

# CONTROLE E GERENCIAMENTO DE AMBIENTES REAIS EDUCACIONAIS ATRAVÉS DE AMBIENTES VIRTUAIS

Alexandre S. G. Vianna<sup>1</sup>, Liliane S. Machado<sup>2</sup>

**Abstract** — *This paper presents an architecture model aimed to intelligent management of environments using embedded systems. The management through embedded system considers environment self-management, communication with external entities and interactive applications. The main idea is obtain synchronism between real objects and their representation on virtual environment. Therefore, a user can alter the component state locally or remotely, keeping the consistency of its actions in the real and the virtual environment. The hardware architecture model is based on ubiquitous computing concept and intends to provide an automation system thoroughly integrated into everyday activities. This architecture, when used in educational environments, has the ability to add interactivity and productivity to allow better educational processes.*

**Index Terms** — *Automation Environments, Embedded Systems, Hyper-Reality.*

## INTRODUÇÃO

O advento de tecnologias na área de computação gráfica, especificamente na modelagem e concepção de ambientes virtuais, provocou a proliferação desses ambientes para diversas finalidades. Neste contexto, tem se popularizado o uso de ambientes virtuais colaborativos, que são simulações de mundos reais ou imaginários onde os usuários podem interagir em tempo real, compartilhar informações e manipular objetos do ambiente [1]. Atualmente um ambiente existente é o Second Life desenvolvido pela Linden Lab [2]. Nele os usuários colaboram remotamente através da internet por uma interface visual de um ambiente imaginário.

Novas tecnologias têm sido aplicadas às interfaces de sistemas computacionais para conceber sistemas chamados de hiper-realidade, onde ambientes virtuais que oferecem interação intuitiva são conectados e relacionados a ambientes reais remotos [3]. Em vista disso, essas interfaces desempenham a função de manter uma correspondência entre os ambientes virtuais e respectivos ambientes reais. Nesse caso, os ambientes virtuais são simulações de ambientes já existentes no mundo real.

O hiper-realismo pode ser entendido como a capacidade tecnológica de combinar a realidade virtual com a realidade física atrelada à inteligência [4]. 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 [5]. Portanto, no campo da Hiper-Realidade, os ambientes virtuais são integrados a ambientes reais correspondentes oferecendo um ambiente realista, interativo e imersivo.

Em um ambiente baseado em hiper-realismo os pontos chave são a capacidade de modificar o ambiente real, realizar tarefas colaborativas, acessar serviços e interagir com as entidades, tudo isso através do ambiente virtual. Contudo, remotamente as pessoas poderão exercer atividades colaborativas que anteriormente eram exclusivamente presenciais. Espera-se que esta interação aconteça de forma natural e intuitiva, considerando também o acréscimo de praticidade para as atividades.

O sistema que faz a interface entre os ambientes reais e os virtuais é o ponto crítico em um ambiente em hiper-realidade e tem como desafio atender e explorar as vertentes de interatividade, realismo e imersão. Para o gerenciamento eficiente e eficaz esse sistema deve ser dotado de poder computacional associado a um *software* de controle, permitindo o controle e associação a outras entidades complexas. Além disso, esses recursos computacionais possibilitam a expansão do leque de serviços agregados ao sistema, aumentando a capacidade de interação dos ambientes em Hiper Realidade.

A interação pode acontecer através de entidades presentes no ambiente real, que atuam modificando o ambiente ou lendo o estado do ambiente. Essas entidades do ambiente podem ser lâmpadas, motores, sensores (presença, luminosidade, temperatura e etc), câmeras e dispositivos hápticos. Esses também controlam sistemas mais complexos como sistemas de incêndio, sistemas elétricos e sistemas hidráulicos.

O aproveitamento maximizado do modelo de hiper-realidade aqui descrito permite que diversas áreas de aplicação sejam beneficiadas pelo seu uso, onde as capacidades do sistema são exploradas de acordo com o contexto. Por exemplo, na engenharia pode ser útil para inspeção e controle remoto de dispositivos e materiais [6], na medicina se aplica em tele-manipulação e monitoramento de pacientes e ambientes hospitalares [7]. Na área educacional permite a comunicação remota, transmissão de conhecimento através de tutoria e utilização de laboratórios remotos para realização de experimentos [8].

1 Alexandre Strapação Guedes Vianna, Universidade Federal da Paraíba - Laboratório de Tecnologias para o Ensino Virtual e Estatística, João Pessoa, PB, Brazil, strapacao@gmail.com

2 Liliane dos Santos Machado, Universidade Federal da Paraíba - Laboratório de Tecnologias para o Ensino Virtual e Estatística, João Pessoa, PB, Brazil, liliane@di.ufpb.br

O objetivo deste trabalho é apresentar a modelagem de uma arquitetura específica para gerenciamento de ambientes reais a partir de maquetes virtuais, mostrar a validação da arquitetura proposta e implementar e testar um protótipo do sistema. O sistema resultante deverá desempenhar o sincronismo entre objetos reais e sua representação em um ambiente virtual, incluindo o auto-gerenciamento de recursos e componentes do ambiente real.

## SISTEMA EMBARCADO

Sistemas embarcados são dispositivos computacionais que são desenvolvidos para desempenhar uma tarefa específica. Segundo Noergaard [9], os sistemas embarcados geralmente possuem uma estrutura de arquitetura semelhante ao modelo de referência formado por uma camada de *hardware*, uma camada operacional de *software* e uma camada de aplicação.

O avanço de tecnologias em áreas como micro-eletrônica e engenharia elétrica colaborou para a miniaturização e barateamento do *hardware* para sistemas computacionais, possibilitando expandir o uso de sistemas embarcados. Antes desse avanço os sistemas embarcados eram utilizados em setores específicos como militar, aeroespacial e componentes para mecanismos singulares não produzidos em larga escala. Atualmente os sistemas embarcados se inserem em diversas aplicações como equipamentos médicos, eletrodomésticos, telefones, PDAs, automóveis e etc. O uso dessas aplicações no dia-a-dia tem melhorado a qualidade de vida e facilitado o cotidiano de milhões de pessoas, tornando os sistemas embarcados elementos presentes no dia-a-dia.

A proliferação de aplicações para sistemas embarcados é resultado de uma convergência para a computação ubíqua, onde a computação transcende o escopo dos computadores convencionais e torna-se pervasiva no cotidiano das pessoas. Segundo Marc Weiser, que cunhou este termo, computadores habitariam os mais triviais objetos como etiquetas de roupas, xícaras de café, interruptores de luz, canetas e etc, de forma invisível para o usuário [10]. Neste mundo, deveremos conviver com computadores e não apenas interagir com eles.

O raio de aplicação de sistemas embarcados para automação de ambientes é vasto. Um exemplo é a área de segurança, onde há uma série de aplicações desde controle e detecção de estado de uma porta até sistemas de detecção e controle de incêndios. Além disso, existem outros benefícios como economia de energia, pois um sistema pode controlar toda a rede elétrica de um prédio desligando e ligando luzes e equipamentos. No caso específico do gerenciamento de ambientes reais através de ambientes virtuais, o sistema embarcado atua como uma interface com o ambiente real, representado por objetos desenhados por computação gráfica centralizando o controle do ambiente.

Um sistema embarcado 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.

## PROPOSTA

A abordagem deste trabalho visa a solução de parte de um sistema mais abrangente, onde há um ambiente em hiper-realidade. Aqui a preocupação é com a camada intermediária entre ambientes reais e ambientes virtuais, um dispositivo capaz associar entidades entre dois os ambientes. No contexto de um ambiente em hiper-realidade, esse subsistema é crítico para obter a hiper-realidade, pois é o que vai estabelecer o elo entre mundo real e mundo virtual.

A proposta deste trabalho consiste em modelar uma arquitetura para um sistema embarcado que desempenhe a interface entre o ambiente real e o ambiente virtual. A Figura 1 mostra onde o dispositivo está inserido no sistema de hiper-realidade como um todo.

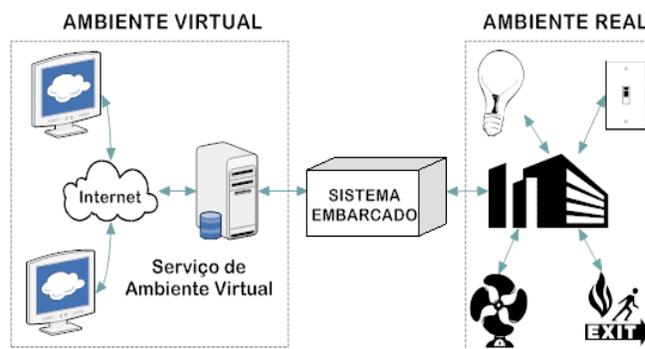


FIGURA. 1

SISTEMA EMBARCADO NO SISTEMA DE HIPER-REALIDADE.

A associação entre mundo real e mundo virtual envolve uma série de restrições que interferem no processo de desenvolvimento e em características do sistema. O dispositivo desejado deve atender uma de forma eficiente uma interação em tempo-real, deve ser flexível permitindo alterações conforme as necessidades da aplicação e deve ser eficaz obtendo uma interação segura e confiável.

O modelo proposto prevê que o dispositivo seja capaz de coletar dados do ambiente real e atuar através de componentes presentes no ambiente. Os dados obtidos por sensores devem ser processados e interpretados para gerar informações sobre as quais se pode trabalhar e tomar decisões. A atuação no ambiente real deve acontecer através de sinais elétricos que acionam os dispositivos por meio de um circuito elétrico projetado para esse fim.

O controle de atuações é desempenhado por uma camada de *software* que gerencia solicitações de atuação de um servidor de ambiente virtual e eventos ocorridos no ambiente real que podem gerar um efeito colateral. Esse

controle de atuações deve considerar aspectos como a natureza dos dispositivos e comportamentos opcionais que podem ser personalizados por usuário do sistema. A Figura 2 ajuda a visualizar o contexto do *software* de gerenciamento e como ele comunica-se com o virtual e real.

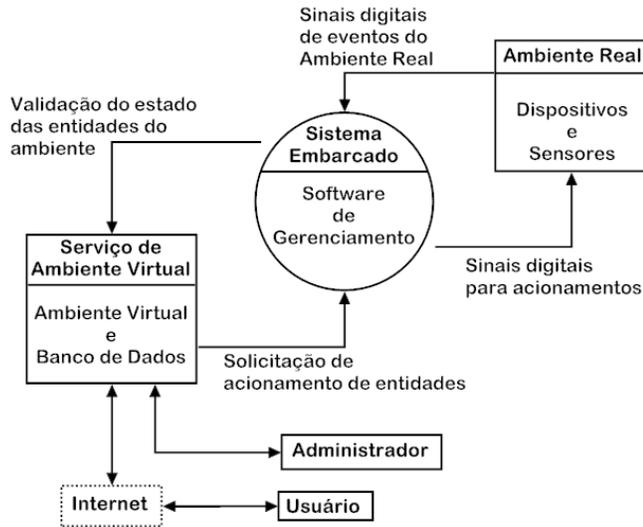


FIGURA. 2  
CONTEXTO DO SOFTWARE DE GERENCIAMENTO.

### MODELAGEM ARQUITETURAL

O modelo de arquitetura baseia-se em um sistema organizado em módulos. A técnica de dividir sucessivamente o programa em módulos foi adotada devido à complexidade do sistema, que desempenha funções de naturezas diversas como: comunicação, lógica de gerenciamento de ambientes e operações de entrada e saída. Assim, os problemas complexos subdividem-se em problemas menores até que fiquem simples de solucionar. Conseqüentemente, obtêm-se também facilidades para implementar, testar, atualizar e corrigir possíveis falhas. A modelagem prevê aspectos de comunicação e integração desses módulos e exige a especificação de um protocolo de comunicação para a arquitetura apresentada. Embora cada módulo possa ser implementado independentemente, todos respeitam o protocolo, atendendo também prazos de tempo aceitáveis para gerar suas saídas.

O sistema possui quatro camadas em níveis de abstração distintos, como mostrado na Figura 3, onde a aplicação de gerenciamento de ambientes reais ocupa nível mais alto. A camada no nível mais baixo de abstração é a camada de *hardware*, nesta estão presentes os componentes de *hardware* do sistema como processador, memória, dispositivos de armazenamento e dispositivos de entrada e saída. A camada seguinte é do *software* operacional, responsável por gerenciar os recursos de *hardware* do sistema e abstrair os detalhes do *hardware* para as camadas superiores. A terceira é camada de abstração da plataforma,

sendo mais um nível de abstração para a aplicação, onde detalhes da plataforma em uso são ocultados como protocolos de comunicação em rede e acesso aos dispositivos de entrada e saída. A última camada do sistema é a aplicação de gerenciamento de ambiente, responsável por administrar a interação entre o real e o virtual.



FIGURA. 3  
CAMADAS DO SISTEMA.

### Camada de abstração da plataforma

A camada de abstração de plataforma oferece à aplicação serviços em um nível abstraído, como a comunicação com a rede e acesso aos dispositivos de entrada e saída. Essa camada envolve a aplicação ocultando detalhes do serviço e da plataforma adotada, conforme visualizado na Figura 4. Essa camada funciona como uma API (Interface de Programação de Aplicativos) provendo um conjunto de rotinas e funções para a aplicação. Assim, a aplicação não se envolve com detalhes do sistema em que está instalada e apenas utiliza os serviços oferecidos pela camada inferior. Portanto, a camada de aplicação é portátil para outras plataformas, contanto que exista uma camada de abstração de *hardware* específica para tais.

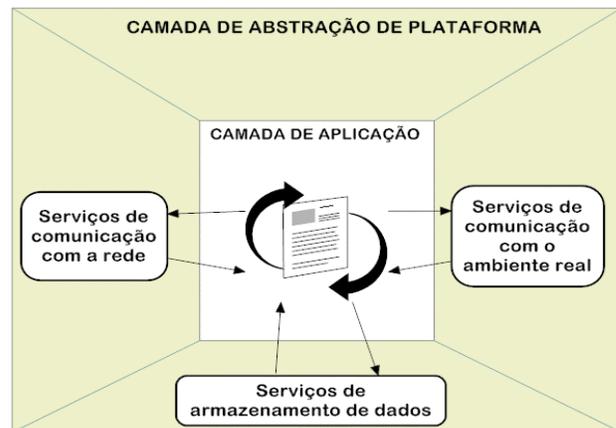


FIGURA. 4  
CAMADAS DO SISTEMA.

Este modo de manter a aplicação independente da plataforma facilita a migração para outros sistemas, pois não há necessidade de modificar a aplicação. A camada da aplicação é responsável pela lógica de gerenciamento do ambiente, que é o núcleo do sistema. Então, é interessante que essa camada fique intacta quando o sistema for implantado em outras plataformas.

### Camada de aplicação

A camada de aplicação desempenha as tarefas relacionadas ao foco do sistema, ou seja, o gerenciamento de ambientes. A aplicação tem a função de manter as entidades do ambiente com estados correspondentes no mundo real e virtual. Essa camada utiliza os serviços da camada de abstração de plataforma para comunicar-se com o ambiente virtual e com o ambiente real, fazendo o papel de interface entre eles. Do ambiente real a aplicação recebe dados sobre estado dos dispositivos reais e do ambiente virtual recebe solicitações de acionamento de dispositivos.

O fluxo de interação entre real e virtual pode funcionar de duas maneiras como visualizado na Figura 5. Na primeira maneira o ambiente virtual solicita à aplicação de gerenciamento a alteração de estado de uma entidade: a aplicação analisa a solicitação, faz a alteração e envia uma mensagem de confirmação. A segunda maneira acontece quando o estado de uma entidade é alterado no ambiente real. Nesse caso a aplicação percebe essa alteração e envia uma mensagem ao ambiente virtual informando o estado atual da entidade.

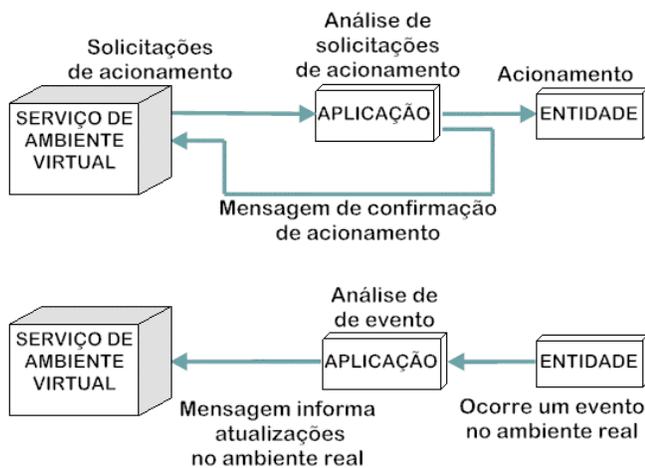


FIGURA. 5

FLUXO DE INTERAÇÃO ENTRE VIRTUAL E REAL.

As tarefas envolvidas ao gerenciar um ambiente em hiper-realidade podem ser executadas paralelamente ou seqüencialmente. Uma estrutura de *software* baseada em atividades concorrentes é mais adequada, pois organiza a realização das tarefas tal qual ocorre no mundo real. Em paralelo o sistema comunica-se com o ambiente virtual, verifica eventos no ambiente real e toma decisões em função

das informações recebidas. Essas atividades podem ser visualizadas na Figura 6.

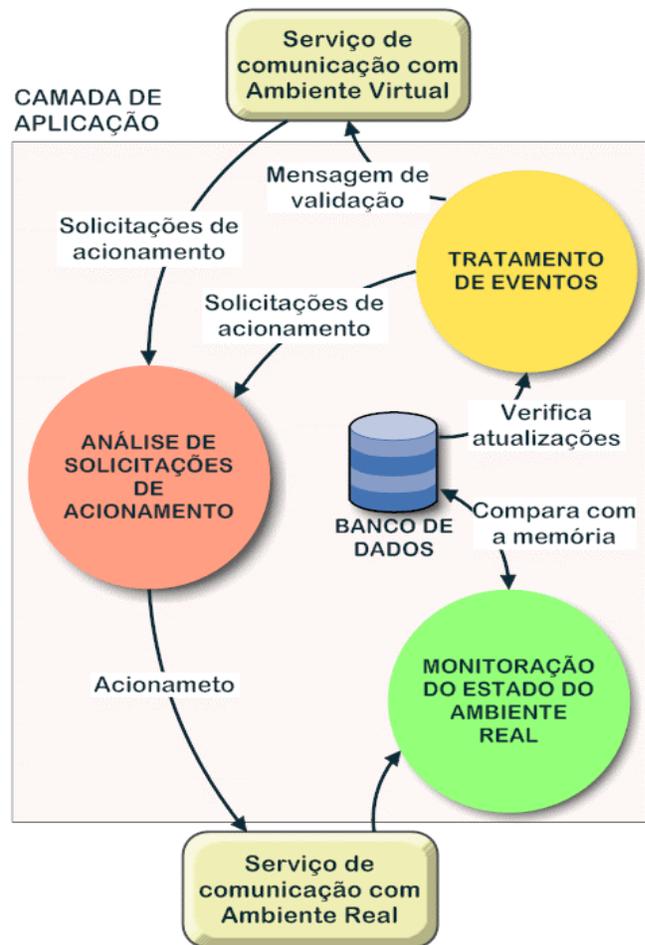


FIGURA. 6

TAREFAS DO SISTEMA.

Uma das tarefas relaciona-se à recepção das solicitações de alteração de estado das entidades do ambiente virtual, ao seu tratamento e à verificação se há alguma restrição específica da entidade quanto à mudança de estado. Essas restrições estão relacionadas com a natureza da entidade visto que cada classe de entidade tem uma maneira distinta de interagir como o sistema. Um exemplo é um ar-condicionado que pode ser danificado se for ligado e desligado várias vezes em um curto espaço de tempo. Portanto, a aplicação tem que tratar de modo diferenciado cada classe de entidade do ambiente.

Outra tarefa é o monitoramento do estado do ambiente real. Esta tarefa está constantemente verificando se alguma das entidades do sistema alterou o seu estado. Isso é feito comparando o estado atual da entidade com o estado armazenado em memória. No caso de haver alguma alteração, o estado armazenado na memória é atualizado e um marcador de atualização é atribuído à entidade.

A tarefa de tratamento dos eventos do ambiente real é responsável por analisar os eventos ocorridos no ambiente real e reagir conforme o tipo de evento. Em uma situação em que um detector de fumaça indica que pode haver um incêndio, a tarefa deve tomar as decisões de acionar os dispositivos de combate a incêndio e enviar um alerta aos bombeiros.

## RESULTADOS

Como resultado foi desenvolvida uma versão parcial do sistema em que foi implementado um protótipo para o controle de lâmpadas. Esta versão foi testada em conjunto com todas as outras camadas do sistema de hiper-realidade do projeto Campus Virtual [11]. As lâmpadas podem ser acesas ou apagadas através de solicitações enviadas pelo servidor de ambiente virtual. Quando um evento de acender lâmpada ou apagar lâmpada ocorre no ambiente real, o sistema detecta o evento e informa ao ambiente virtual o novo estado da lâmpada.

Devido a esta versão possuir poucas funcionalidades o modelo arquitetural especificado foi parcialmente adotado e apenas alguns módulos foram implementados conforme a descrição deste artigo. Embora simples, esta versão permitiu o teste das funções essenciais do sistema com a comunicação entre ambiente virtual e ambiente real. Observa-se que o problema de acionar uma lâmpada é similar ao de acionar a maioria dos dispositivos elétricos, exceto algumas particularidades que podem ser tratadas. Contudo, os resultados obtidos validaram arquitetura proposta.

Portanto, a partir desse protótipo funcional será possível acrescentar funcionalidades ao sistema e deixando-o mais completo. Entidades mais complexas poderão ser controladas como um sistema autenticação de pessoas no ambiente ou um sistema de detecção e combate a incêndio. Também será importante agregar inteligência ao sistema, permitindo-lhe tomar decisões em atividades críticas. Agregar inteligência a um ambiente auxilia os usuários em suas atividades diárias através de sua interação natural com serviços computacionais, pois ambientes inteligentes podem se adequar às necessidades e às situações dos usuários, tendo autonomia para agir [12].

## CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um modelo de arquitetura para um sistema embarcado que faz interface entre ambientes virtuais e ambientes reais no âmbito da hiper-realidade. A arquitetura aqui apresentada, quando explorada em ambientes educacionais tem o potencial de agregar interatividade e produtividade a esses ambientes.

No contexto de ambientes educacionais o sistema será capaz de minimizar as barreiras espaciais existentes no processo educacional. Permitirá que alunos e professores compartilhem remotamente um ambiente real, podendo realizar atividades colaborativas. Os aspectos administrativos de ambientes educacionais também podem

ser beneficiados pelo sistema, onde as funções de controle do ambiente são centralizadas para um administrador com acesso ao sistema.

Atualmente, os trabalhos estão concentrados na implementação do modelo arquitetural proposto, seguindo um fluxo de desenvolvimento incremental do sistema. Futuramente, novas funcionalidades serão agregadas ao sistema, deixando-o mais próximo do sistema idealizado.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

- [1] Hagsand, O., "Interactive Multiuser VEs in the DIVE System", *IEEE Multimedia*; Vol. 3, N. 1, p. 30-39. 1996.
- [2] Linden Lab, "Second Life", *Online: <http://secondlife.com/whatis/>*. Acesso em Julho de 2008.
- [3] Pereira, T. A. B., Sales, B. R. A., Souza, D. F. L., Machado, L. S., Mendes, J. G. M., Restivo, M. T., Lopes, A. M., Moraes, R. M., "Improving Interaction in Remote Laboratories Using Haptic Devices", *Proc. of REV International Conference, Porto/Portugal*. 2007.
- [4] Tiffin, J. Terashima, N., "Hyper-Reality: Paradigm for then Third Millennium", *Routledge*. 2001.
- [5] Eco, Umberto., "Travels in Hyper-Reality". Trans. W. Weaver. London: Picador, 1986.
- [6] Bertram, V.; Thiart, G., "Simulation-Based Chip Design", *In: Oceans 2005 – Europe*, v. 1, pp. 107-112. 2005.
- [7] Chao, L.W., Kavamoto, C.A., Battistella, L.R., 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*, 11(1), pp. 80-82. 2005.
- [8] Imbrie, P.K., Raghavan, S., "Work In Progress - A Remote e-Laboratory for Student Investigation, Manipulation and Learning". *35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, pp. 13-15. IEEE. 2005.
- [9] Noergaard, T., "Embedded Systems Architecture: A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers", *Oxford: Elsevier*, 2005.
- [10] Weiser, M., "The Computer for the 21st Century", *Scientific American*, vol.265, no.3, Setembro., pp.94-104. 1991.
- [11] Costa, T. K. L., Sales, B. R. A., Moraes, R. M., Lima, J. A. G., Machado, L. S., "Real Environments Management Through Virtual Campus", *International Conference on Engineering and Technology Education*, 2008, Santos. p. 534-538.
- [12] Pezorro, R.F.; Pereira C.R.; "Ambientes Inteligentes: Uma arquitetura para cenários de automação residencial baseada em experiências". *III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, Porto Alegre/Brasil*. 2007.