

## Capítulo

# 2

## Interfaces Tangíveis: Conceitos, Arquiteturas, Ferramentas e Aplicações

Augusto L. P. Nunes, Adriel O. Radicchi e Leonardo C. Botega

### *Abstract*

*Computer systems are employed in various tasks and areas of human knowledge. To interact with these systems, interaction techniques provide different ways to manipulate and retrieve digital information. The Tangible User Interfaces (TUI) represents the class of systems that recognizes interactions performed on physical artifacts, and applies them in the context of its software, a feature that allows the emergence of real-time systems in areas not yet fully exploited by Graphical User Interaction (GUI) systems.*

### *Resumo*

*Sistemas computacionais são empregados em diversas tarefas e áreas do conhecimento humano. Para interagir com tais sistemas, técnicas de interação proporcionam diferentes maneiras de se manipular e obter informação digital. As Interfaces Tangíveis (TUI) representam a classe de sistemas que reconhecem interações executadas sobre artefatos físicos, e as aplica no contexto de seu software, característica que permite o surgimento de sistemas de tempo real em áreas ainda não exploradas plenamente por sistemas de Interface Gráfica (GUI).*

### **1. Introdução**

O desenvolvimento de sistemas computacionais é uma atividade complexa e que procura atender às necessidades de vários campos da atuação humana. Para orientar tal processo, os frameworks conceituais representam a organização dos requisitos para que se possa atender com plenitude a demanda por um sistema computacional. Porém, para que se possa interagir com um sistema computacional, é necessário considerar particularidades técnicas do próprio sistema, e em função da maneira adotada para receber estímulos de um usuário e responder ao mesmo de forma que possa compreender a informação digital, o que impede que um modelo genérico de construção

de software possa ser empregado para todos os tipos de implementações de interfaces de comunicação com tais sistemas [Yuan et al, 2007].

Para cada tipo de interface, encontram-se requisitos específicos que necessitam ser considerados no desenvolvimento de um sistema.

Interfaces Tangíveis (TUI) podem ser definidas como aquelas que compreendem interações realizadas em artefatos físicos, como estímulos para interferir no contexto e representações de informação digital. Para esta classe de interface, modelos de arquitetura de software usualmente empregados em sistemas de Interface Gráfica, não atendem os requisitos [Fishkin, 2004] [Ishii e Ullmer, 1997].

A capacidade das TUI em reconhecer interações aplicadas sobre objetos e aplicá-las no contexto de um sistema computacional, abre possibilidade de tornar interações com computadores, mais próximas das interações com processos do mundo real, e para alguns campos de atuação de sistemas, tal característica pode significar melhor desempenho ou maior satisfação de requisitos sistêmicos. No campo de gerenciamento de emergências, por exemplo, informações em tempo real da situação num local de uma ocorrência, com a possibilidade de interagir de forma mais natural com o ambiente retratado num mapa, representa atendimento com melhor desempenho, o que pode reduzir danos e prejuízos. Esta característica é comum em ambientes de processos críticos, onde ainda além da rápida compreensão por parte do usuário da situação atual para que possa realizar a tomada de decisão estratégica, também é desejável que vários usuários possam cooperar na execução de uma mesma tarefa, ampliando assim o atendimento à demanda [Radicchi et al, 2010].

## 2. Interfaces Computacionais

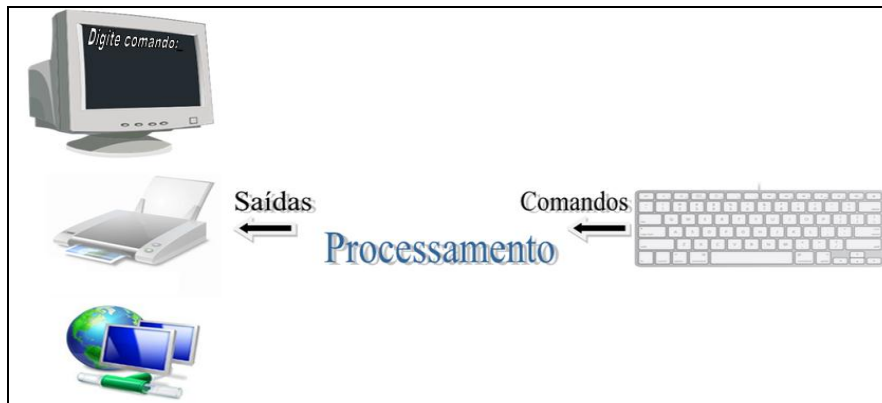
A reunião de todos os aspectos que afetam o uso de um sistema compõe uma definição geral de interface [Smith, 1982]. Em sistemas baseados em computador as interfaces são direcionadas para o tratamento da informação digital e manipulação pelo usuário.

A necessidade de se criar métodos de tradução das linguagens naturais humanas para linguagens que possam ser entendidas por dispositivos computacionais, e vice-versa, impulsionou o surgimento de um vasto campo de estudos. As pesquisas desenvolvidas pela área de Interface Humano-Computador (IHC) tornaram a realização das atividades junto a um dispositivo computacional, mais intuitivas e afastadas de detalhes técnicos ou operacionais. Em resumo a IHC defende que as atividades de um usuário com um computador, devem ser enxergadas pelo usuário em alto nível, ou seja, sua preocupação deve estar apenas no campo do seu problema e não no processo ou capacidade computacional.

A palavra Interação é definida como “Influência recíproca de dois ou mais elementos” [Priberam, 2010]. As interações envolvendo um usuário e um computador, compõem a classe estudada pela IHC.

Ao longo da recente história da IHC foram sugeridas várias maneiras de se interagir com dispositivos computacionais, geralmente expressados através de um paradigma atrelado a novos dispositivos de interface e inovações nas soluções de software. Um dos primeiros meios a serem adotados era constituído de sequências de chaves eletro-mecânica como entrada de dados, e uma sequência de lâmpadas enfileiradas como saída de dados. Mais tarde surgiu o paradigma de linha de comando, que consiste em textos enviados ao computador através de um teclado, que são interpretados e então executados. Este tipo de interface se consolidou rapidamente em razão de sua eficiência e precisão, o usuário envia ao computador um comando, que é executado em seguida. Ainda hoje são encontrados sistemas ou programas que utilizam

este conceito, como por exemplo, terminais Linux ou Unix [Campos, 2006]. Porém as interfaces baseadas em linha de comando exigem certo grau de conhecimento do usuário, é necessário que o mesmo saiba sintaxes e atributos dos comandos, o que dificulta o seu uso. Foram realizadas pesquisas para aperfeiçoar o uso deste tipo de interface, chegando a alguns consensos, como por exemplo, o de que o nome do comando deve ser o mais fácil de lembrar em função de seu propósito [Myers, 1988]. A Figura 1 demonstra o fluxo da interação através da interface baseada em linha de comando.



**Figura 1- Fluxo da interação da interface por linha de comando**

Na década de 1970 começou-se a aplicar representações gráficas para serem projetadas nos monitores, atribuindo a elas valores e funções para os programas executarem suas tarefas.

No início havia apenas caixas de diálogo mostradas aos usuários, que as controlava ainda através do teclado. Pesquisas realizadas com essas novas tendências, principalmente pelos laboratórios Stanford Research Institute (SRI) e Massachusetts Institute of Technology (MIT) levaram ao surgimento de um novo paradigma de interfaces, denominado WIMP (acrônimo das palavras: janela, ícone, menu e ponteiro), que mais tarde ficou conhecido como GUI (Interface Gráfica de Usuário), e foi usado pela Xerox (XEROX, 2010) para desenvolver um editor de textos chamado BRAVO, que dada a evolução do hardware e software da época, poderia ter mais de uma janela aberta ao mesmo tempo no sistema operacional, juntamente com um novo dispositivo de hardware para a interação com o computador chamado mouse, que complementava as interações providas pelo teclado. O editor BRAVO foi inicialmente acoplado ao projeto ALTO da Xerox, mas a popularidade das interfaces gráficas ganhou impulso quando em 1982 a Xerox agregou os conceitos WIMP e o editor BRAVO no seu projeto Xerox Star, e criou o conceito de metáfora de Desktop, que era a primeira tela mostrada para seus usuários, onde representações gráficas chamadas ícones simbolizavam arquivos e funcionalidades do sistema [Card et al, 1978]. Com este conjunto, foi então difundido o conceito de WYSTWYG (acrônimos da frase “o que você vê, é o que você obtém”).

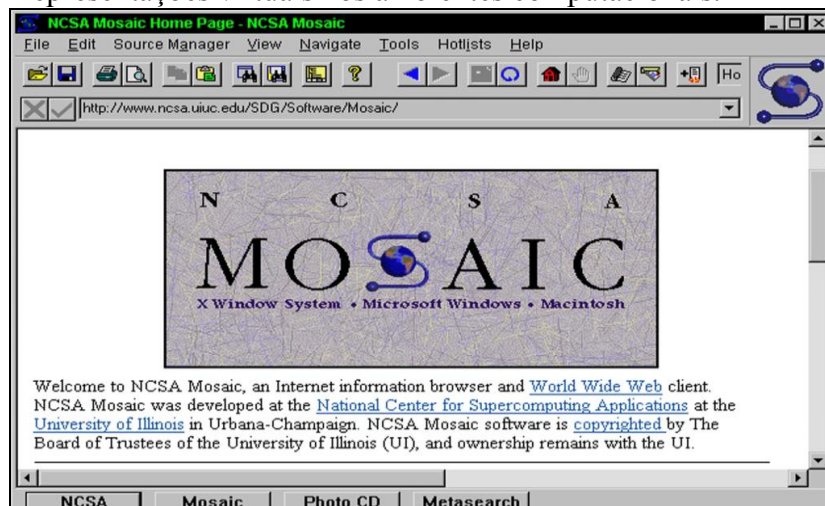
Em seguida a Apple apresentou seu projeto Lisa em 1983 já com as implementações das novas interfaces, e em 1984 também no Macintosh. Outra significativa contribuição dos desenvolvedores da Xerox foi a criação de um mecanismo de impressão que era fiel a imagem projetada na tela do computador, era possível imprimir imagens. O Xerox Star popularizou a metáfora de desktop, e através das GUI, propiciou novas experiências aos usuários, com representações virtuais sugestivas como ícones, caixas de diálogo, barras de rolagem, janelas, que davam ao usuário boa fluidez

entre suas atividades que então poderiam ser controladas simultaneamente [Pew, 2003]. A Figura 2 representa o fluxo da interação numa interface gráfica convencional.



**Figura 2- Fluxo de interação da interface gráfica.**

No início da década de noventa havia um grande crescimento das redes de computadores, com padronizações bem difundidas no mercado. Neste período foi proposto um conjunto formado pela linguagem de formatação HTML, redes e URLs (Uniform Resource Locators) que juntamente com bancos de dados distribuídos, formavam o embrião da World Wide Web (WWW), inicialmente um conceito com o nome de Mesh [Berners-lee, 1989]. A implementação de um navegador para a WWW provocou uma grande popularização da rede e deste conceito. O MOSAIC foi o primeiro navegador a atuar na WWW. Esta ferramenta foi criada em 1993 e seus conceitos ainda são tomados como padrão por navegadores atuais [Pew, 2003]. A Figura 3 mostra uma visualização de uma página através do MOSAIC. As páginas oferecidas na WWW cada vez mais continham tecnologias de interface não convencionais como recursos multimídia, interfaces por comando de voz, interfaces por reconhecimento de gestos e escrita, interfaces de toque. [Shneiderman, 1998] [Fishkin et al., 2000] [Bouchet e Nigay, 2004] [Cohen et al, 2004]. Estas tecnologias de interface com o usuário têm raízes na Realidade Virtual (RV), para enriquecer a experiência do usuário com representações virtuais nos ambientes computacionais.



**Figura 3- Visualização do navegador MOSAIC para WWW [NCSA, 2010].**

A RV é um conceito de interfaces gráficas avançadas que permite aplicações computacionais, na qual haja uma interação em tempo real com usuários, em ambientes tridimensionais sintéticos, utilizando dispositivos multisensoriais [KIRNER et al, 1995].

Os dispositivos que captam a interação do usuário podem ser convencionais (teclado, mouse) ou não convencionais (luva de dados, etc). Essa característica provoca no usuário uma imersão no mundo virtual, como mostra a Figura 4.



**Figura 4- Usuário interagindo com mundo virtual [VRCIM, 2010].**

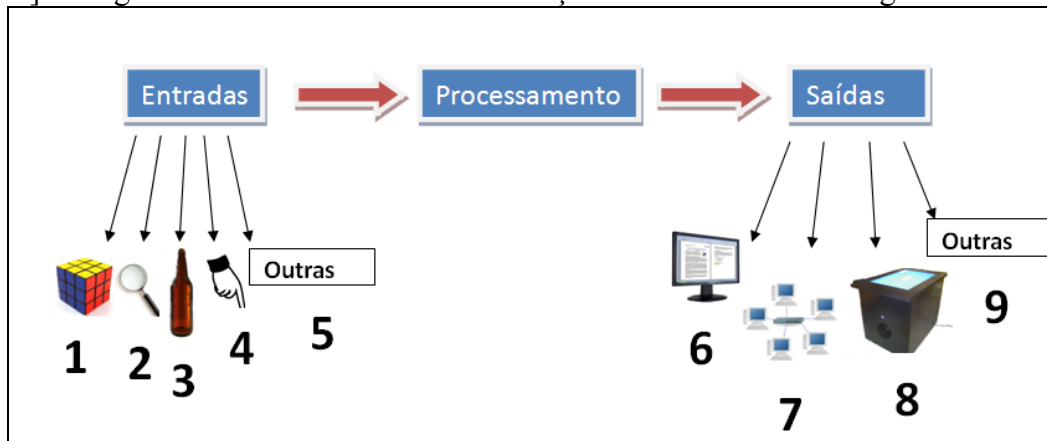
Finalmente, as Interfaces Tangíveis (TUI) acrescentam novas capacidades e elementos à detecção da interação com o usuário. Este tipo de interface reconhece interações feitas em objetos reais que estão fortemente ligados a representações virtuais num sistema, podendo assim interpretar qualquer objeto cotidiano como um dispositivo de entrada, e de acordo com suas características e atributos, refletir na representação virtual e produzir as saídas correspondentes. Desta maneira as TUI tornam a imersão e a interação mais significativas, aproximando as maneiras de um usuário interferir no mundo virtual das maneiras usadas para se relacionar com o mundo real, ou seja, torna a interação mais natural. O contexto do sistema é atualizado em tempo real assim que um objeto que está sendo rastreado sofre uma interação [Ishii e Ullmer, 1997] [Fishkin, 2004] [Rogers e Lindley, 2004].

### **3. Interfaces Tangíveis**

As Interfaces Tangíveis (TUI) podem ser definidas como qualquer interface onde o usuário interfere no sistema digital através de dispositivos físicos [Ishii, 2008]. Também chamadas de interfaces “agarráveis”, “encorpadas” ou ainda “manipuláveis”, este paradigma pretende através de um sistema computacional rastrear as manipulações de um objeto real feitas por um usuário e produzir saídas correspondentes [Fishkin, 2004].

Dispositivos capazes de receber as interações “agarráveis” do usuário com as aplicações computacionais, implementam conceitos de TUI e correspondem a uma solução para as limitações naturais das Interfaces Gráficas de Usuário (GUI), como por exemplo, a impossibilidade de se controlar um objeto da interface gráfica que não esteja visível no display, ou ainda as dificuldades em se tornar uma tarefa colaborativa num mesmo dispositivo, em termos de interação, já que as GUI permitem que se dê apenas uma ordem por vez ao computador. O paradigma TUI define que objetos reais podem ser interpretados como entradas para o sistema, atrelados a objetos virtuais, e através desta ligação modificar a situação do sistema mediante seu contexto, desta forma, as interações do usuário com o objeto real fornecem dados para a interface, caracterizando a manipulação da informação digital. Em essência, dispositivos desta natureza, misturam interações de artefatos físicos e virtuais, procurando manter uma combinação

harmoniosa em tempo real [Fitzmaurice et al, 1995] [Ullmer, 1997] [Radicchi et AL, 2010]. A Figura 5 demonstra o fluxo de interação de uma Interface Tangível.



**Figura 5- Representação das interações Tangíveis considerando: 1, 2, 3: como objetos de uso cotidiano rastreados pelo sistema; 4: toques em superfícies sensíveis; 5: toda a variedade de objetos reais que podem ser interpretados como entradas para o sistema; 6: displays, monitores; 7: ambientes colaborativos; 8: Mesas multi-toque; 9: toda a variedade de dispositivos de saída que podem receber as respostas do sistema [Radicchi et al, 2010].**

### 3.1. Classificações de Interfaces Tangíveis

Existem duas classes de Interfaces Tangíveis, definidas por dois parâmetros principais: metáfora e personificação da interação [Fishkin, 2004]. A metáfora de interface explora a relação entre o objeto tangível utilizado na interação, com algum objeto cotidiano, verificando as características e potencial para compor esta relação, visando tornar a interação mais natural para o usuário. Por outro lado, a personificação estuda a distância entre as entradas da interface e as saídas produzidas, quanto ao dispositivo que capta as entradas e o que exhibe as saídas.

A personificação pode ser subdividida em:

- Personificação completa: A interface de entrada é a mesma da saída, ou seja, as saídas produzidas são exibidas no próprio dispositivo que captou as entradas.
- Personificação próxima: A interface de entrada é próxima a de saída, porém as duas mantêm-se separadas.
- Personificação ambiente: As saídas produzidas são exibidas pelo ambiente onde o usuário se encontra, se valendo dos sentidos do usuário, em forma de sons, luzes, etc.
- Personificação distante: A interface de saída encontra-se distante da usada para reconhecer as entradas.

A metáfora de interface também pode ser subdividida em:

- Metáfora de nome: O objeto usado para reconhecer as entradas assemelha-se ao objeto virtual quanto a sua forma ou cor, porém a ação que provocamos sobre tal objeto é diferente da refletida pelo objeto virtual.
- Metáfora de verbo: A ação sofrida pelo objeto real assemelha-se à ação refletida no objeto virtual, desconsiderando sua aparência [Levin, 1999].
- Metáfora completa: Diferentemente das duas acima citadas, onde ainda existem diferenças entre o objeto físico e o virtual, esta modalidade estabelece uma forte

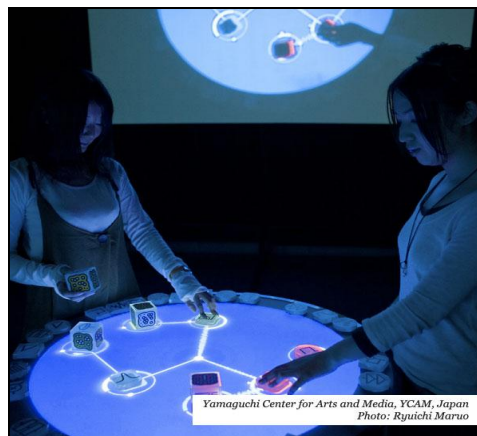
relação entre ambos os objetos, onde são dispensadas analogias para a compreensão da função ou como utilizá-los [Fishkin et al, 2000].

- Ausência de metáfora: Onde o objeto virtual em nada se assemelha ao objeto físico, configurando a forma mais básica de interação.

### 3.2. Sistemas TUI

Sistemas TUI podem ser encontrados desde em dispositivos móveis, até plataformas colaborativas espalhadas geograficamente.

As Mesas multi-toque, por exemplo, são em geral caracterizadas pela Personificação Completa ou Próxima. Concentram interações com objetos posicionados em sua superfície, modificando seu ambiente virtual em função das entradas fornecidas pelo mesmo. A Figura 6 demonstra um exemplo chamado Reactable Experience [Reactable Experience, 2010], onde usuários interagem com objetos rastreados pela Mesa multi-toque.



**Figura 6- Dois usuários interagindo na Reactable Experience [Reactable experience, 2010].**

As Lousas Inteligentes representam outra classe de dispositivos Tangíveis. Em geral suportam atividades colaborativas em ambientes compartilhados remotamente, o acesso pode ser distribuído. A Figura 7 mostra a transBOARD [Transboard, 2010], uma implementação desta classe que contempla a capacidade de receber acessos distribuídos, e exibir as saídas das interações dos usuários em tempo real. Este sistema pode reconhecer marcadores colocados na lousa, e atribuir uma representação virtual para os mesmos, dentro do contexto da aplicação. Os chamados phicons, são exatamente estes marcadores especiais.

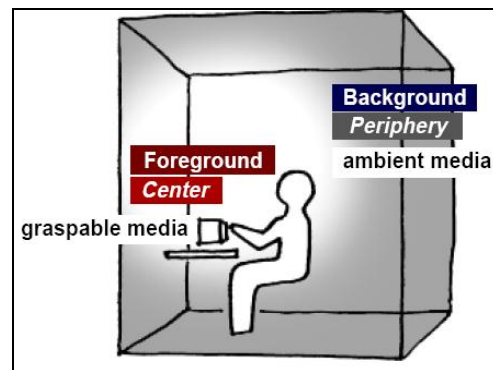


**Figura 7- Demonstração de interação com uma Lousa Inteligente [Ishii e Ullmer, 1997].**

Os Ambientes Interativos são mais uma instância de dispositivos que implementam TUI. São caracterizados pela Personificação Ambiente. As respostas do sistema podem ser dadas visando alcançar os sentidos do usuário, buscando atingir sua atenção, como mostra a Figura 8 na ambientROOM [Ambientroom 2010], um exemplo deste tipo de sistema. A Figura 9 representa o fluxo de interação desta modalidade.



**Figura 8- O ambiente como saída de dados [Ishii e Ullmer 1997].**



**Figura 9- Interação com o ambiente [Ishii e Ullmer, 1997].**

Vários dispositivos têm agregado conceitos TUI para interface com os usuários. A lista é extensa e vai de carros e celulares à notebooks, pois os dispositivos Multi-toque se tornaram comuns nos nossos dias. A Figura 10 mostra o iPad [Apple, 2010] que é um exemplo de dispositivo desta classe, com características de uma Mesa Multi-toque, porém móvel. Além das interações captadas pelos toques no display, também são reconhecidos alguns movimentos com o próprio dispositivo.



**Figura 10- Interações em superfície multi-toque móvel [Apple, 2010].**

### 3.3. Aplicações TUI

Várias áreas de aplicação de soluções computacionais têm utilizado os benefícios providos pelas Interfaces Tangíveis.

No contexto de auxílio à aprendizagem, as TUI têm sido aplicadas em experiências com crianças, para estender a absorção de conceitos matemáticos e científicos. O uso didático de sistemas Tangíveis é aplicado, por exemplo, na Reactable Experience, onde crianças usam o dispositivo que através de som e indicações no display, mediante interações com objetos, exploram a capacidade intuitiva. A Figura 11 ilustra a utilização didática de um dispositivo Tangível.



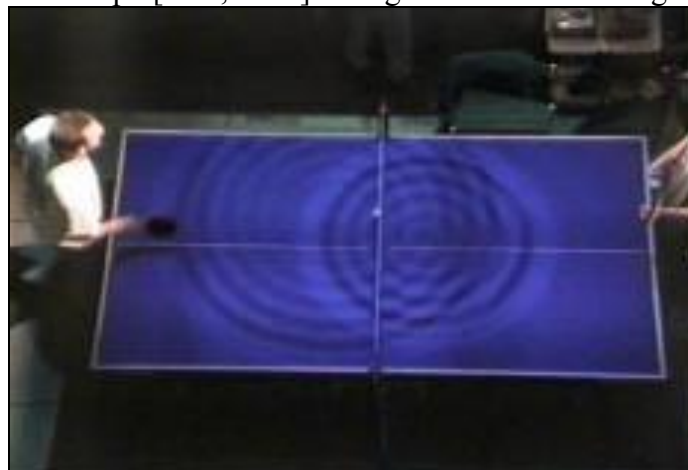
**Figura 11- Uso didático de dispositivos tangíveis [Reactable experience, 2010].**

Conhecidas como Interfaces Tangíveis para Ambientes de Aprendizagem (TICLE - *Tangible Interfaces for Collaborative Learning Environments*), estas aplicações estão voltadas para ajudar crianças a resolver problemas, mediante manipulação de ambiente físico, como por exemplo, a resolução de um quebra cabeças. A TICLE Table, mostrada na Figura 12, rastreia as atividades de um usuário na superfície, e um monitor ao lado mostra sugestões para resolver o problema de um quebra cabeças, por exemplo. O usuário pode escolher a opção mostrada através de um toque no display a sua frente, e realizar a jogada na mesa [Scarlatos, 2002].



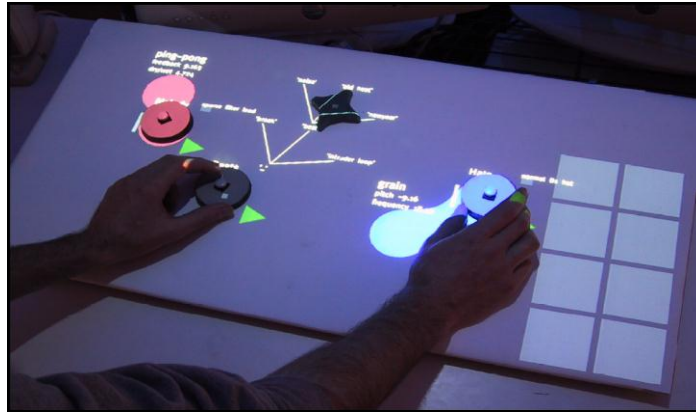
**Figura 12- Usuário resolvendo problemas na TICLE Table [Scarlatos, 2002].**

O grande potencial das TUI para aplicações em entretenimento tem desencadeado várias instâncias de dispositivos Tangíveis para jogos. Um dos primeiros exemplos deste tipo de sistema é o PingPongPlus [Pingpongplus, 1998]. Trata-se de um jogo de ‘ping-pong’ onde a mesa do jogo possui um projetor sob si, onde de acordo com os toques da bola durante o jogo, exibe modificações no campo através de sombras, criando ‘buracos’, ou apagando uma parte do campo, ou ainda provocando efeito semelhante a toques em superfície aquática, além de produzir sons característicos quando a bola toca o campo [Ishii, 1999]. A Figura 13 mostra o PingPogPlus.



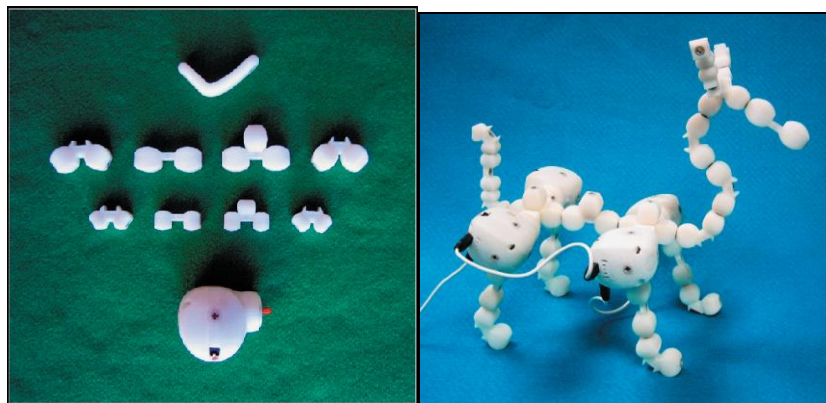
**Figura 13- Usuários disputando uma partida no PingPongPlus [Ishii, 1999].**

Também encontramos sistemas tangíveis para edição e criação de sons, como é caso do AudioPAD [Audiopad, 2001], uma aplicação que rastreia os movimentos dos objetos colocados numa superfície tangível e transforma-os em som, permitindo total controle da execução do conjunto formado por todas as interações, como ilustra a Figura 14.



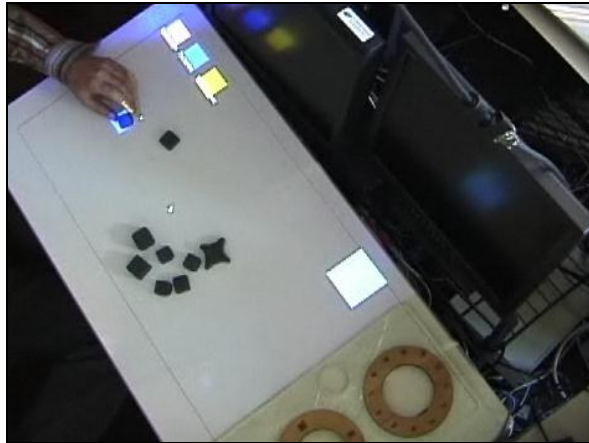
**Figura 14- Plataforma para criação e edição de sons [Patten *et al*, 2001].**

Ainda na classe de entretenimento, o Topobo [Topobo, 2003] é um componente de montagem com capacidade de memorização e reprodução de movimentos. O conjunto de Topobos é formado conectando um ao outro, e quando o usuário manipulá-lo, provocando movimentos, o Topobo reproduz o movimento sucessivamente [Raffle *et al*, 2004]. A Figura 15 demonstra o sistema Topobo.



**Figura 15- Sistema Topobo (a) e a criação de um animal (b) [Raffle *et al*, 2004].**

Os sistemas Tangíveis também são usados para suporte a gestão de processos, e tomada de decisões em ambientes críticos. No auxílio à visualização de fluxo de uma cadeia produtiva empresarial, o Supply Chain Visualization [MIT, 2002] é uma plataforma para gestores interagirem fisicamente com o fluxo de seus produtos entre fornecedores e clientes, tendo uma visão global e atualizada em tempo real, permitindo simulações complexas. Uma superfície sensível rastreia objetos que representam tipos de empresas, armazéns, etc. Em conjunto, uma projeção exibe as relações criadas pelo usuário entre estas entidades, dando o feedback em tempo real. A Figura 16 mostra este sistema.



**Figura 16- Suporte a tomada de decisão em cadeias produtivas [MIT, 2002].**

Também no campo de suporte a tomada de decisão, os sistemas Tangíveis têm sido empregados para auxiliar no Gerenciamento de Emergência, dando visualização em tempo real para resolução de situações críticas. A Diamond Tangible Table é uma plataforma para contribuição neste tipo de atividade, onde usuários interagem em conjunto para tomada de decisão quanto a uma emergência [Hofstra et al, 2008]. A Figura 17 demonstra usuários interagindo em torno de uma situação do tipo neste sistema.



**Figura 17- uso do dispositivo numa simulação de emergência [Hofstra et al, 2008].**

### **3.4. Ferramentas para construção de aplicações TUI**

Uma Interface de Programação de Aplicação (API) é definida por Inácio Jr. (2007) como “especificação em linguagem de programação de um módulo de software onde outros módulos podem ou não depender”. Dentre as características de uma API, as principais são:

- Ocultar informações: capacidade de restringir o acesso à lógica interna de programação;
- Interoperabilidade: capacidade de agir como ponto de ligação entre sistemas distintos, mesmo se escritos em linguagens diferentes;
- Estabilidade: uma API trata especificamente de um módulo de um software, e este módulo é em geral bem testado, e desenvolvido em compatibilidade com versões e sistemas que o utilizam.

Geralmente uma API é fornecida num Kit de Desenvolvimento de Software (SDK) de uma linguagem de programação. Algumas APIs são protegidas por suas companhias detentoras, ao passo que outras podem ser usadas livremente.

### 3.4.1. TUIO

Trata-se de um protocolo de domínio público que define uma API própria para reconhecimento de interações em superfícies tangíveis. Este protocolo permite a descrição abstrata de uma superfície interativa, monitorando eventos ou objetos tangíveis, formando um cenário atualizado em tempo real. Os dados captados por câmeras são tratados e decodificados, e exibidos no display, e a estrutura deste protocolo permite que aplicações Tangíveis sejam distribuídas, ou seja, disponibilizar a aplicação em rede e dedicar um computador apenas para detecção da interação, outro apenas para atualização do cenário da aplicação, etc. O TUIO foi usado no desenvolvimento da Reactable [Kaltenbrunner et al, 2005]. A Figura 18 mostra como atua o TUIO.

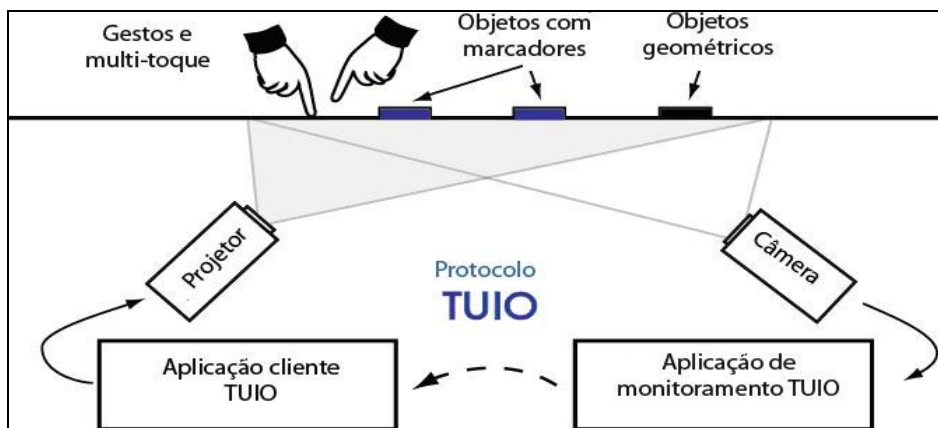


Figura 18- Diagrama de funcionamento TUIO [TUIO, 2010].

### 3.4.2. Papier Mâchié

O Papier Mâchié é um Toolkit que tem o objetivo de diminuir o esforço do programador em detectar as entradas da interação do usuário numa plataforma tangível. A premissa desta ferramenta se baseia no fato de que, para as interfaces gráficas um programador pode usar ferramentas que construam as interfaces gráficas para ele, não necessitando possuir todo o conhecimento necessário para se programar as interfaces, ficando mais concentrado no tratamento da informação. Do mesmo modo, o Papier Mâchié pretende facilitar as maneiras de reconhecimento da interação, através de várias maneiras como: visão computacional, sistemas de arquivo, códigos de barra, RFID (Identificação por Rádio Frequência) [Klemmer et al, 2004]. A Figura 19 demonstra uma aplicação desenvolvida com esta tecnologia.

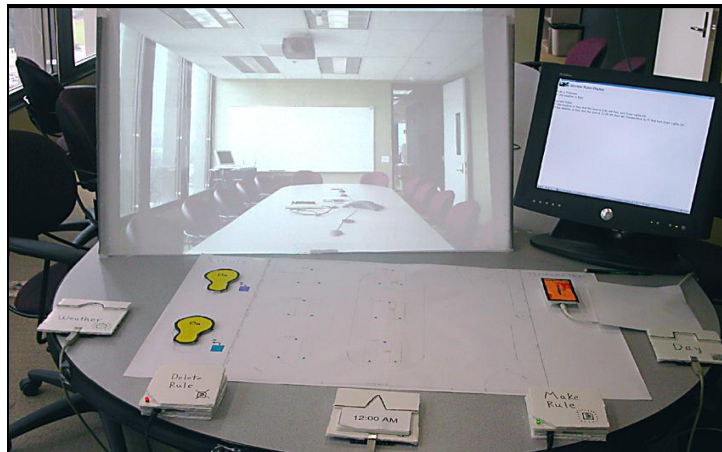


Figura 19- a) cenário monitorado e controlado pelos ícones físicos sobre a mesa; b) ícones físicos para controle do sistema [Klemmer *et al*, 2004].

### 3.4.3. Synlab API

Esta API é baseada no Papier Mâchié, porém adicionando reconhecimento de toques em superfícies e objetos através de rastreamento acústico [Mazalek, 2005]

Implementada no Synaesthetic Media Lab do Georgia Institute of Technology, esta API foi usada no desenvolvimento do projeto TViews, onde o potencial de múltiplas formas de reconhecimento de interação desta API foi usado para solucionar problemas de alocação de artefatos na plataforma Tangível. A Synlab API é baseada na atualização do contexto disparada por eventos, como mostra a figura 20.

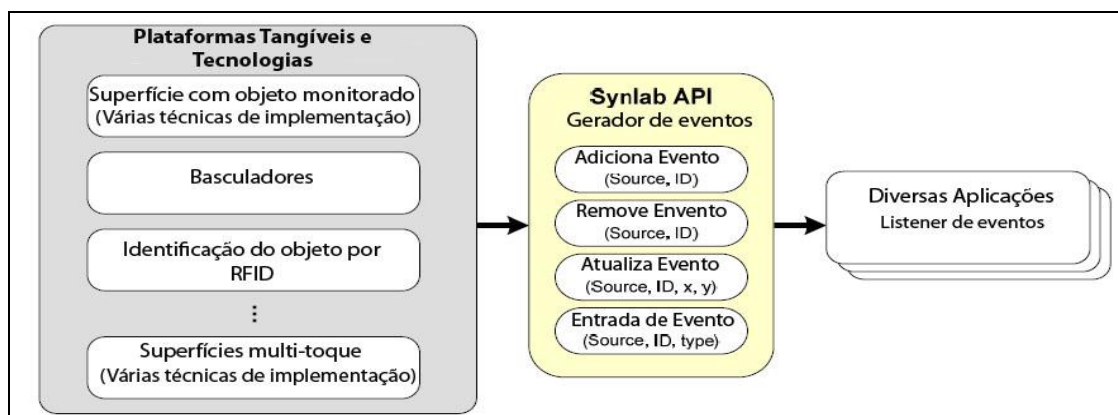


Figura 20- Diagrama de funcionamento baseado em eventos Tangíveis [Mazalek, 2006].

### 3.4.4. Phidgets

Foi o primeiro Toolkit para desenvolvimento de aplicações tangíveis, proposta por Greenberg (2001). Trata-se de blocos físicos de construção para interface com o mundo virtual, com uma extensa biblioteca que pode ser usado em muitas aplicações e em conjunto com outros Toolkits. Os módulos são plug and play e não necessitam de soldas de componentes eletrônicos. [Moussette, 2007].

Uma das premissas da Phidgets é que todo objeto físico participante do contexto deve possuir uma representação virtual. Os objetos são rastreados através de RFID, monitorando assim os eventos no dispositivo Tangível. A Figura 21 ilustra arquitetura Phidget, de acordo com Greenberg e Fitchett(2001).

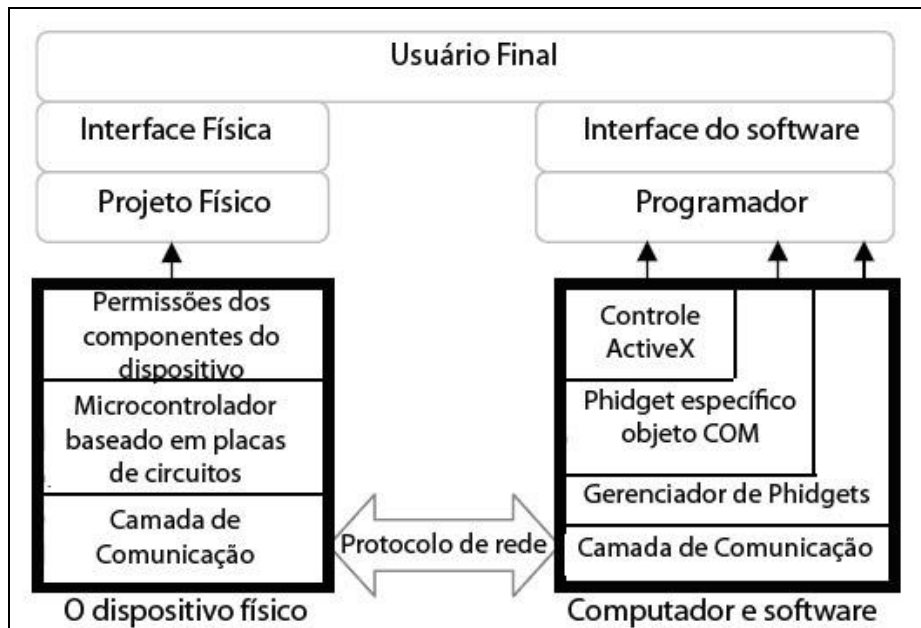


Figura 21- Arquitetura Phidget [Greenberg e Fitchett, 2001].

### 3.4.5. Touchlib

Esta é uma biblioteca específica para criação de aplicações para superfícies multi-toque. Seu funcionamento é baseado na detecção de eventos de toque na superfície através do monitoramento de manchas produzidas por estes toques, e captadas por uma câmera infravermelha. A superfície é iluminada com LEDs infravermelho, que correm por toda sua extensão, e no momento em que algo toca a superfície, a direção da luz é alterada, causando as manchas que captadas pela câmera de monitoramento, são interpretadas como interações de um usuário com o dispositivo.. Desta forma a Touchlib fornece ao programador a detecção dos toques na superfície, disparando eventos para a aplicação. Atualmente esta biblioteca é especificada apenas para plataforma Windows, mas existem alguns esforços para torná-la portátil para outras plataformas [Nuigroup, 2010]. A Figura 22 mostra a imagem captada pela câmera e monitorada pela Touchlib.



Figura 22- Detecção da interação por monitoramento de imagem em infravermelho [Nuigroup, 2010].

## Referências

AMBIENTROOM, Official Specification, Disponível em: <<http://tangible.media.mit.edu/projects/ambientroom/>>. Acesso em 11/2010.

APPLE, iPad Official Specification, Disponível em: <<http://www.apple.com/ipad/specs/>>. Acesso em: 11/2010.

AUDIOPAD, AudioPAD Official Specification, Disponível em: <<http://tangible.media.mit.edu/projects/audiopad/>>. Acesso em: 11/2010

BOUCHET, J., e NIGAY, L. ICARE: a component-based approach for the design and development of multimodal interfaces. Proceedings of CHI'04, 2004, (pp. 1325-1328).

BURBECK S., "Application Programming in Smalltalk-80: How to use Model-View-Controller (MVC)."University of Illinois in Urbana-Champaign (UIUC) Smalltalk Archive. 1992, Disponível em: <[www.cs.uiuc.edu/users/smarch/st-docs/mvc.html](http://www.cs.uiuc.edu/users/smarch/st-docs/mvc.html)>. Acesso em: 11/2010.

CAMPOS, Augusto, O que é Linux, BR-Linux, Florianópolis, 2006. Disponível em <<http://br-linux.org/faq-linux>>. Acesso em 04/2010.

CARD, S. K., English, W. K., and Burr, B. J. Evaluation of mouse, rate-controlled isometric joystick, step keys, and text keys for text selection on a CRT, Ergonomics 21, 1978, 601-613.

COHEN, M., GIANGOLA, J., e BALOGH, J. Voice User Interface Design. Harlow, Essex: Addison-Wesley, 2004.

FISHKIN, K. P.. A taxonomy for and analysis of tangible interfaces. Proceedings at Pers Ubiqui Computer. 8, pp. 347-358. London: Springer-Verlag London Limited, 2004.

FISHKIN, K., GUJAR, A., HARRISON, B., MORAN, P., e WANT, R. (2000). Embodied user interfaces for really direct manipulation. Commun , 2000, ACM, 43, pp. 74-80.

FITZMAURICE, G. W., ISHII, H., BUXTON, W. A., "Bricks: Laying the Foundations for Graspable User Interfaces", Conference on Human Factors in Computing Systems, New York: ACM Press, 1995, pp. 442-449.

GREENBERG, S., Enhancing creativity with groupware toolkits. Groupware: Design, Implementation, and Use. Springer. 2003. pp. 1-9.

GREENBERG, S., FITCHETT, C., "Phidgets: Easy development of physical interfaces through physical widgets", Proceedings of the ACM UIST 2001 Symposium on User Interface Software and Technology, November 11-14, Orlando, Florida. ACM Press. [www.cpsc.ucalgary.ca/grouplab/papers/](http://www.cpsc.ucalgary.ca/grouplab/papers/)>.

HOFSTRA, H., SCHOLTEN, H., ZLATANOVA, S., SOTTA, A., “Remote Sensing and GIS Technologies for Monitoring and Prediction of Disasters”, Remote Sensing and GIS Technologies for Monitoring and Prediction of Disasters, Springer, p. 264 – 272, 2008.

ISHII, H. Tangible bits: beyond pixels. In Proceedings of the 2nd international Conference on Tangible and Embedded interaction (Bonn, Germany, February 18 - 20, 2008). TEI '08. ACM, New York, 2008.

ISHII, H., e ULLMER, B.. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. Proceeding CHI'97 (pp. 234-241). New York: ACM Press, 1997.

ISHII, H., PingPongPlus: Design of an Athletic-Tangible Interface for Computer-Supported Cooperative Play, 1999.

KALTENBRUNNER, M., BOVERMAN, T., BENCINA, R., CONSTANZA, E., “TUIO: A protocol for table-top tangible user interfaces.”, In Proc. of the The 6th Int'l Workshop on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation. 2005.

KIRNER, C., DERIGGI, F., KUBO, M. M., SEMENTILLE, A. C., BREGA,, J. F., SANTOS, S., “Virtual Environments for Shared Interactive Visualization”, Workshop of the german-brazilian cooperative program in informatics, Berlin – Alemanha, 1995.

KLEMMER, S. R., LI, J., LIN, J., LANDAY, J. A., “Papier-Mâché: Toolkit Support for Tangible Input”, CHI 2004, April 24-29, 2004, Vienna, Austria.

LEVIN, G., Bringing sketching tools to keychain computers with an acceleration-based interface. Extended abstracts of the CHI'99 conference on human factors in computing systems (pp. 268-269). Pittsburgh: CHI'99, 1999.

MAZALEK, A., “Media Tables: An extensible method for developing multi-user media interaction platforms for shared spaces”, PhD. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2005.

MICROSOFT, Windows XP Home Page, 2010, Disponível em <<http://www.microsoft.com/windows/windows-xp/default.aspx>>. Acesso em: 11/2010.

MIT, Supply Chain Visualization Official Specification, 2002, Disponível em: <<http://tangible.media.mit.edu/projects/scvis/>>. Acesso em 11/2010

MYERS, B. Window interfaces: a taxonomy of window manager user interfaces. IEEE Computer Graphics and Applications (8), 1988, 65-84.

MOUSSETTE, C., “Tangible interaction toolkits for designers”, Scandinavian Student Interaction Design Research Conference, 2007.

NSCA, National Center Supercomputing Applications, University of Illinois, Disponível em: <<http://gladiator.ncsa.illinois.edu/Images/press-images/mosaic.gif>>. Acesso em: 11/2010.

NUIGROUP, Touchlib Home Page, 2010, Disponível em: <<http://www.whitenoiseaudio.com/touchlib/>>. Acesso em: 08/2010.

OLSEN, D. R., Evaluating user interface systems research. In Proc. UIST'07, 2007, pp. 251-258.

PATTEN, J., ISHII, H., HINES, J., PANGARO, G., SENSETABLE: A Wireless Object Tracking Platform for Tangible User Interfaces, in Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '01), (Seattle, Washington, USA, March 31 - April 5, 2001), ACM Press, pp.253-260

PEW, W, Richard, "Interaction from memex to bluetooth and beyond", The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications, Lawrence Erlbaum Associates, Inc , 2003, p. 09 - 12.

PINGPONGPLUS, PingPongPlus Official Specification, Disponível em: <<http://tangible.media.mit.edu/projects/pingpongplus/>>. Acesso em: 11/2010

PRIBERAM, Dicionário Online, 2010, Disponível em <<http://www.priberam.pt/>>. Acesso em 06/2010.

RADICCHI, A. O., NUNES, A. L. P., BOTEAGA, L. C "Proposta de Desenvolvimento de Interface Tangível para Aplicações de Gerenciamento de Emergência", XII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, 2010.

RAFFLE, H. S., PARKERS, A. J., ISHII, H., "Topobo: A Constructive Assembly System with Kinetic Memory", CHI 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems, Vienna, Austria, April 24 - April 29 2004, p 01 – 04.

REACTABLE EXPERIENCE, Reactable Official Specification, Disponível em: <[http://www.reactable.com/products/reactable\\_experience/](http://www.reactable.com/products/reactable_experience/)>. Acesso em 11/2010.

ROGERS, Y., e LINDLEY, S. Collaborating around vertical and horizontal displays: witch way is best? Interacting With Computers, 16, pp. 33-52, 2004.

SCARLATOS, L.L.. TICLE: Using Multimedia Multimodal Guidance to Enhance Learning, Information Sciences 140, 2002, 85-103.

SHNEIDERMAN, B. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (3rd Edition ed.). Reading, MA: Addison-Wesley, 1998

SMITH, 1982, Smith, S. L. "User-system interface". Human Factors Society Bulletin, 1982, 25(3), 1.

TOPOBO, Official Specification, 2003, disponível em: <<http://tangible.media.mit.edu/projects/topobo/>>. Acesso em: 11/2010

TRANSBOARD, Official Specification, Disponível em: <<http://tangible.media.mit.edu/projects/transboard/>>. Acesso em 11/2010

TUIO, Project Home Page, 2010, Disponível em <<http://www.tuio.org/>>. Acesso em 11/2010.

ULLMER, B. A., “Models and Mechanisms for Tangible User Interfaces” , Thesis (M.S.) Massachusetts Institute of Technology, Program in Media Arts e Sciences, 1997.

VRCIM, Virtual Reality and Computer Integrated Manufacturing Laboratory, Washington State University, Disponível em: <<http://vrcim.wsu.edu/pages/gallery/>>. Acesso em: 11/2010.

XEROX, Home Page, 2010, Disponível em: <<http://www.xerox.com/about-xerox/enus.html>>. Acesso em: 11/2010.

## Autores

**Augusto Luengo Pereira Nunes** - Possui graduação em Bacharel em Ciência da Computação pelo Centro Universitário Eurípedes de Marília (2010). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Processamento Gráfico (Graphics), atuando principalmente nos seguintes temas: realidade virtual, interfaces tangíveis e técnicas de interação. Contato: [gutolpn@gmail.com](mailto:gutolpn@gmail.com)

**Adriel de Oliveira Radicchi** - Atualmente é estagiário - Gerencia Regional Trabalho e Emprego, atuando principalmente nos seguintes temas: tangible user interface - tui, gerenciamento de emergência. Contato: [adrielradicchi@terra.com.br](mailto:adrielradicchi@terra.com.br)

**Leonardo Castro Botega** - Professor Assistente do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM. Bacharel em Ciência da Computação pelo Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM (2005), Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos- DC/UFSCar (2008) e Doutorando em Ciência da Computação - DC/UFSCar. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Processamento Gráfico (Graphics), atuando principalmente nos seguintes temas: Interfaces Computacionais Avançadas, Computação Gráfica e Processamento de Imagens. Contato: [leonardo\\_botega@dc.ufscar.br](mailto:leonardo_botega@dc.ufscar.br)