

# Sistemas Embarcados e Maquetes Virtuais para Suporte a Hiper-Realidade

Alexandre S. G. Vianna, Yuri G. G. da Costa, José A. G. Lima,  
Liliane S. Machado, Ronei M. Moraes

*Universidade Federal da Paraíba*

*{strapacao, yuriggc}@gmail.com, {jose,liliane}@di.ufpb.br, ronei@de.ufpb.br*

## Resumo

*Conceitualmente, a Hiper-Realidade permite a extrapolação da realidade combinando aspectos de ambientes reais e virtuais, favorecendo uma nova forma de interação entre pessoas, objetos e lugares. Contudo, sua exploração prática está limitada pelo alto custo computacional envolvido na integração de suas características de maneira realista, imersiva e interativa. Este artigo apresenta uma estrutura proposta para concepção de sistemas de Hiper-Realidade baseada na interação de ambientes reais e virtuais integrados pela utilização de Sistemas Embarcados e Maquetes Virtuais.*

## 1. Introdução

Até o fim do século XX, o acesso a vários tipos de serviços estava fortemente ligado à presença física dos indivíduos interessados nos lugares correspondentes. Com o advento da Internet, alguns desses serviços tornaram-se acessíveis remotamente. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias de Realidade Virtual (RV) permitiu a criação de espaços tridimensionais e gráficos realistas, capazes de explorar novas formas de interação envolvendo pessoas, objetos e lugares. Hoje, é possível a visualização de lugares remotos que dificilmente seriam visitados senão desse modo.

Da exploração e evolução desses novos meios de interação, mesmo quando da existência de separação no tempo e/ou no espaço, surgiu a Hiper-Realidade, que, conceitualmente, extrapola a noção de realidade através da utilização de meios virtuais para expressar interações reais entre pessoas e ambientes [1].

A Hiper-Realidade pode se utilizar da RV para conceber ambientes de tempo-real realistas, imersivos e interativos [2]. Contudo, unir tais características geralmente acarreta em um alto custo computacional,

levando as aplicações a focarem uma delas em detrimento das outras.

O presente trabalho apresenta uma estrutura para suporte a Hiper-Realidade através da interação real-virtual entre Maquetes Virtuais e Sistemas Embarcados. O artigo está organizado da seguinte forma. Na seção 2, apresenta-se o conceito de Hiper-Realidade e suas implicações. A seção 3 descreve e detalha a estrutura proposta. Os resultados obtidos com essa estrutura são avaliados na seção 4. Por fim, conclusões do trabalho são relatadas na seção 5, incluindo atividades futuras.

## 2. Hiper-Realidade

Hiper-Realidade pode ser definida como a capacidade tecnológica de combinar a realidade virtual com a realidade física atrelada à inteligência [3]. O conceito primordial consiste em “transportar o usuário para viver” em um mundo que lhe pareça melhor que o real ou tão real que ele se esqueça que está em uma simulação [1]. Neste contexto prevê-se a interação intuitiva, natural e realista entre pessoas e objetos através de ambientes virtuais ou ambientes reais adicionados de conteúdo digital. As pessoas devem ser capazes de interagir umas com as outras, independente destas existirem ou não na realidade. As suas ações e reações devem ser compatíveis com ações praticadas na realidade, residindo aí o comportamento inteligente. Em ambientes hiper-realistas deve ser possível monitorar, reconhecer e modificar o mundo real de forma colaborativa, localmente ou à distância.

Uma forma de se obter Hiper-Realidade diz respeito ao relacionamento entre conceitos de computação, física, cognição, matemática e fisiologia humana, dentre outros, através da Realidade Virtual. Dessa forma, é possível idealizar ambientes colaborativos de tempo-real, explorando características de realismo, imersão e interatividade [2]. Sabe-se, entretanto, que

esses três pontos possuem diferentes vertentes tecnológicas e conceituais [4] e que estão atrelados em diversos aspectos.

Apesar de buscarem reconstruir ambientes realistas, interativos e imersivos, os sistemas e aplicações já desenvolvidos utilizando a RV não são capazes de explorar ao máximo as potencialidades destas. Isto ocorre devido à alta demanda computacional requerida para cada uma delas. Por esta razão, os desenvolvedores procuram equilibrá-las ou abordar apenas as que resultarão em resultados mais satisfatórios. Exemplos são as aplicações voltadas para o treinamento médico, onde apenas uma parte do corpo é apresentada e o realismo é explorado ao máximo dentro de um espaço restrito: o órgão ou a região de interesse [5] [6], ocorrendo o mesmo com a interação. De forma similar ocorre nos sistemas de treinamento de pilotos de aviação, automóveis ou em jogos. Tais sistemas utilizam plataformas móveis e isolam o usuário do mundo real para que estes se sintam totalmente imersos e possam atuar em situações simuladas [7]. Limitações quanto à interação podem ser vistas nos museus virtuais e nos laboratórios virtuais para ensino, onde o usuário pode manipular de forma limitada os objetos, dentro de um contexto exploratório com experimentação limitada [8] [9].

Idealiza-se, então, o uso de ambientes virtuais e sua combinação a ambientes reais onde de fato se possa interatuar e modificar o mundo real, realizar atividades colaborativas e interagir com outras entidades (pessoas reais ou virtuais) sem a necessidade do deslocamento físico. Ainda nesta ótica, espera-se que isto ocorra de modo natural, intuitivamente e de forma transparente para o usuário.

### 3. Estrutura Proposta

Inicialmente, a realidade é representada através da reprodução do mundo real em um ambiente virtual, respeitando suas características. Para tanto, se faz uso de Maquetes Virtuais, que são modelos computacionais tridimensionais representativos de um determinado lugar. Por exemplo, podem-se construir Maquetes Virtuais de um ambiente universitário, auxiliando práticas educacionais por meio de um Campus Virtual, como apresentado em [10] (Figura 1).

Adicionalmente, é permitido ao usuário interagir com o mundo real através das Maquetes Virtuais. Não se trata de simplesmente reproduzir o real em uma maquete e dotá-la de ações, mas sim compor toda uma arquitetura que permita adicionar funcionalidades à representação virtual de modo que o usuário possa interagir com este, tal qual o faria no mundo real,

modificando-o e sentindo suas reações sem que para isto precise se deslocar ao local físico.

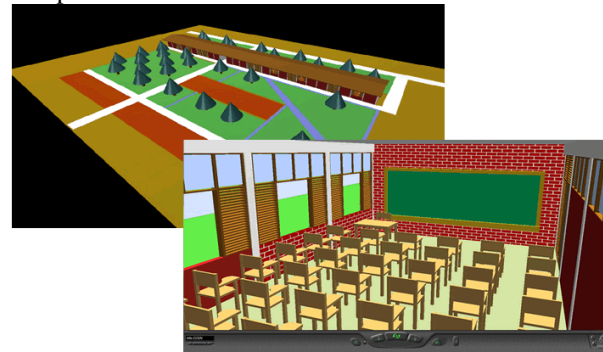


Figura 1. Exemplo de maquete virtual.

Essa arquitetura deve suportar serviços diversos para que estes estejam totalmente disponíveis a partir de ambientes virtuais, o que permite expandir e integrar aplicações voltadas para diferentes finalidades e necessidades, como acesso a laboratórios, atividades colaborativas, supervisão, controle e ensino a distância.

A realização dessa integração permite uma interação intuitiva dos usuários com os componentes virtuais, verificando os resultados de suas ações. Para tanto, é necessário que exista comunicação com dispositivos físicos reais que poderão ser acionados remotamente.

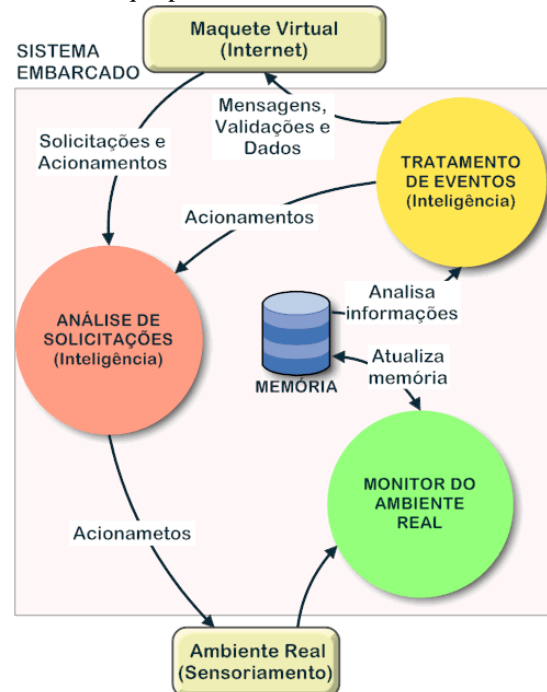


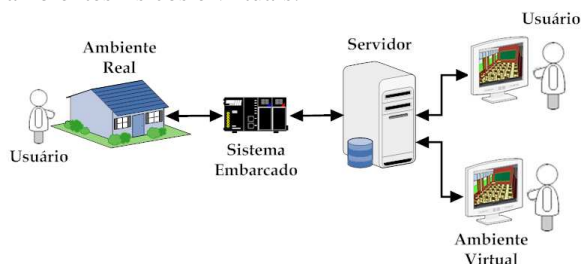
Figura 2. Detalhamento interno ao Sistema Embarcado.

Dessa forma, utilizam-se Sistemas Embarcados para permitir a integração tanto dos usuários das Maquetes

Virtuais com os ambientes físicos, como das entidades físicas com os ambientes virtuais. Isso é alcançado através de um esquema de sensoriamento e atuação no ambiente físico, como também de constante comunicação com o ambiente virtual, tornando os dois ambientes sempre coerentes um com o outro, este esquema é mostrado na Figura 2. Além disso, o Sistema Embarcado agrega inteligência a esta interface analisando e tratando as solicitações provenientes do ambiente virtual e eventos do ambiente real.

Um Sistema Embarcado é um sistema computacional micro-processado que envolve *hardware* e *software* com um propósito específico [11]. Portanto, ele oferece uma plataforma adequada para uma aplicação de gerenciamento de ambientes, pois permite uma forte interação com o ambiente, essencial nesse tipo de aplicação. Os recursos como memórias, processador, dispositivos de Entrada/Saída e módulos de comunicação podem ser inclusos e moldados conforme as necessidades da aplicação, oferecendo um suporte de hardware para as tarefas de gerenciamento de ambientes designadas.

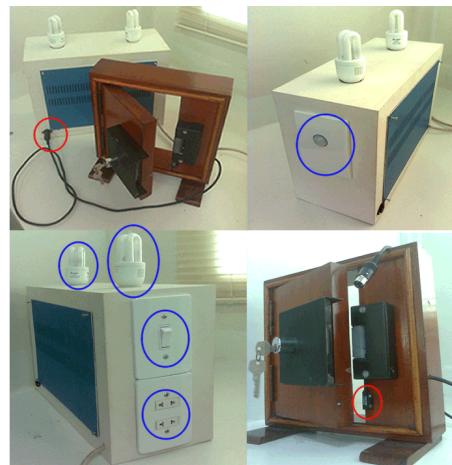
A estrutura proposta é apresentada na Figura 3, incluindo as entidades envolvidas no processo de interação intuitiva oriunda da Hiper-Realidade. Tal processo é obtido por meio de uma comunicação bidirecional e atrelamento de inteligência aos ambientes físicos e virtuais.



**Figura 3. Estrutura Proposta para Hiper-Realidade.**

#### 4. Resultados e Discussões

Foi desenvolvido um protótipo do Sistema Embarcado para a estrutura proposta, o qual permite o gerenciamento de ambientes através do sensoriamento e da atuação de dispositivos. A Figura 4 apresenta fotos do protótipo em diferentes ângulos. Em azul estão destacados as lâmpadas, o interruptor, as tomadas, o e sensor de movimento. Observa-se no destaque em vermelho a porta possui uma fechadura eletrônica que é conectada com o restante do sistema por um cabo. Outro destaque em vermelho é o sensor magnético na porta, este detecta se a porta está aberta ou fechada. Também estão ocultos na parte interna do protótipo uma sirene e o Sistema Embarcado.



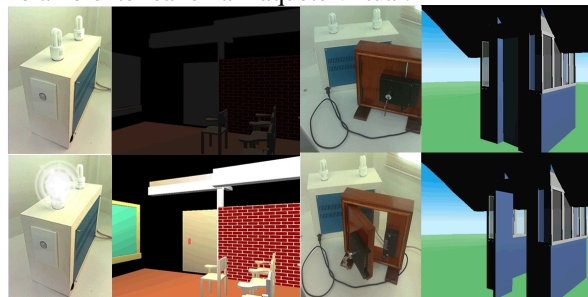
**Figura 4. Protótipo.**

Foram realizados testes integrados entre o Sistema Embarcado mencionado, um servidor e as Maquetes Virtuais, conforme indicado pela estrutura proposta.

As lâmpadas podem ser controladas diretamente do ambiente real e/ou através de solicitações recebidas do ambiente virtual. A porta é controlada do ambiente real normalmente, porém o ambiente virtual apenas tem a capacidade saber o estado atual e abrir a porta. A sirene pode ser acionada de acordo com a configuração de tratamento de eventos do Sistema Embarcado.

Quando um evento ocorre no ambiente real, o sistema detecta-o, trata-o e informa-o ao servidor o novo estado do ambiente real, que por sua vez altera o ambiente virtual. Observa-se que o problema de acionamento é similar para diversos dispositivos elétricos (com exceção de algumas particularidades que podem ser corretamente tratadas), o que permite a expansão do sistema facilmente.

Os testes integrados do sistema podem ser verificados na Figura 5, onde as interações ocorrem com duas maquetes virtuais distintas, a primeira uma sala de aula virtual na qual o controle de uma lâmpada cujo estado corresponde tanto na maquete virtual quanto ambiente real, enquanto a segunda maquete é uma guarita onde o estado da porta está sincronizado no ambiente real e na maquete virtual.



**Figura 5. Teste integrado do protótipo.**

Também se realizaram testes com o sensor de movimento e a sirene, os quais são programados para assumir diferentes configurações simulando sistemas de seguranças.

Agregar inteligência a um ambiente auxilia os usuários em suas atividades diárias através de sua interação natural com serviços computacionais, pois os ambientes inteligentes podem se adequar às necessidades e às situações dos usuários, tendo autonomia para agir. Neste sentido o sistema inclui o módulo de tratamento de eventos que foi configurado para gerenciar o sistema de segurança de acordo com o estado da porta, o estado do sensor de movimento e horário. Esta é apenas uma amostra da inteligência que pode ser agregada, também há outras possibilidades como a criação de um histórico de atuações o qual permitirá ao sistema prever o comportamento dos usuários, assim também como o agendamento de ações.

Embora simples, esse protótipo permitiu o teste e a verificação de funcionalidades essenciais do sistema, como comunicação, sensoramento, atuação e inteligência. Contudo, os resultados validaram a estrutura proposta e o uso de Sistemas Embarcados como interface entre ambientes virtuais e ambientes reais.

Portanto, a partir desse protótipo funcional é possível acrescentar outras funcionalidades ao sistema deixando-o mais completo. Entidades mais complexas poderão ser controladas, como um sistema de autenticação de pessoas no ambiente ou um sistema de detecção e combate a incêndio.

## 5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou um modelo para suporte à Hiper-Realidade baseado no uso de Sistemas Embarcados como interface entre ambientes virtuais e ambientes reais. A estrutura aqui apresentada, quando explorada para gerenciamento de ambientes tem o potencial de agregar interatividade e produtividade a esses ambientes. Assim, ela permite que usuários dispostos remotamente possam acessar dispositivos físicos, o que pretende aumentar a sensação de presença nos ambientes virtuais, sejam estes combinados ou não com informações visuais dos ambientes reais.

No âmbito de gerenciamento e automação de ambientes a estrutura é capaz de minimizar as barreiras espaciais existentes. Adicionalmente, permite que de um ponto central administradores acessem simultaneamente vários ambientes, podendo realizar diversas funções de controle do ambiente real.

A união das Maquetes Virtuais com os demais componentes, bem como as ações e controles que nelas poderão ser representadas e efetivamente acontecerem no mundo real formam a interface de suporte à Hiper-Realidade idealizada. Também se salienta que esta interface foi o último subsistema de um sistema de hiper-realidade, onde ao final todos os demais subsistemas foram integrados. Estes subsistemas estão apresentados em [10] e já vinham sendo desenvolvidos anteriormente e em paralelo a este trabalho.

Os benefícios deste trabalho se estendem a diversas áreas como: Educação, permitindo a comunicação remota, transmissão de conhecimento através de tutoria, utilização de laboratórios remotos para realização de experimentos [13] [14]; Engenharia, para inspeção e controle remoto de dispositivos e materiais [15]; Medicina, realizando telemanipulação e monitoramento de pacientes e ambientes hospitalares [16]; Automação predial, controle de dispositivos e gerenciamento de recursos remotos [12]; Segurança: controle de perímetro, controle de acesso a áreas restritas e, detecção e controle de incêndios.

Atualmente, os trabalhos estão concentrados em expandir e refinar as funcionalidades agregando técnicas de monitoramento inteligente ao sistema.

## 6. Agradecimentos

Este trabalho é financiado pelo Conselho Nacional de Pesquisa, através do processo 485437/2007-4, e através de bolsas de estudo PIBIC/UFPB.

## 10. References

- [1] Eco, Umberto. "Travels in Hyper-Reality", *Trans. W. Weave, London: Picador*, 1986.
- [2] Netto, A. V., Machado, L. S. e Oliveira, M. C. F., "Realidade Virtual: Definições, Dispositivos e Aplicações (Tutorial)", *Revista Eletrônica de Iniciação Científica da SBC*, 2002.
- [3] Tiffin, J.; Terashima, N., *Hyper-Reality: Paradigm for the Third Millennium*, Routledge, 2001.
- [4] Sherman, W.; Craig, A. *Understanding Virtual Reality*. Morgan Kaufmann, 2003.
- [5] Basdogan, C. et al. "Haptics in Minimally Invasive Surgical Simulation and Training". *IEEE Computer Graphics and Applications*. v. 24, 2004, n. 2, pp. 56-64.
- [6] Machado, L.S.; Campos, S.F.; Cunha, Í.L.L.; Moraes, R.M. "Cybermed: Realidade Virtual para Ensino Médico", *IFMBE Proceedings*. v.5, p. 573-576. 2004.

[7] Brill, L. "Illusion: Jumping Feet First into Immersive Entertainment", *Real-Time Graphics*. v.10, n. 4, pp.6-8. 2001.

[8] Ulbricht, V. R., Pereira, H. C. S. (2004). "Os museus Virtuais", *Proc. Congresso Nacional de Ambientes Hiperídia para Aprendizagem*, 2004 v. 1. p. 1-10.

[9] Roussos, M. et al. "Learning and Building Together in Immersive Virtual World", *Presence* v.8, 1999, n.3, pp247-263.

[10] Costa, T. K. L.; Sales, B. R. A.; Moraes, R. M.; Lima, J. A. G.; Machado, L. S., "Real Environments Management Through Virtual Campus", *Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education 2008 (Intertech'2008)*. Março 2008, pg 534-538.

[11] Barr, Michael. *Programming Embedded Systems in C and C ++*. s.l. : O'Reilly Media, Inc., 1999.

[12] Pezorro, R.F.; Pereira C.R.; "Ambientes Inteligentes: Uma arquitetura para cenários de automação

predial/residencial baseada em experiências". *III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, Porto Alegre/Brasil*. 2007.

[13] Machado, L.S.; Pereira, T.A.B.; Costa, T.K.L.; M.T. Restivo, T.; Moraes, R.M. "Improving Interaction in Remote Laboratories Using Haptic Devices", *In: Proc. of VER International Conference, Porto/Portugal*, 2007.

[14] Imbrie, P.K. e Raghavan, S. "Work In Progress - A Remote e-Laboratory for Student Investigation, Manipulation and Learning", *35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, IEEE*, 2005, pp. 13-15.

[15] Bertram, V., Thiart, G., "Simulation-Based Chip Design". *In: Oceans 2005 – Europe*, 2005, v.1, pp. 107-112.

[16] Chao, L.W., Kavamoto, C.A. ; Battistella, L.R. e Bohm, G.M. "A Brazilian model of distance education in physical medicine and rehabilitation based on videoconferencing and internet learning", *Journal of Telemedicine and Telecare*, 2005, pp. 80-82.