens de programação	Java com auxílio da biblioteca OpenGL
Equipamentos de hardware	Webcam, computador, marcadores e eletromiógrafo
Ferramentas adicionais	Ferramentas OpenEEG e EEGLab, e banco de dados
<b>Sistema 04</b>	<b>SMMS</b>
Linguagens de programação	C++, bibliotecas ArToolkit e OpenGL
Equipamentos de hardware	Câmera webcam, marcadores, eletromiógrafo
Ferramentas adicionais	Microsoft DirectX, CAD, MATLAB, LabView e banco de dados
<b>Sistema 05</b>	<b>STA</b>
Linguagens de programação	C++ com auxílio das bibliotecas ArToolkit
Equipamentos de hardware	Câmera, marcadores, videocapacetes HMD, som e fones de ouvido
Ferramentas adicionais	FlartoolKit, Papervision, Blender e banco de dados
<b>Sistema 06</b>	<b>SRVTF</b>
Linguagens de programação	VRML
Equipamentos de hardware	Câmera webcam, computador, marcadores, luvas, videocapacetes HMD, microfones, som e fones de ouvido
Ferramentas adicionais	Plugins de VRML e banco de dados
<b>Sistema 07</b>	<b>SRAFM</b>
Linguagens de programação	VRML, com auxílio da biblioteca ArToolkit
Equipamentos de hardware	Câmera webcam
Ferramentas adicionais	Pipeline, Microsoft DirectX e banco de dados
<b>Sistema 08</b>	<b>ATPVM</b>
Linguagens de programação	MXML, ArToolkit, VRML e PHP
Equipamentos de hardware	Câmera webcam, computador, eletromiógrafo
Ferramentas adicionais	ActionScript, FlartoolKit, Adobe Flex e Flash Player, HTML, CSS e JS
<b>Sistema 09</b>	<b>ATA</b>
Linguagens de programação	VRML
Equipamentos de hardware	Câmera webcam, computador, mouse, som e fones de ouvido
Ferramentas adicionais	Adobe Flex e banco de dados
<b>Sistema 10</b>	<b>MIST</b>
Linguagens de programação	Java
Equipamentos de hardware	Câmera webcam, computador
Ferramentas adicionais	Frameworks: Spring e CyberCode, e banco de dados
<b>Sistema 11</b>	<b>ARMV</b>
Linguagens de programação	C++ e as bibliotecas ArToolkit e OpenGL
Equipamentos de hardware	Câmera webcam, marcadores, computador
Ferramentas adicionais	Adobe ActionScript, UML e banco de dados
<b>Sistema 12</b>	<b>IRMRV</b>
Linguagens de programação	C++ e C#
Equipamentos de hardware	Câmera webcam, computador
Ferramentas adicionais	Autodesk 3ds Max, Redes Neurais Artificiais e banco de dados
<b>Sistema 13</b>	<b>SRVED</b>
Linguagens de programação	C++ e as bibliotecas Glass e OpenGL
Equipamentos de hardware	Câmera webcam, computador, mouse, dispositivos (sensação de toque)
Ferramentas adicionais	Adobe Flex e banco de dados
<b>Sistema 14</b>	<b>SP3D-DV</b>
Linguagens de programação	C++ e as bibliotecas ArToolkit e OpenGL

Equipamentos de hardware	Câmera webcam, computador, marcadores
Ferramentas adicionais	SACRA e banco de dados
<b>Sistema 15</b>	<b>SCEFJ</b>
Linguagens de programação	C++, VRML e as bibliotecas ArToolKit e OpenGL
Equipamentos de hardware	Câmera webcam e marcadores
Ferramentas adicionais	ActionScript e banco de dados

Em análise quanto as tecnologias atualmente mais utilizadas, o gráfico representado pela figura 26 destaca as linguagens de programação C++, OpenGL e ArToolKit.



**Figura 26:** Gráfico das linguagens de programação utilizadas

Conforme já descrito, as mesmas possuem características e particularidades que garantem resultados reais aos aplicativos desenvolvidos para RVA.

No caso da linguagem C++ observa-se: velocidade de processamento, vastas bibliotecas, precisão, consistência, suporte a múltiplos paradigmas de programação, possibilidade em programação de alto e baixo nível, alta flexibilidade, portabilidade e consistência, compatibilidade com C, resultando em vasta base de códigos, adequado para grandes projetos, ampla disponibilidade e suporte, devido principalmente à grande base de desenvolvedores, entre outras vantagens.

A interação é imprescindível em uma aplicação de RVA em saúde. Atualmente, para maior motivação dos usuários, as aplicações em RVA têm empregado os conceitos de jogos, visando principalmente a simulação de situações reais, aplicado ao treinamento de profissionais. Porém, exemplos como os atlas virtuais tridimensionais para ensino de anatomia e visualização de estruturas podem ser construídos utilizando dispositivos comuns (como mouse e teclado).

Simulações de procedimentos, tratamentos, reabilitações e mesmo as ferramentas para o ensino, exigem alto grau de realismo na representação dos órgãos humanos. Sob este aspecto, os objetos que compõem o mundo virtual devem ser similares aos objetos reais em relação a cores, volumes, texturas, atividades e comportamentos. As proporções de tamanho e localização também devem ser cuidadosamente observadas a fim de que representem com propriedade o mundo real nos projetos desenvolvidos.

O realismo também requer a representação e utilização da ergonomia. A modelagem de objetos e a inclusão de dispositivos devem considerar a usabilidade da aplicação, considerando que a mesma deverá estar “confortável” ao usuário. Talvez esta seja uma das características mais difíceis de implementar atualmente devido à ausência de dispositivos físicos de entrada e saída que simulem com realismo os dispositivos reais. Aspectos de forma, tamanho, peso e adequação ao usuário são desafios a serem observados.

#### 4. CONCLUSÕES

A medicina é uma das áreas que mais demandaram o uso de RVA em educação, treinamento, diagnóstico, tratamento e simulação de cirurgia. A RVA, pelas suas características de visualização 3D e de interação em tempo real, permite a realização de aplicações médicas inovadoras, que antes não podiam ser realizadas.

O objetivo deste trabalho não foi esgotar o assunto ou mesmo explorar todas as possibilidades de uso da Realidade Virtual e Aumentada (RVA), dentro do contexto da saúde e sim estabelecer perspectivas reais de utilização para que discussões e ações possam ser estabelecidas diante dos sistemas apresentados.

A partir da análise conduzida, verifica-se, que apesar de inúmeros sistemas terem sido desenvolvidos, a transferência dessa tecnologia para o setor produtivo ainda é limitada e ainda há vários desafios a serem superados a fim de que as aplicações de RVA sejam incluídas na rotina dos profissionais da área de saúde. Se por um lado tais desafios retardam o uso efetivo desta tecnologia, na prática, constituem oportunidades ímpares de pesquisa e desenvolvimento.

É interessante destacar que a RA tem se apresentado como preferência de uso em diversas áreas. O que se observa, é a menor demanda em termos de requisitos de equipamentos para a utilização da RA diante da RV. Apenas com uma câmera e acesso a internet, é possível utilizar um aplicativo em RA. O público atingido é obviamente maior quando se compara à RV que necessita de equipamentos especiais (óculos estereoscópicos e computador com placa gráfica, por exemplo).

Portanto, observa-se que a evolução constante da tecnologia está impulsionando a saúde e a vida para novos rumos, enfatizando a utilização de novas ferramentas e propiciando progressos visíveis no processo de qualidade de vida e longevidade da população mundial.

#### 5. REFERÊNCIAS

**ABRAHÃO, Lucas Correia de Lima; LAMOUNIER, Edgard Afonso.** Realidade aumentada online aplicada à simulação de um membro superior. Uberlândia: UFU, 2005.

**ASSIS, Gilda Aparecida et al.** Neuror: sistema de realidade aumentada para reabilitação física de pacientes vítimas de acidente vascular encefálico. Campos do Jordão: CBIS, 2008.

**BURDEA, G. & COIFFET, P.** Virtual Reality Technology. John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.

**CAMILO-JUNIOR, C. G.; UEDA, M. T. M.; VIANA, R. F..** Um sistema de auxílio ao diagnóstico da escoliose baseado em RA. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 26, n. 3, p. 185-193, dez. 2010.

**CAMPAGNA, João Paulo Pascucci; BREGA, José Remo Ferreira.** Utilização da Realidade Aumentada no Suporte à Correção de Movimentos em Exercícios Físicos que Envolvem Joelho. São Paulo: 6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 2009.

**DAMASCENO, Eduardo et al.** Proposta de um ambiente de reabilitação motora virtual de baixo custo. São Paulo: 6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 2009.

**DIAS, Diego Colombo et al.** Sistema de Realidade Virtual para Estruturas Dentárias. São Paulo: 6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 2009.

**KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza .G..** Virtual Reality and Augmented Reality Applied to Simulation Visualization. In: El Sheikh, A.A.R.; Al Ajeeli, A.; Abu-Taieh, E.M.O.. (Ed.).

Simulation and Modeling: Current Technologies and Applications. 1 ed. Hershey-NY: IGI Publishing, 2008, v. 1, p. 391-419.

**KIRNER, Claudio; SISCOUITO, Robson.** Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC, 2007. 202 p.

**LAMOUNIER, Edgard; CARDOSO, Alexandre.** Realidade virtual: uma abordagem prática. São Paulo: Mania de Livro, 2004. 326 p.

**LIMA, Lázaro Vinícius de Oliveira et al.** Uma ferramenta para auxiliar o tratamento de pessoas com aracnofobia utilizando técnicas de realidade aumentada. Uberlândia: UFU, 2006.

**MEDEIROS, Danielly Cristine et al.** Realidade virtual não-imersiva como tecnologia de apoio no desenvolvimento de protótipos para o auxílio no tratamento de aviofobia por profissionais de psicologia. Uberlândia: UFU, 2004.

**MEDEIROS, Gustavo Adolfo.** Sistema de realidade virtual para tratamento de fobias. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

**MELO, J. S. S.; Brasil, L. M.; PANERAI, C. E. B., SILVA, A. P. B.** Integração da interface phantom ao sistema tutor inteligente para o ambiente de simulação médica. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 27, n. 2, p. 98-109, jun. 2011.

**MILGRAM, P. et. al.** Merging Real and Virtual Worlds. Proceedings of IMAGINA'95, Monte Carlo, Feb 1-3 1995. p. 218-230.

**NOGUEIRA, Kenedy Lopes.** O uso de técnicas de realidade virtual e aumentada na simulação de prótese de membros superiores. Uberlândia: UFU, 2007.

**NUNES, F. L. S.; COSTA, R. M. E. M.; MACHADO, L. S.; MORAES, R. M.** Realidade Virtual para saúde no Brasil: conceitos, desafios e oportunidades. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica. v. 27, n. 4, p. 243-258, dez. 2011.

**SANTOS, Alysso Diniz; MACHADO, Liliane dos Santos.** Realidade virtual aplicada ao ensino de medicina: taxonomia, desafios e resultados. João Pessoa: UFP, 2005.

**SANTOS, Eduardo Souza et al.** Proposta de uma interface não convencional para reabilitação motora suportada por ambientes de realidade virtual. São Paulo: 6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 2009.

**SISCOUITO, Robson; COSTA, Rosa Maria.** Realidade virtual e aumentada: uma abordagem tecnológica. Porto Alegre: SBC, 2008. 357 p.

**SOUZA, Antonio Carlos dos Santos et al.** Um protótipo de realidade aumentada usando a face como marcador. Bahia: IFBA, 2006.

**TIFFIN, J.; TERASHIMA, N.** Hyper-reality: Paradigm for the Third Millennium. Routledge, 2001.

**TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOUITO, Robson.** Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. Porto Alegre: SBC, 2006, 412 p.

**WATAYA, R. S.; VALENTE, J. A.; KIRNER, C.; KIRNER, T. G.** Usando realidade aumentada em um sistema de percepção 3D para deficientes visuais. São Paulo: 6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 2009.