

ação ergonômica volume 6, número 1

## **PROPOSTA METODOLÓGICA PARA USO DA REALIDADE AUMENTADA EM ERGONOMIA DO PRODUTO**

**Mateus Rodrigues Miranda**

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama LART – Laboratório de Pesquisa em Arte e TecnoCiência  
mateusmiranda@unb.br,

**Diana Maria G. Domingues**

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama LART – Laboratório de Pesquisa em Arte e TecnoCiência  
dgdomingues@gmail.com

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma proposta metodológica de uso da Realidade Aumentada (RA) como auxiliar de projeto com foco na Ergonomia do Produto. O uso da RA já vem sendo observado e estudado nas áreas de design de produto, arquitetura, indústria automotiva, inclusive em manutenção. Apresenta uma visão geral sobre o estado da arte e das tecnologias usadas na criação de aplicações de Realidade Aumentada.

**Palavra Chave:** Ergonomia. Design do produto. Realidade virtual. Realidade aumentada.

**Abstract:** *This paper presents a methodological proposal for expanded use of Augmented Reality (AR) as an aid project focused on Product Ergonomics. The use of RA has already been observed and studied in the areas of product design, architecture, automotive industry, including maintenance. Presents an overview on the state of the art and the technologies used in the creation of Augmented Reality applications.*

**Keywords:** *Ergonomics. Product design. Virtual reality. Augmented reality.*

## 1. INTRODUÇÃO

Propõe-se um estudo para aplicação de Realidade Aumentada no campo da Ergonomia do Produto, mais precisamente na melhoria do processo de desenvolvimento de um produto com ênfase nos conceitos de Ergonomia. Em paralelo, busca-se aperfeiçoar a integração e o entendimento entre os grupos multidisciplinares que atuam nas fases de desenvolvimento ao longo do ciclo de vida de um produto. A evolução das fases de projeto, como também os procedimentos de manutenção e até mesmo na promoção do produto, seriam mostradas através da sua modelagem em 3D. Para isso, seria usado software compatível, porém sem a necessidade de computadores com alta capacidade de processamento e sem a necessidade do uso de software específico de modelagem, geralmente com um custo alto por licença. A evolução do projeto seria repassada usando um computador/webcam ou aparelho compatível (celulares com câmera integrada e palms). Os benefícios do uso dessa nova tecnologia poderão ser claramente observados na redução de custos, diminuição de tempo de projeto e aumento da qualidade do produto.

A evolução tecnológica da computação gráfica e dos componentes eletrônicos tem proporcionado uma rápida evolução nos sistemas de realidade virtual e a criação de novas tecnologias de interação homem-computador ainda mais econômicas e com uma maior disseminação entre os usuários comuns. Um exemplo dessa tecnologia é a Realidade Aumentada, que amplia a percepção da realidade mediante a inserção de elementos gráficos virtuais por meio de computador, câmeras e displays, e que, com a evolução dos componentes eletrônicos, tornou-

se mais econômica e popular. O escopo do estudo deste anteprojeto é conciliar o uso da Realidade Aumentada nas fases iniciais do ciclo de vida do desenvolvimento de um produto, juntamente com um ambiente de uma CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*). Além disso, na mesma direção, pretende-se adicionar processos de visualização de imagens a par das experiências vividas no espaço físico, bem como das relações do corpo num ambiente com efeitos cinemáticos, de modo a poder ampliar o grau de sensorialidade para estudos ergonômicos e cognitivos.

## 2. REALIDADE AUMENTADA

A Realidade Aumentada é um processo de visualização derivado da Realidade Virtual que possibilita simulações mais complexas. Seu funcionamento básico dá-se pela inserção de elementos gráficos em modelagem tridimensional, usando o conjunto computador-câmera-display, o que torna possível aumentar a realidade pela inserção de objetos sintéticos sobre diferentes cenários do cotidiano. As simulações, antes limitadas e fechadas às molduras de displays, misturam-se sobre o espaço físico, aumentando-o. A realidade aumentada está convencionalmente situada no espaço entre o real e o virtual. O termo em inglês *Virtuality Continuum* representa esse conceito da Ciência da Computação e estabelece uma escala contínua entre o completamente virtual, Realidade Virtual; e o completamente real, a Realidade. O continuum realidade-virtualidade envolve todas as possíveis variações e composições de objetos reais e virtuais.

Tal conceito foi introduzido primeiramente por MILGRAM, 1994. Ver FIG. 1.

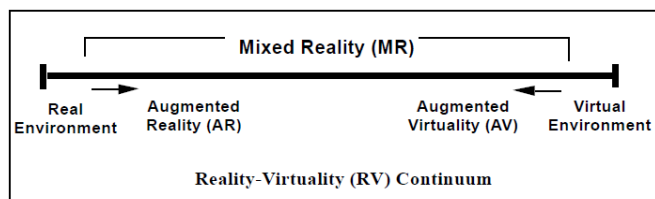


FIGURA 1 – Modelo da Realidade Combinada – *Mixed Reality (MR)*.

Os processos de visualização de *Mixed Reality (MR)* e *Augmented Reality (AR)* permitem a criação de novos tipos de interface entre o homem e o computador por visão computacional. Um sistema de Realidade Aumentada é definido por três características: combinação do real com virtual, interatividade em tempo real e registro em 3D, conforme descrição abaixo.

Os objetos são inseridos no ambiente real através de um sistema de registro que reconhece um padrão geométrico predeterminado e o utiliza para saber a localização da câmera real. Esse padrão geralmente é um cartão impresso em papel, no formato de uma etiqueta, denominado marcador, mais costumeiramente denominado de *tag*, contudo podem ser sinais de outra natureza como sensores digitais. Os trabalhos mais recentes nesse campo focam a adição de objetos sintéticos, inclusive com a sobreposição gráfica, podendo remover ou esconder partes do ambiente real.

### 3. CAVE do LART + Piso cinético e Sistemas Biocíbridos

A CAVE do LART (Laboratório de Pesquisa em Arte e TecnoCiência) oferece espaços de simulação estereoscópica para imersão em uma

CAVE, ou seja, um cubo imersivo de realidade virtual, dotado de interfaces plurissensoriais para imersão em caverna digital, vide FIG.2. Dotada de interfaces de alto grau de sensorialidade, o projeto demanda a criação de ambientes e o desenvolvimento de interfaces (software e hardware) para interação com o ser humano.

A realidade virtual, que propicia a imersão por navegação espacial em mundos tridimensionais, resulta de grandes avanços em bibliotecas gráficas que geram ambientes tridimensionais abertos à interatividade e à imersão. O processo criativo e científico exige a escrita de programas que lidam com a modelagem e renderização por simulação geométrica de cenas e objetos baseada em leis físicas e genéticas, propiciando a geração de um cosmos tecnológico que, durante as interações, afirma a presença do corpo e de suas ações. Não se trata somente de geração de animações, mas de possibilitar a condição especial de experimentar o território virtual e os objetos em toda sua dinâmica em escala humana. Nesse sentido, é que vai ocorrer o “realismo” como experiência vivida pelo corpo nas cenas construídas em linguagem numérica. São mundos de um realismo conceitual, onde os cálculos, através de algoritmos e funções, possibilitam modificar interativamente o mundo virtual. As classes e funções algorítmicas, escritas em linguagem orientada a objeto, são responsáveis pelos acontecimentos no mundo virtual como narrativas que simulam vários graus de realidade desse mesmo mundo. A imersão é experimentada com equipamentos especiais que oferecem o acesso e diálogo no interior de mundos sintéticos.

O uso de rastreadores, luvas, óculos ou outra interface háptica permite agir no ambiente com

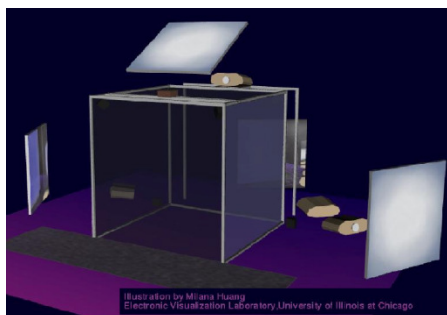
dispositivos que rastreiam as ações do corpo, provocando mudanças no território virtual. Em todas as situações, as experiências perceptivas são cada vez mais performáticas. Os *trackers* ou rastreadores são sistemas de captura para a direção e movimento do corpo, suas ações e gestos. Todas essas tecnologias têm uma dimensão tátil ou háptica, e o corpo pode tocar as imagens. Entre os periféricos de RV e suas variáveis, existem ainda as *dataglove*, ou luvas com *emitters*, para tocar nos dados, além dos sistemas de câmeras, sistemas com magnetismo, ondas sonoras, infravermelho, entre outros dispositivos hápticos que, assim como joystick, estão entre outras tecnologias para aquisição e comunicação de sinais. O hardware é também dotado de placas para renderização em tempo real e simulação sensorial. Os rastreadores também possibilitam a manipulação de objetos e toque em objetos virtuais modelados em 3D, que podem ser aproximados, girados, arrastados, em correspondência e simultaneidade das ações no espaço físico. Age-se conforme leis da física e da dinâmica, em ambientes regidos por modelos matemáticos para a geração de força e vibração. Dessa maneira, tais modelos aumentam a capacidade de imersão e permitem ao participante sentir as consequências daquilo que se está fazendo, mediante feedbacks que podem levar a sensações de pressão, de dinâmica de força, tais como o ato de apertar um parafuso ou bater com um martelo.

Entretanto, são as experiências em medicina que levam a situações radicais, onde a vida é checada através da virtualidade. Dispositivos hápticos permitem hoje operações em mundos de realidade ampliada. Os dispositivos de retorno de força com captadores que garantem sensações mais precisas e confiáveis, atualmente, estão buscando sensações

relacionadas à temperatura e em compressões sobre superfícies. Por outro lado, o realismo auditivo explora a tridimensionalidade de sons que também ganham um poder imersivo, sendo especializados de forma a gerar sensações com ilusão de profundidade. Os dispositivos monofônicos não podem fornecer variáveis sonoras de localização espacial indicando à direita, à esquerda, etc. Assim, na realidade virtual, é necessário também simular um verdadeiro universo sonoro tridimensional. Hoje existem sistemas que oferecem a correspondência nas trocas de percepção visual em função dos movimentos que reforçam as sensações auditivas.

O corpo implicado, de maneira fisiológica, num ambiente virtual tridimensional, experimentando sensações de estar vivendo dentro dele, é o que se denomina de interatividade imersiva. São interfaces interativas que ligam o corpo ao ambiente, gerando enações, por relações estruturadas entre os seres humanos e próteses sintéticas que oferecem perceptos em ambientes interativos. A imersão pelas trocas mútuas, na relação corpo/ambiente entrelaçados, confirma a tese de Ted Krueger (Krueger, 2004) de ser a percepção “um fenômeno de laboratório”.

Os inventores das CAVEs, Carolina Cruz-Neira, com DeFanti e Sandin, propuseram “*a room with a view*”, culminando num espaço sensorial imersivo. Eles declaram que esse sistema foi criado com o fim de evitar a necessidade de vestir capacetes que limitam a mobilidade do corpo. Em consonância com outros pesquisadores internacionais, o uso da CAVE, com pisos que oferecem esteiras para movimentos do corpo nos estados de conectividade e evasão no interior de cavernas de realidade virtual, é referência para este projeto.



*FIGURA 2 – Modelo esquemático de uma CAVE convencional.*

Este trabalho transdisciplinar, envolvendo engenharia, cientistas com foco nas ciências humanas, questões antropológicas, sociais, psicológicas, considerando ainda especialistas da engenharia biomédica, neurociência, além da ciência da interface, ergonomia, informática e biofísica, deve verificar, desenvolver, aprimorar e transferir interfaces tecnológicas (próteses, telemática, realidade virtual, biofeedback, sensores táteis e outras tecnologias eletrônicas) e biotecnologias. Além disso, busca-se desenvolver práticas e abordagens pertinentes e relacionadas com a questão da percepção e da reabilitação, seja como acessório, seja como reconfiguração da capacidade do corpo, incluindo ainda o poder de mapear a (de)eficiência pelo comportamento e corpos interfaceados ao ambiente.

Essas questões comuns e diferenças nos campos do design, da ciência e tecnologia são o tema desta pesquisa e serão desenvolvidas, em planos específicos, durante o período do projeto, em estreita colaboração intra - inter e transinstitucional. Tais questões abordarão a ampliação de pesquisas sinestésicas de biofeedback e bioengenharia: da imersão - evasão - realidade misturada – paisagem remota – espaço físico - espaço de dados, ou seja, o biocíbrido. Tratando-se, então, de propiciar

comportamentos e experiências em zonas determinadas pelo design de interação, que soma propriedades do espaço físico onde o corpo se desloca, do cyberspaço e dos dados processando informações.

Entre os problemas da investigação de sistemas biocíbridos que requerem a ampliação dos recursos tecnológicos, está o uso da Caverna de realidade virtual para experiências sensoriais em ampliação sinestésica por sensação a partir da soma com sensações do mundo físico, numa relação com a arte cinética dos anos 80, e seus expoentes Jules Le Parc e Palatnik na América Latina. A cinética do piso com movimento, deslocamentos, desequilíbrio, colisão, vibração, rotação, trepidações são focos da expansão das interações com os espaços de dados, gerando os sistemas biocíbridos.

#### **4. APLICAÇÕES**

O campo de aplicações da tecnologia de Realidade Aumentada é amplo e vem crescendo anualmente com a contribuição dos diversos pesquisadores da área.

Notadamente, o ramo de entretenimento e marketing tem uma maior absorção dessa tecnologia nas suas aplicações diárias, contudo, já começam a aparecer exemplos de uso da Realidade Virtual e RA nas áreas de projeto. Uma delas está sendo desenvolvida no Brasil, na UFSCar, no Laboratório de Ergonomia, Simulação e Projetos de Situações Produtivas. Nele, administradores podem antecipar a nova unidade industrial em cenários diferentes (terrenos de tamanhos, localizações e características geológicas diferentes) antes de abrir a nova empresa. Com a ajuda de softwares como o Ramsis (da Human

Solutions) e o Jack (da Siemens), é possível prever se determinadas estruturas vão gerar desconforto e dores nos funcionários.

Outro exemplo vem da indústria automotiva, onde grandes empresas já desenvolvem pesquisa em RA para uso direto no desenvolvimento de novos produtos e para a pós-produção do produto, com novas técnicas de manutenção de veículos. Vide FIG.

3.



*FIGURA 3 - Carro conceito com um sistema móvel de RA para permitir um test drive real. O usuário pode adicionar componentes virtuais sobre o carro real e fazer avaliações ergonômicas do interior do **veículo** usando a RA numa situação de condução real.*

## 5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização da pesquisa proposta será inicialmente um estudo de caso em uma empresa de grande porte do ramo de transporte que utilize no seu processo de desenvolvimento centros de realidade virtual e modelagem computacional em 3D. Caso a empresa escolhida não tenha tais recursos, o desenvolvimento será feito na LART-CAVE em conjunto com um piso cinético que será desenvolvido no LEI (Laboratório de Engenharia & Inovação) -LART.

O desenvolvimento de um subsistema, com ênfase no uso dos conhecimentos da Ergonomia do Produto e inserção da Realidade Aumentada durante as fases de projeto, será proposto à empresa escolhida. O uso da Realidade Aumentada será inserido nas fases iniciais do projeto, mais especificamente na fase de modelagem e antes do congelamento do produto.

O projeto, por visar sistemas interativos que embarcam várias tecnologias, interfaces e programas que se denominam tecnologias embarcadas ou *embedded technologies*, demanda sempre etapas de programação e desenvolvimento. O objeto maior é a interação expandida, por interfaces multimodais, ou numa interface mais complexa, crossmodal, misturando interfaces sensoriais, de rede, de mobilidade ou outra qualquer, nas quais uma função sensorial é cruzada com outra, transferindo um sentido para outro e que atenderão a projetos de ampliação e suplementação perceptiva.

A investigação visa a contemplar esses estados de complexidade sistêmica, atendendo esquemas corporais e o conjunto de sensações transmitidas pelo corpo e seu “sensorium”, bem como o centro nervoso central por suas aferências. Pretende-se chegar pelas sinestésias e trânsitos de funções sensoriais ativadas em ambientes simulados a mapas de funcionamento do cérebro, por sensações externas vividas e processadas internamente, em imagens e esquemas posturais e espaciais que se reportam a esquemas corporais, percepção, respostas, e sentido de presença com consciência reenquadrada pelas tecnologias.

No projeto, serão consideradas questões perceptuais da fisiologia da ação, e como essas percepções são manipuladas pelo design de interação,

numa fenomenologia da percepção e do sentido de movimento (Berthoz, 2008). Ressalte-se que essas percepções são fonte de pesquisa na neurociência e se enriquecem pelas variáveis de modelos internos do cérebro, modos de lidar com esquemas corporais e como as interfaces podem propiciar experiências comportamentos de um sistema interativo. Trata-se, portanto, de elaborar o design de interação ou projetos de interação e de reconstrução de correlatos do mundo externo no campo da percepção e consciência.

A expansão na LART CAVE aqui proposta em condição biocíbrida, somando as sensações no espaço físico (Piso Cinético) com as sensações em espaços de simulação estereoscópica em imersão numa CAVE, amplia as questões da ergonomia para o campo mais vasto. No caso, abrangendo questões comportamentais da fisiologia e cognição homem-ambiente/homem-máquina, que são pensadas em relação com o design de produto, para efeito de aplicações em treinamentos, em ações que envolvem perigo, segurança, visitas, capacidades de performances de *fitness*, de reabilitação e por fim, projeto do produto, com ênfase em Ergonomia.

Nesse contexto, o desenvolvimento de um sistema interativo especulativo, biocíbrido de ordem sensorial e estética, modifica a condição humana, e o projeto de produto assume uma nova dimensão em propriedades de ativação de elementos da linguagem em sua dimensão estética, artística, antropológica, científica e técnica. A Ciência da Interface no relevante domínio humano/computador (HCI) reúne pesquisas em torno da redefinição da experiência humana por processos cognitivos e subjetivos de reenquadramento de consciência, pela percepção plurissensorial e construção do conhecimento, modos

de subjetivação, bem como por relações sociais modificadas pela presença do computador, interfaces e rede. Esses desafios estendem a noção de consciência, corpo e localidade, mudando o modelo cognitivo que temos do mundo e nossa relação com ele.

O sistema para RA adotado será inicialmente o Layer, uma plataforma usada para inserção dos elementos de integração dos modelos em 3D e o hardware (computador, webcam e dispositivos móveis com plataforma Android 2.0 ou superior). Além disso, os modelos em 3D serão gerados usando o software de modelagem 3D Dassault Systemes CATIA V5 ou similar, dependendo da empresa escolhida para estudo.

## 6. CONCLUSÃO

O projeto, então, visa aprimorar o processo de desenvolvimento de um produto, inserindo em suas fases a tecnologia de Realidade Aumentada em um ambiente de Realidade Virtual imersivo (CAVE), juntamente com elementos cinéticos que ampliam a sensação humana, de modo a considerar variáveis sensoriais para efeito de modificação de aspectos cognitivos. Em decorrência, prevê-se a expansão de dados do projeto, mediante dispositivos a serem testados, de forma controlada e em um ambiente preestabelecido, ainda na fase de modelagem do produto. O resultado dessa ampliação sensorial no pré-projeto tem como premissa a melhora do produto final em si, prevalendo o produto ainda na fase de modelagem e diminuindo a chance de reprojeto e otimizando o tempo na fase de testes em mock-ups físicos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AZUMA, R. A Survey of Augmented Reality. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n.4, August, p. 355-385, 1997.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J.C. **Projeto Integrado de Produtos, Planejamento, Concepção e Modelagem**, 1, Manole, 2008;
- BERTHOZ, A. **Le sens du Mouvement**. Odile Jacob, Paris, 1997;
- CARDOSO, A., LAMOUNIER, E. **Realidade Virtual: Uma abordagem prática**. VII Symposium on Virtual Reality, São Paulo, 2004;
- CASAROTTO, N.; FARERO, J.S., CASTRO, J.E.E, **Gerencia de Projetos/Engenharia Simultânea – Organização, Planejamento, Programação, PERT/CPM, PERT/Custo, Controle, Direção**, 1, Atlas, 2006
- CHEN, C.; YU, C.; HUNG, Y. **New Calibration-free Approach for Augmented Reality Based on Parameterized Cuboid Structure**, IEEE 1999, Institute of Information Science, Academia Sinica, Taiwan, 1999;
- DOMINGUES, D. **Realidade Virtual: Uma Realidade na Realidade, Imagem (ir)realidade: Comunicação e Cibernética**, 1, Sulina, 2006;
- DOMINGUES, D., **Arte e Tecnociência: Interações expandidas e condição biocíbrida em software art**, Edital Universal - MCT/CNPq Nº 014/2010, 2010;
- FERNANDES, B., SANCHEZ, J. **Realidade Aumentada Aplicada ao Design**, Holos, Ano 24, Vol. 1, 2008;
- FRÜND, J., GAUSEMEIER, J., MATYSCZOK, C., RADKOWSKI, R. **Application Areas of AR-Technology within Automobile Advance Development**. International Workshop on Potential Industrial Applications of Mixed and Augmented Reality, Tokio, Japão, 2003;
- FUHRMANN, A., SCHMALSTIEG, D.; PURGATHOFER, W. **Fast Calibration for Augmented Reality**, VRST 99, Londres, Reino Unido, 1999;
- GOMEZ, J.V.; SIMON, G.; BERGER, M. **Calibration Errors in Augmented Reality: a Practical Study**, Proceedings 4th IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality - IWAR 05, Indianapolis, EUA, 2005.
- HOFMAM, M.; CARVALHO, F.G.; SZENBERG, F.; RAPOSO, A.; GATTASS, M. **Uma Abordagem para o Tratamento de Problemas de Oclusão em Realidade Aumentada**, 2º WRVA – Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, Uberlândia, MG 2005;
- HOFMAM, M.; CARVALHO, F.G.; SZENBERG, F.; RAPOSO, A.; GATTASS, M. **Um Estudo sobre Marcas Fiduciais em Realidade Aumentada: Combinando Detecção de Linhas com Calibração de Câmera**, Simpósio Brasileiro de Realidade Virtual, Belém, PA, 2006.
- KATO, H.; BILLINGHURST, M. **Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System**, Proceedings 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality - IWAR 99, São Francisco, Califórnia, EUA, 1999;



- KIRNER, C., SISCOOTTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada: conceitos, projetos e aplicações**, IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis, RJ, 2007;
- KRUEGER, Ted. (2003). **Redefining Human**. Disponível em: <http://www.rpi.edu/~krueger/Redef.pdf>. Acesso em: 26 de outubro de 2010;
- KUTULAKOS, K.N.; VALLINO, J. **Affine Object Representations for Calibration-Free Augmented Reality Proc**, 1996 IEEE Virtual Reality Ann. Int. Symp. (VRAIS'96), Computer Science Department, University of Rochester, Rochester, NY, 1996;
- LEEBMANN, J. **A stochastic analysis of the calibration problem for Augmented Reality systems with see-through head-mounted displays**. Institute for Photogrammetry and Remote Sensing, University of Karlsruhe, Karlsruhe, Germany, 2003;
- LIVINGSTON, A.; STATE, A. **Magnetic Tracker Calibration for Improved Augmented Reality Registration Mark**, Teleoperators and Virtual Environments, vol. 6, no. 5 (1997), Department of Computer Science, University of North Carolina, EUA, 2001;
- MADEIRA, B.; VELHO, L.; CARVALHO, P.C. **Calibração robusta de vídeo para realidade aumentada**. XXVII Congresso da SBC, Rio de Janeiro, RJ, 2007;
- MESSNER, J.; SHIN, D.H.; JUNG, W.; DUNSTON, P.S. **Camera Constraint on Multi-Range Calibration of Augmented Reality Systems for Construction Sites**, ITcon, Vol. 13, 2008;
- MILGRAM, P; TAKEMURA, H., UTSUMI, A., KISHINO, F . **Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum**. Proceedings of Telem manipulator and Telepresence Technologies, 1994.
- MORAES, R. O. **Estudo de uma Aplicação de Realidade Aumentada**, 4<sup>o</sup> Congresso Internacional em Pesquisa em Design, 2007.
- PESSOA, S.A., MELO, S.B., LIMA, J.P.S.M., TEICHRIEB, V., KELNER, J. **Um Método para Simulação de Iluminação Volumétrica em Aplicativos Interativos**. WRVA 2007, Itumbiara, GO, 2007;
- SCHUTZER, K.; SOUZA, N.L. **Tendência do Desenvolvimento de Produto na Indústria Automobilística**, ENEGEP 1998, UNIMEP, 1998.
- SILVA, R.L.S. **Um Modelo de Redes Bayesianas Aplicado a Sistemas de Realidade Aumentada**, UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.
- SISCOOTTO, R., COSTA, R. **Realidade Virtual e Aumentada: Uma abordagem tecnológica**. X Symposium on Virtual and Augmented Reality, João Pessoa, PB, 2008;
- TANG, A.A.; OWEN, C.; BIOCCHA, F.; MOU, W. **Experimental Evaluation of Augmented Reality in Object Assembly Task**, Proceedings of the International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR'02), Darmstadt, Alemanha, 2002;
- TORI, R. **Desafios para o design de informação em ambientes de realidade aumentada**. InfoDesign- Revista Brasileira de Design da Informação, 2009;
- WHITAKER, R.T.; CRAMPTON, C.; BREEN, D.E.; TUCERYAN, M.; ROSE, E. **Object Calibration for Augmented Reality**, Eurographics'95 Proceedings, Maastricht, Holanda, 2005;

- ZORZAL, E.R.; BUCCIOLI, A.A.B., KIRNER, C.  
**Desenvolvimento de Jogos em Ambiente de Realidade Aumentada**, Disponível em: <  
<http://www.realidadeaumentada.com.br/artigos/14534.pdf>>. Acessado em: 15 de abril de 2010;