

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO “EURÍPIDES DE MARÍLIA” – UNIVEM
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

FERNANDO CIRINO SATO

**ESTUDO E APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE COMUNICAÇÃO ENTRE
INTERFACES TANGÍVEIS E DISPOSITIVOS MÓVEIS**

MARÍLIA
2011

FERNANDO CIRINO SATO

ESTUDO E APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE COMUNICAÇÃO ENTRE
INTERFACES TANGÍVEIS E DISPOSITIVOS MÓVEIS

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de
Ciência da Computação da Fundação de
Ensino “Eurípides Soares da Rocha”,
mantenedora do Centro Universitário
Eurípides de Marília – UNIVEM, como
requisito para obtenção do grau de Bacharel
em Ciência da Computação.

Orientador:
Prof. Ms. LEONARDO CASTRO BOTEGA

MARÍLIA
2011



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – AVALIAÇÃO FINAL

Fernando Cirino Sato

ANÁLISE E APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE COMUNICAÇÃO ENTRE INTERFACES
TANGÍVEIS E DISPOSITIVOS MÓVEIS

Banca examinadora da monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do UNIVEM/F.E.E.S.R., para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação.

Nota: 9,0 (non)

Orientador: Leonardo Castro Botega

1º. Examinador: Emerson Alberto Marconato

2º. Examinador: Fábio Dacêncio Pereira

Three horizontal lines with handwritten signatures above them. The top signature is 'L. C. Botega', the middle is 'Emerson Alberto Marconato', and the bottom is 'Fábio Dacêncio Pereira'.

Marília, 28 de novembro de 2011.

AGRADECIMENTOS E DEDICATÓRIA

Agradeço a Deus por me dar saúde e inteligência para conseguir realizar este trabalho durante o ano todo.

Agradeço a minha família, principalmente aos meus pais, que sempre me educaram e sempre buscaram o melhor para mim e meu irmão.

Agradeço o meu professor orientador Leonardo Botega, pelos conselhos, pela paciência e pela dedicação em proporcionar aos seus orientandos a melhor condição para realizarmos nossos trabalhos.

Agradeço também aos colegas do grupo de pesquisa, dos quais eu posso citar: Laura, Márcio, Guilherme, Fábio, Anderson assim como todos os colegas de sala que passaram 4 anos de estudo comigo, entre momentos tensos e alegrias.

Finalmente, dedico este trabalho, tudo o que eu tive de bom e todas as minhas conquistas ao meu pai, Osvaldo Sussumu Sato, que com certeza está num lugar melhor, sempre protegendo a mim e minha família.

Obrigado por tudo pai, te amo.

SATO, Fernando Cirino. **Estudo e Aplicação de Métodos de Comunicação entre Interfaces Tangíveis e Dispositivos Móveis**. 2011. 71 f. Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha de Marília, 2011.

RESUMO

A *Tangible User Interface* (TUI) é uma interface em que o ambiente e o usuário são utilizados como meio de interação, transformando uma ação física em uma ação virtual. Com a crescente utilização de dispositivos móveis (tablets, GPS, smartphones), novas interações entre a TUI e dispositivos móveis como a transferência de informações e extensão do alcance de trabalho podem ser obtidas para auxiliar as funcionalidades existentes de cada interface e possivelmente criar novas através de protocolos de comunicação. Este projeto irá mostrar a definição dessas duas tecnologias, assim como os procedimentos realizados para realizar uma aplicação que realize a comunicação entre dispositivos móveis e interfaces tangíveis.

Palavras-chave: interfaces tangíveis, comunicação, dispositivos móveis, interfaces avançadas

SATO, Fernando Cirino. **Estudo e Aplicação de Métodos de Comunicação entre Interfaces Tangíveis e Dispositivos Móveis**. 2011. 71 f. Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha de Marília, 2011.

ABSTRACT

A Tangible User Interface (TUI) is an interface that both user and ambience are used as a way of interaction, transforming a physic action into a virtual action. With the growing utilization of mobile devices (tablets, GPS, smartphones), new interactions between mobile devices and TUI like information transfer and work improvement range can be obtained to support the existing functionalities of each interface e possibly create new ones through communication protocols. This project will show the definition of these two technologies, as well as the procedures performed to make an application to carry out the communication between mobile devices and tangible interfaces.

Keywords: tangible interfaces, communication, mobile devices, advanced interfaces

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Funcionalidades de dispositivos Zigbee	43
Tabela 2 - Versões de USB e suas respectivas velocidades de transmissão de dados.....	45
Tabela 3 - Diferentes versões do padrão IEEE 802.11.....	45
Tabela 4 - Comparativo entre tecnologias de comunicação.	48
Tabela 5 - Comparativo de velocidade de transferência entre aplicativos	64

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma de uma interação por linhas de comandos.	15
Figura 2 - Interface em linhas de comando.	16
Figura 3 - Interface do Macintosh da Apple em 1984 utilizando o conceito WIMP	17
Figura 4 - Interface Windows 7 da Microsoft nos dias atuais ainda utiliza o conceito WIMP	17
Figura 5 - Fluxograma de uma Interface Gráfica convencional.	18
Figura 6 - Diagrama de blocos de um sistema de RV	19
Figura 7 - Realidade Virtual de um simulador de Voo.....	19
Figura 8 - Realidade Aumentada presente nos jogos.....	20
Figura 9 - Sistema de Interface Multimodal.....	21
Figura 10 - Representação de interfaces tangíveis.....	23
Figura 11 - Diagrama Esquemático da FTIR.....	24
Figura 12 - Lista de vantagens e desvantagens da FTIR.....	25
Figura 13 - Diagrama Esquemático da RDI	26
Figura 14 -Lista de vantagens e desvantagens da RDI	27
Figura 15 -Diagrama Esquemático da RDI.....	27
Figura 16 - Lista de vantagens e desvantagens da RDI	28
Figura 17 - Diagrama Esquemático da LLP	28
Figura 18 - Lista de vantagens e desvantagens da LLP	29
Figura 19 - Diagrama Esquemático da DSI.....	29
Figura 20 - Lista de vantagens e desvantagens da LLP	30
Figura 21 - Diagrama Esquemático da LED LP.....	30
Figura 22 - Lista de vantagens e desvantagens da LED-LP.....	31
Figura 23 - Simulação com sombras da URP.....	32
Figura 24 - SandScape.	32
Figura 25 - Microsoft Surface.	33
Figura 26 - Aparelho Celular.	34
Figura 27 - Smartphone.....	35
Figura 28 - Notebook.....	36
Figura 29 - Tablet.....	36
Figura 30 - Videogame portátil.....	37
Figura 31 - GPS	38

Figura 32 - Uso de um dispositivo móvel em uma TUI de forma ubíqua.....	39
Figura 33 - Relação entre Computação Pervasiva, Ubíqua e Móvel.....	40
Figura 34 - Uma scatternet formada por duas piconets	42
Figura 35 - Funcionamento de uma rede Zigbee	44
Figura 36 - Funcionamento de uma rede Wi-fi com Hotspot e Access Points	46
Figura 37 - Rede Ad-hoc.....	47
Figura 38 - Computação em Nuvem.....	47
Figura 39- Diagrama de blocos	49
Figura 40 - Community Core Vision.....	52
Figura 41 - Interface Multitouch COMPSI	52
Figura 42 - Esquematização da FRDI.....	53
Figura 43 -Diagrama de blocos da aplicação Android-Hotspot.	54
Figura 44 - Trecho de código que realiza a conexão	55
Figura 45 - Trecho de código que faz a chamada das funções pelos botões.	55
Figura 46 - Trecho de código que faz a instancia da classe que enviará a imagem.....	56
Figura 47 - Trecho de código que faz a conversão e o envio da imagem.	56
Figura 48 - Trecho de código que mostra o servidor aceitando a conexão com o cliente	57
Figura 49 - Trecho de código que mostra o servidor recebendo o arquivo e armazenando.....	57
Figura 50 - Trecho de código que mostra o a conversão da imagem em textura de um objeto.	58
Figura 51 - Diagrama de blocos da aplicação Ad-hoc.	58
Figura 52 - Trecho de código que faz a obtenção do caminho do arquivo.	58
Figura 53 - Trecho de código que faz a conexão Ad-hoc.....	59
Figura 54 - Trecho de código que faz o envio do arquivo em bytes.....	59
Figura 55 - Trecho de código que faz a conexão por parte do servidor.....	60
Figura 56 - Trecho de código que faz especifica o caminho do arquivo recebido.	60
Figura 57 - Trecho de código que faz o recebimento do arquivo.	60
Figura 58 - Algoritmo de medição de tempo de execução.....	61
Figura 59 - Interface de conexão do Aplicativo Android-Hotspot.	62
Figura 60 - Interface de envio de imagem do Aplicativo Android-Hotspot.....	63
Figura 61 - Foto de um usuário utilizando o aplicativo de estudo de caso.	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D: 3ª Dimensão

3G: 3ª Geração

AP: Access Point

BT-WPAN: Bluetooth Wireless Personal Area Network

CCV: Community Core Vision

CDMA : Code division multiple access

COMPSI: Computing and Information Systems Research Lab

DSI: Diffused Screen Illumination

DOS: Sistema Operacional em Disco

FDI: Front Difused Illumination

FDIR: Front Difused Illumination Rear

FTIR: Frustrated Internal Reflection

GB: GigaBytes

GBPS: GigaBytes

GHz: GigaHertz

GSM: Global System for Mobile

GPS: Global Positioning System

GUI: Interface Gráfica de Usuário

HD: Hard Disk

HP: Hewlett-Packard

IBM: International Business Machines

IDE: Integrated development environment

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

IHC: Interação Homem-Computador

IP: Internet Protocol

IV: Infra Vermelho

IOS: Iphone Operation System

LAN: Local Access Network

LCD: Liquid Crystal Display

LED: Diodo Emissor de Luz

LLP: Laser Light Plane

KB: KiloByte
KBPS: KiloByte por Segundo
MB: MegaBytes
MBPS: MegaBytes Por Segundo
MHZ: Megahertz
MIT: Massachusetts Institute of Technology
MT4J: Multitouch for Java
MW: Megawatt
NUI: Natural User Interface
PARC: Palo Alto Research Center Incorporated
PC: Computador Pessoal
PDF: Portable Document Format
PnP: Plug and Play
RA: Realidade Aumentada
RDI: Rear Difused Illumination
RV: Realidade Virtual
SDK: Kit de Desenvolvimento de Software
SIG: Special Interest Group
TCP: Transmission Control Protocol
TV: Televisão
TUI: Tangible User Interface
UDP: User Datagram Protocol
UNIVEM: Centro Universitário Eurípedes de Marília
URL: Identificador Universal de Recursos
URP: Urban Planning Workbench
USB: Universal Serial Bus
WLAN: Wireless Local Network
WIFI: Wireless Fidelity
WIMP: Windows Icon Mouse Pointer
WPAN: Wireless Personal Area Network
WWW: World Wide Web

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 – INTERFACES COMPUTACIONAIS AVANÇADAS.....	15
1.1. Graphical User Interface (GUI)	16
1.2. Outras Interfaces Avançadas	18
1.2.1 Realidade Virtual (RV)	18
1.2.2 Realidade Aumentada (RA)	19
1.2.3 Interfaces Multimodais	20
1.2.4 Interfaces Tangíveis	21
1.2.4.1 Classificação de Interfaces Tangíveis	23
1.2.4.2 Tipos de Mesas Tangíveis Multitoques.....	24
1.2.4.2.1 <i>Frustrated Internal Reflection – FTIR</i>	24
1.2.4.2.2 <i>Rear Difused Illumination– RDI</i>	26
1.2.4.2.3 <i>Front Difused Illumination– FDI</i>	27
1.2.4.2.4 <i>Laser Light Plane – LLP</i>	28
1.2.4.2.5 <i>Diffused Screen Illumination – DSI</i>	29
1.2.4.2.6 <i>LED Light Plane – LED LP</i>	30
1.2.4.3 Aplicações com Interfaces Tangíveis	31
1.2.4.3.1 <i>Urban Planning Workbench – URP</i>	31
1.2.4.3.2 <i>SandScape</i>	32
1.2.4.3.3 Microsoft Surface	33
CAPÍTULO 2 – MÉTODOS DE COMUNICAÇÃO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS	34
2.1 Celulares e Smartphones	34
2.2 Notebooks	35
2.3 Tablets.....	36
2.4 Videogames Portáteis	37
2.5 GPS	37
2.6 Computação Ubíqua.....	38
2.6.1 Conceitos de Computação Pervasiva	38
2.6.2 Conceitos de Computação Móvel	39
2.6.3 Conceitos de Computação Ubíqua	39
2.7 Tecnologias de Comunicação	40
2.7.1 <i>Bluetooth</i>	41
2.7.2 <i>Zigbee</i>	42
2.7.3 <i>Universal Serial Bus (USB)</i>	44
2.7.4 Protocolo IEEE 802.11 (Wi-fi)	45
2.7.4.1 Hotspot.....	46
2.7.4.2 Ad-hoc	46
2.7.4.2 Nuvem	47
2.7.5 Comparação entre as tecnologias de comunicação	47
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	49
3.1 Fase 1: Estudo bibliográfico e levantamento de requisitos.	49
3.1.1 Levantamento de requisitos.	50

3.2 Fase 2: Estudo e prototipação de técnicas.....	50
3.2.1 Materiais e métodos selecionados.....	50
3.2.1.1 Linguagem Java.....	51
3.2.1.2 MT4J.....	51
3.2.1.3 Android.....	51
3.2.1.4 Eclipse.....	51
3.2.1.5 Community Core Vision (CCV).....	51
3.2.1.6 Dispositivo multitouch do COMPSI.....	52
3.2.1.7 Wi-fi.....	53
3.3 Fase 3: Aplicação e integração de técnicas.....	53
3.3.1 Implementação da aplicação Android-Hotspot.....	54
3.3.2 Implementação da aplicação Ad-hoc.....	58
3.4 Fase 4: Validação.....	61
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS OBTIDOS.....	62
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS.....	66

INTRODUÇÃO

Os dispositivos móveis são uma nova forma de ferramenta que auxilia as pessoas em seu cotidiano em diversas atividades, tanto pessoal quanto profissional. Em paralelo a este fato, um novo conceito de interface também se consolida como uma das mais utilizadas pelos usuários: a interface tangível, onde utiliza sensores sensíveis ao toque para realizar determinada tarefa, tornando uma ação física em ação virtual, quando estas duas tecnologias se juntam podemos obter um exemplo bem sucedido de uma interação multiplataforma em que as pessoas consigam utiliza-la de forma intuitiva e mais natural possível.

A comunicação entre um dispositivo móvel e uma TUI pode ocorrer em diversas maneiras, como fixas, móveis, de curto ou longo alcance, de baixa ou alta velocidade de transmissão de dados, dependendo da necessidade e da disponibilidade dos materiais e tecnologias disponíveis.

Pelo fato de ainda serem poucas as pesquisas, publicações e projetos específicos voltados a esta área no Brasil, principalmente em relação a protocolos e métodos de comunicação entre a TUI e dispositivos móveis, esse projeto tem como objetivo criar ou adaptar métodos e técnicas que auxiliem profissionais na área da tecnologia com seus programas, aplicativos e projetos, oferecendo-lhes a possibilidade de comunicação de uma plataforma que tem grande potencial que é a TUI com a de dispositivos móveis que já é uma plataforma consolidada.

O primeiro capítulo terá como foco as interfaces avançadas, principalmente as interfaces tangíveis, onde serão mostradas suas histórias, desde o surgimento aos dias atuais, assim como suas principais características, recursos e ferramentas que auxiliam o desenvolvimento de novas funcionalidades, neste caso, envolvendo a comunicação entre estas interfaces e dispositivos móveis.

O segundo capítulo tratará das tecnologias de comunicação existentes que poderão ser utilizadas neste projeto e seus respectivos protocolos, onde serão destacadas suas funcionalidades, seus aspectos relevantes a este projeto como testes de desempenho, viabilidade de hardware, compatibilidade e portabilidade.

O terceiro capítulo será voltado à metodologia, onde todo o desenvolvimento deste projeto será documentado, como as fases do projeto, a descrição das ferramentas e métodos que terão relevância no desenvolvimento, neste capítulo também se encontra o estudo de caso proposto neste projeto.

No quarto capítulo todos os resultados obtidos serão destacados após testes de

validação sobre o estudo de caso e levantamento de todos os pontos positivos e negativos obtidos neste projeto.

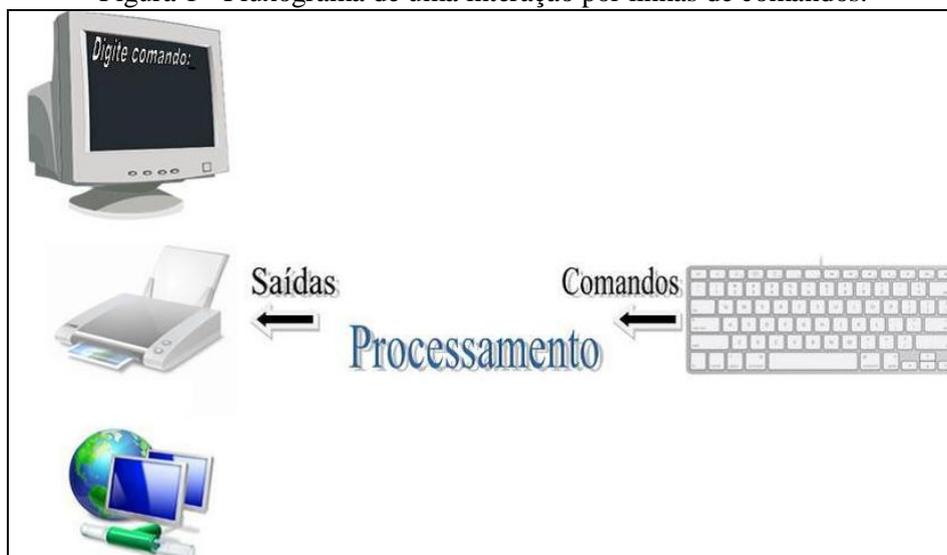
No quinto e último capítulo, é feita a conclusão sobre este projeto, onde são feitas as considerações finais a partir dos resultados obtidos com uma reflexão sobre possíveis objetivos alcançados e novas metas a serem conquistadas envolvendo este trabalho.

CAPÍTULO 1 – INTERFACES COMPUTACIONAIS AVANÇADAS

O termo interface é composto pelo prefixo latino inter, [entre, no meio de] e pelo substantivo face, [superfície, face], onde, tomado pela sua origem etimológica, diz daquilo que está entre duas faces, duas superfícies. Neste contexto, é um terceiro elemento que se coloca entre dois outros, sem qualquer relação de pertencimento a uma ou outra extremidade, mas de medição. Metaforicamente é uma ponte que conecta, liga duas margens uma na outra. A ponte não pertence a um lado nem a outro, ela é um terceiro elemento (Rocha, 2008).

As interfaces computacionais adotaram, em sua origem, elementos físicos para entrada (input) e saída (output) de informações. Cartões perfurados e luzes que piscam formavam o contexto terminal de uma tecnologia de hardware caracterizada como mecânica e eletromecânica (Rocha, 2003). Após anos de estudo, surgiu um método de interface com a utilização de teclado e linhas de comando, tornado a interação bem mais compreensível e simples. 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. [Augusto et al, 2010]. O grande obstáculo encontrado ao utilizar esta metodologia, foi a necessidade do usuário ter relativo conhecimento sobre os comandos e suas respectivas sintaxes e atributos, já que estes deveriam ser digitados. 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).

Figura 1 - Fluxograma de uma interação por linhas de comandos.



Fonte: Botega et al, 2011

1.1. Graphical User Interface (GUI)

Graphical User Interface, traduzido para português significa simplesmente, interface gráfica. É um mecanismo de interação que se efetua entre o utilizador e o computador baseado em símbolos visuais, como ícones, menus e janelas. Através de um dispositivo de entrada (normalmente, um mouse ou teclado) o utilizador é capaz de selecionar esses símbolos e manipulá-los de forma a obter algum resultado prático. Os símbolos são designados de widgets e são agrupados em kits. (Moço *et al*, 2004)

O conceito de GUI aparece na década de 70, quando dois informáticos pioneiros, Steve Jobs e Steve Wozniak decidem formar uma sociedade que eles denominam Apple. (Moço *et al*, 2004). A interface utilizada em seu primeiro computador o Apple I ainda era primitiva e utilizava linhas de comando como mostra a figura abaixo.

Figura 2 - Interface em linhas de comando.

```

\
0 : A9 0 AA 20 EF FF 08 8A 4C 2 0

0000: A9
0.A

0000: A9 00 AA 20 EF FF 08 8A
0008: 4C 02 00

THIS IS WHAT A 6502-COMPATIBLE COMPUTER
DISPLAY LOOKS LIKE, IT IS THE SAME
ONE USED IN THE APPLE-1.

\
THE HEX ABOVE IS A PROGRAM THAT CHECKS
THE DISPLAY AND ATTACHMENTS. FOR MORE IN
FO DOWNLOAD BOINC SOFTWARE'S SIM6502.

\
A LINK TO IT IS PROVIDED IN THE RELATED
LINKS SECTION OF THE APPLE-1 DISPLAY.

```

Fonte: XeoBits,2010

Anos depois, entre o fim da década de 70 e começo da década de 80, a empresa Xerox e sua divisão de pesquisa a Xerox PARC, baseado em pesquisas desenvolvidas pelos laboratórios de *Stanford Research Institute – SRI e Massachusetts Institute of Technology – MIT*, desenvolveu o conceito WIMP (*Window, Icon, Menu, Pointer*), que traduzindo significa

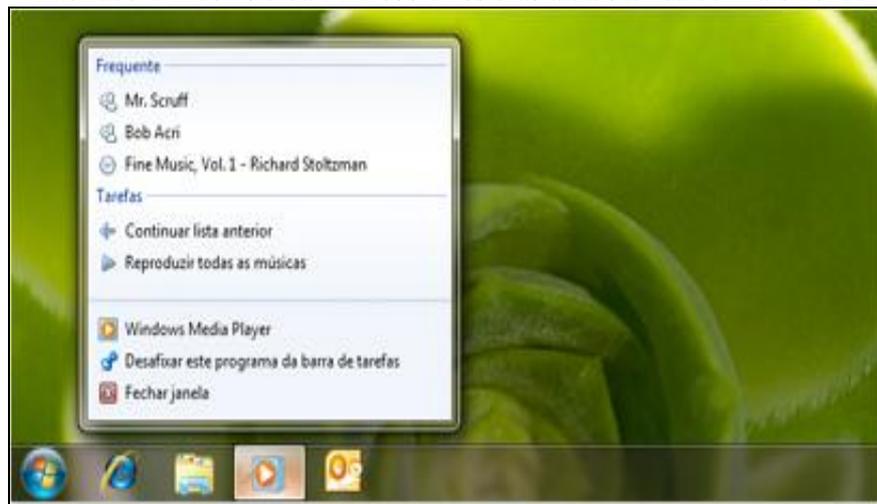
Janela, Ícone, Menu e Ponteiro. O WIMP foi um grande marco para a computação, pois a partir deste conceito e com ajuda da popularização de sistemas de empresas que o utilizaram como a Apple através do *Lisa*, o primeiro computador a utilizar GUI, mouse e teclado, operações *drag-and-drop* e *pull-down* e posteriormente com seu sistema operacional Macintosh e a Microsoft com os sistemas operacionais da linha Windows, que ao longo dos anos o tornaram como a interface gráfica mais utilizada. (Ludolph, 2002)

Figura 3 - Interface do Macintosh da Apple em 1984 utilizando o conceito WIMP



Fonte: Moço et al, 2004

Figura 4 - Interface Windows 7 da Microsoft nos dias atuais ainda utiliza o conceito WIMP



Fonte: Microsoft, 2011

Devido as suas características, o uso do teclado e a criação do mouse, dispositivo criado por Douglas Engelbart que se encaixava perfeitamente ao conceito do WIMP foram e são utilizados por usuários de computadores convencionais até os dias atuais.

Figura 5 - Fluxograma de uma Interface Gráfica convencional.



Fonte: Botega et al, 2011

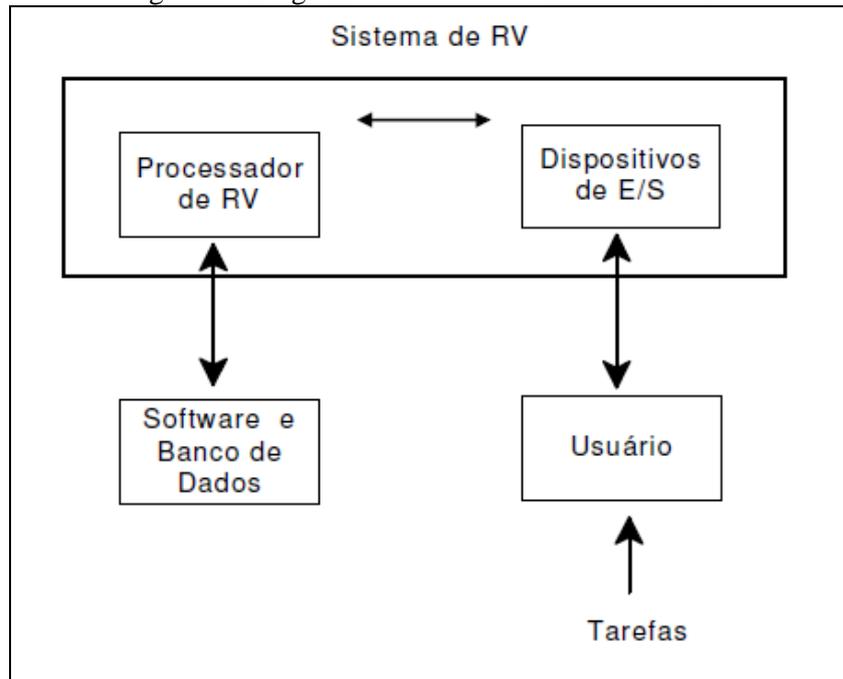
1.2. Outras Interfaces Avançadas

Paralelamente as GUIs, existem vários outros métodos de entrada e saída para realizar a função de Interface Humano-Computador (IHC), sendo que cada método tem características próprias determinadas para realizar ou auxiliar diversas funções. Na sequência são apresentados algumas IHCs como RV, RA, Multimodais e tangíveis, sendo esta última o foco deste trabalho de conclusão.

1.2.1 Realidade Virtual (RV)

Realidade Virtual é uma interface homem-máquina que simula um ambiente realístico e com participantes que interagem com ela, onde envolve a criação e experimentação de ambientes. Seus objetivos centrais são facilitar a operação de sistemas complexos e traduzir informações em conhecimento para consequentemente colocar o participante num ambiente que não é vivenciado normalmente ou facilmente. Para tanto, deve-se estabelecer relações entre ambiente e participante através de diferentes graus de imersão, onde quanto maior o nível de imersão, maior será a sensação de vivenciar tal ambiente. O nível de imersão pode ser influenciado dependendo dos equipamentos utilizados que vão desde teclados e mouse (dispositivos convencionais), até luvas e capacete (dispositivos não convencionais), assim como recursos referentes à imagens, sons e outros fatores que influenciam nos sentidos do usuário. (Latta *et al*, 1994) (Kirner *et al*, 1995) (Radicchi *et al*, 2011)

Figura 6 - Diagrama de blocos de um sistema de RV



Fonte: Kirner et al, 1997

Figura 7 - Realidade Virtual de um simulador de Voo



Fonte: Cutrell, 2009

1.2.2 Realidade Aumentada (RA)

Realidade Aumentada é a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do

ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais (Kirner, 2008).

Embora a Realidade Aumentada seja derivada das pesquisas sobre Realidade Virtual, o conceito de ambas é diferente. A principal diferença entre Realidade Virtual e Realidade Virtual Aumentada é pelo fato que essa primeira consiste em um ambiente virtual gerado exclusivamente por computador, que necessita de apetrechos tecnológicos avançados para interação com o sistema, enquanto a segunda utiliza imagens virtuais para incrementar o ambiente real, devido essa característica a Realidade Virtual Aumentada também recebe a denominação de Realidade Misturada (Kirner & Tori, 2004).

O reconhecimento de objetos reais em Realidade Aumentada geralmente utiliza marcadores específicos que contem informações criptografadas em forma de imagem ou símbolos que servem como referencia para a câmera que captura e exhibe as informações geradas por programas de Realidade Aumentada, embora em alguns casos, como sensor *Kinect* da *Microsoft* que utiliza qualquer objeto como referencia e não necessita de marcadores específicos.

A Realidade Aumentada tem destaque em diversos setores do mercado, como por exemplo, nas transmissões de TV de jogos de futebol utilizando esta tecnologia para demarcar a linha de impedimento; na indústria dos *Games*, e também se destaca nas empresas de propaganda e marketing, com a intenção de fazer o cliente interagir com o anúncio.

Figura 8 - Realidade Aumentada presente nos jogos



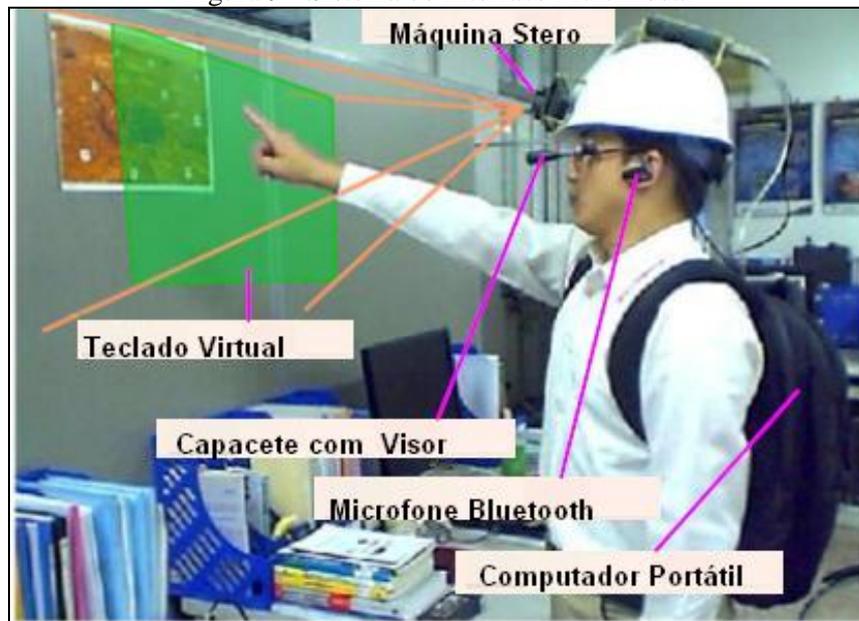
Fonte: SONY, 2011

1.2.3 Interfaces Multimodais

Interface multimodal é um tipo de interação humano computador que combina múltiplas modalidades ou diferentes modos de comunicação como fala, gesto, texto, imagem,

som, e varias outras combinações. Este tipo de interface tem muitas vantagens sobre interfaces convencionais sob o ponto de vista de acessibilidade, por exemplo, a inviabilidade de deficientes visuais de utilizarem interfaces GUIs convencionais, ou deficientes físicos de utilizarem os dispositivos convencionais de entrada (teclado, mouse). Este tipo de interface oferece uma forma muito natural para humanos realizarem determinadas tarefas e interações com o computador, utilizando manipulação direta e interações de fala como se fossem interações com outro humano. Alguns benefícios podem ser observados ao utilizar este tipo de interação, como por exemplo, a possibilidade de realizar múltiplas tarefas ao mesmo tempo, enquanto uma tarefa é realizada através de comando de voz, outra pode ser realizada com comandos gestuais, como pode ser observado na figura abaixo.

Figura 9 - Sistema de Interface Multimodal



Fonte: Adaptado de Li, 2010

1.2.4 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), ou seja, uma interface em que o ambiente e o usuário são utilizados como meio de interação, transformando uma ação física em uma ação virtual. As TUI podem ser chamadas de interfaces “palpáveis” ou “agarráveis” (Fishkin, 2004), pois utilizam objetos e superfícies que necessitam do contato físico e manipulação para sua representação digital realizar determinada função no conceito virtual.

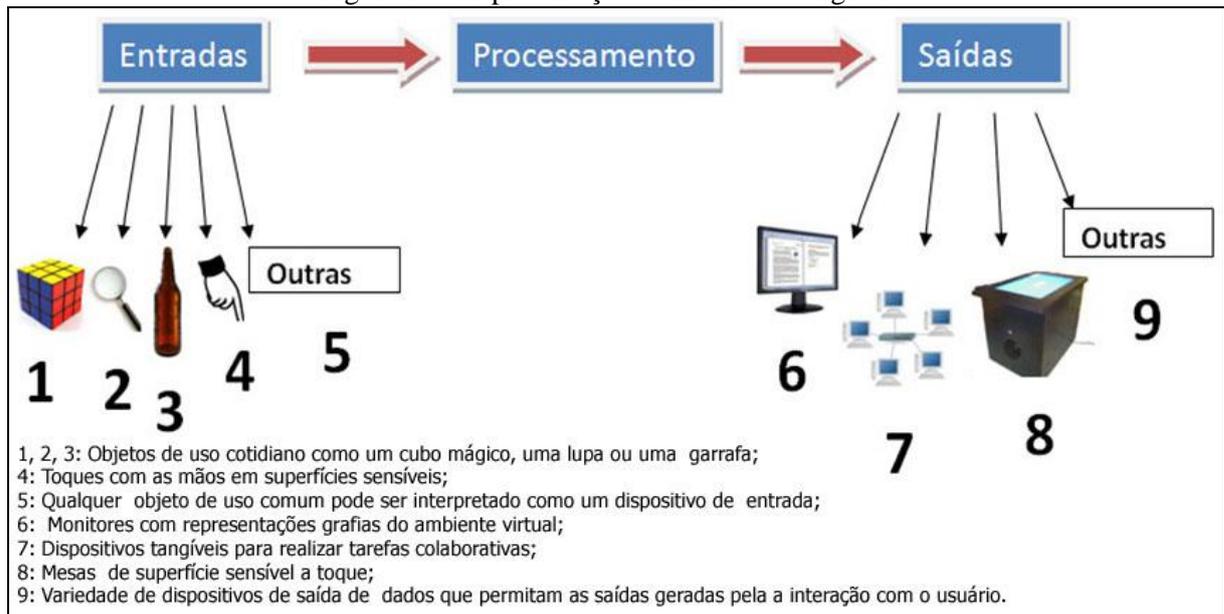
O Conceito de TUI surgiu em 1997 em um artigo publicado por Hiroshi Ishii e Brygg Ullmer que foi baseado no conceito *Graspable User Interface* (Interfaces Palpáveis) pesquisado e publicado em 1996 por George W. Fitzmaurice onde é definida por ser uma interface que utiliza objetos físicos que são definidos como dispositivos de entrada para manipular e controlar objetos virtuais e assim consequentemente realizar a interação com o usuário. Fitzmaurice também destaca que este tipo de interface pode utilizar múltiplos dispositivos de entrada, todos independentes, porém possivelmente simultâneos.

Diferentemente da Graspable Interface, a TUI não distingue a diferença de dispositivos de entrada e saída, pois um objeto é a parte de uma operação e o resultado desta operação se dá no mundo virtual de forma em que tanto os objetos reais e virtuais estão ligados de forma uniforme, sem a distinção dos limites entre os dois mundos, como mostra um exemplo de roteiro de interação de uma TUI:

1. Algum evento de entrada ocorre. Este evento normalmente é uma manipulação física feita por um usuário com suas mãos ou algum outro objeto físico do cotidiano, podendo realizar ações como pressionar, sacudir, empurrar, girar, e o mais comum mover. (Fishkin, 2004)
2. Um sistema computacional detecta este evento de entrada e modifica seu estado atual. (Fishkin, 2004)
3. O sistema providencia uma resposta, ou seja, um evento de saída, que pode, por exemplo, modificar o som do sistema, sua imagem, seu contexto e outras características ou estados. (Fishkin, 2004)

Na figura abaixo, é mostrado o funcionamento do processo de interação de uma Interface Tangível.

Figura 10 - Representação de interfaces tangíveis.



Fonte: Radicchi et al, 2010.

1.2.4.1 Classificação 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 exibe 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.

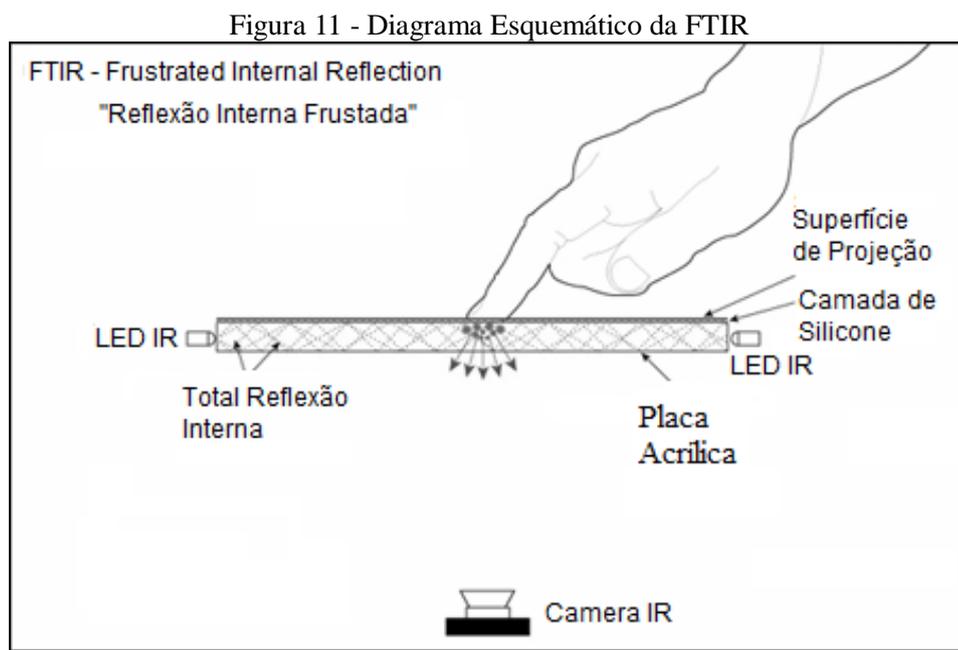
A metáfora de interface também pode ser subdividida em:

- 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 (Radicchi *et al*, 2011).

1.2.4.2 Tipos de Mesas Tangíveis Multitoques

Existem vários modos de aplicar a interface tangível, cada modo citado neste subcapítulo tem suas vantagens e desvantagens e alguns são utilizados especificamente para determinada tarefa ou condição do ambiente e contexto em que ela esta presente.

1.2.4.2.1 *Frustrated Internal Reflection* – FTIR



Fonte: NUI Group, 2009.

A *Frustrated Internal Reflection* ("Reflexão Interna Frustrada") – FTIR é uma

denominação utilizada pela comunidade multi-touch para descrever uma metodologia multi-toque óptica desenvolvida por Jeff Han (Han 2005). Esta denominação se refere ao fenômeno óptico “Reflexão Interna Total”, que descreve uma condição presente em certos materiais em que a luz entra através de outro material com um grau de refração maior, em um ângulo de incidência maior que um ângulo específico (Gettys, Keller e Skove, 1989, p799). O ângulo é diretamente afetado dependendo dos graus de refração dos materiais utilizados, e para se obter o resultado espera é necessário calcular e obter um ângulo crítico através de uma equação matemática utilizando a lei de Snell. Quando o ângulo específico é obtido, não ocorre refração e a luz é refletida. (NUI Group, 2009).

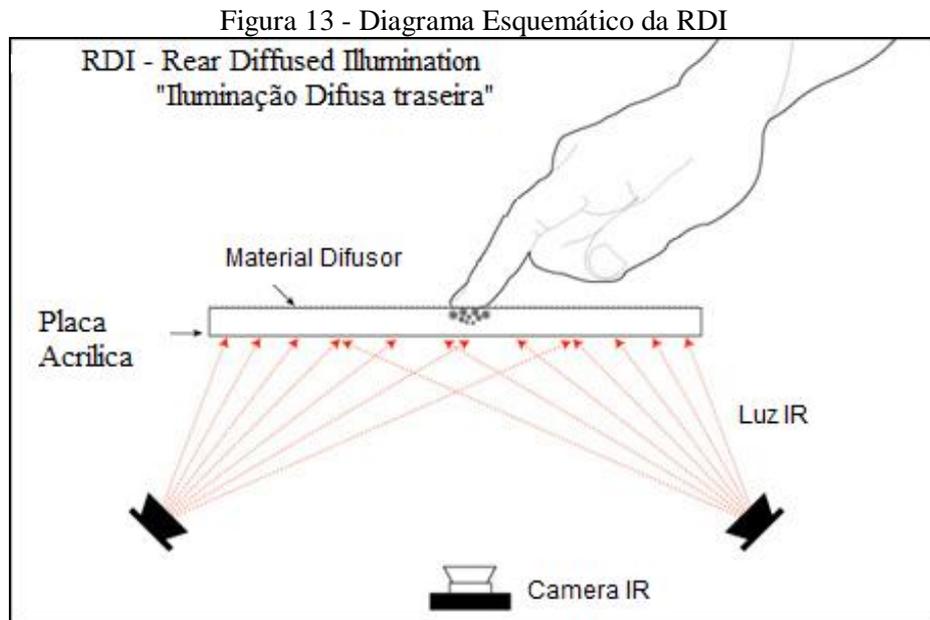
O efeito deste método faz com que o interior do acrílico seja bombardeado por luz infra-vermelha prendendo a luz utilizando o princípio da Reflexão Interna Total. Quando o usuário entra em contato com a superfície, os raios de luz daquela área de contato ficam no estado frustrado em que nenhuma luz passa através desta área, gerando manchas onde são captadas pela câmera e utilizadas em softwares de reconhecimento gerando o toque. (NUI Group, 2009).

Figura 12 - Lista de vantagens e desvantagens da FTIR.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Não necessita de uma estrutura fechada • As manchas tem um grande contraste, o que facilita o reconhecimento. • Permite o reconhecimento de pressão feita por objetos. • Pode reconhecer toques de objetos pequenos como a ponta de uma caneta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pode ser necessário soldar componentes. • É necessária um material transparente específico (Não pode ser vidro, por exemplo). • Não reconhece marcadores fiduciais.

Fonte: NUI Group, 2009.

1.2.4.2.2 *Rear Diffused Illumination– RDI*



Fonte: NUI Group, 2009.

Este tipo de método é baseado no princípio de contrastar a imagem da superfície com os dedos do usuário que toca a superfície. Dependendo do tamanho e da configuração da mesa, pode ser desafiador obter uma distribuição uniforme das luzes infravermelhas, pois enquanto algumas áreas da superfície a luz é distribuída de forma desejada, reconhecendo o toque, outras áreas podem ser menos expostas a luz e conseqüentemente ter mais dificuldade de reconhecer o toque, e muitas vezes forçando o usuário a pressionar mais forte seus dedos na superfície. Este problema pode ser resolvido alterando configurações de hardware como fontes de luz alternativas, mudança de posicionamento dos emissores de luz, material da superfície de contato mais transparente ou fosca; ou também realizando mudanças de configuração via software. (NUI Group, 2009).

A luz infra-vermelha é emitida de baixo para cima, visando atingir a parte inferior do material difusor, podendo este, estar sobre ou sob a superfície de contato. Quando um objeto (entenda-se objeto como qualquer dispositivo físico, como dedos, carimbos, cubos. etc.) toca a superfície, reflete mais luz que o material difusor, esta reflexão é reconhecida pela câmera, dependendo do material difusor, este método pode ser usado para reconhecer objetos colocados na superfície e interpreta-los. (NUI Group, 2009).

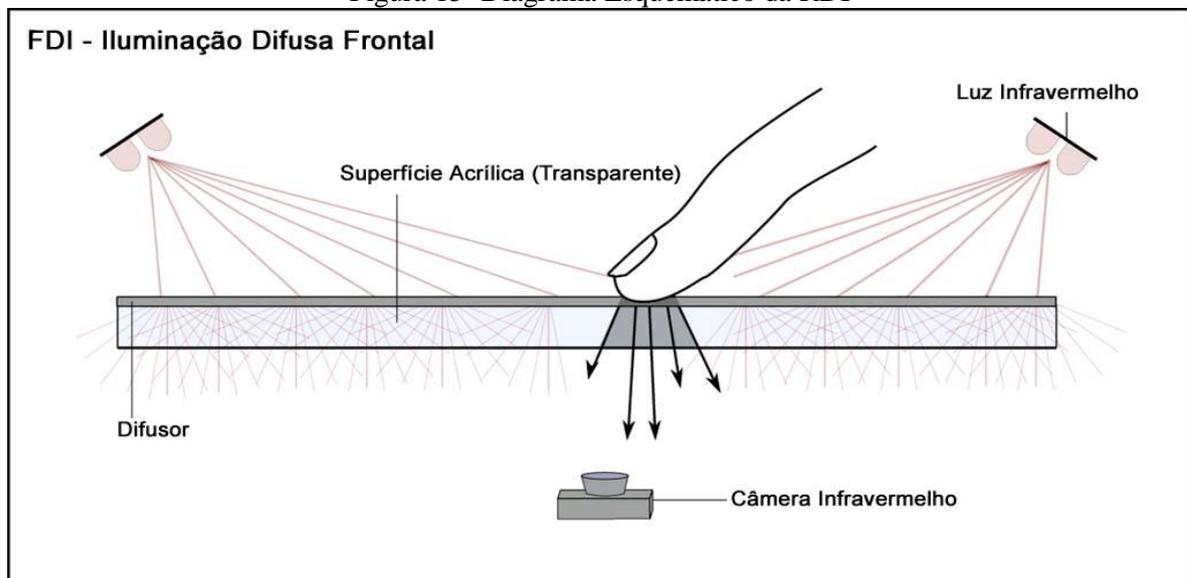
Figura 14 -Lista de vantagens e desvantagens da RDI

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Pode utilizar qualquer material transparente como vidro, por exemplo. • Reconhece marcadores fiduciais. • Não é necessário material difusor específico. 	<ul style="list-style-type: none"> • É necessária uma estrutura fechada. • Existe dificuldade em termos de iluminação do ambiente. • Podem existir “falsas” manchas. • As manchas são mais difíceis de serem reconhecidas.

Fonte: NUI Group, 2009.

1.2.4.2.3 Front Difused Illumination– FDI

Figura 15 -Diagrama Esquemático da RDI



Fonte: NUI Group, 2009.

Este tipo de método é praticamente o mesmo utilizado com o a RDI, onde a grande diferença é que a luz ambiente que emite luz infravermelha, em que quando um objeto entra em contato com a superfície, sua sombra gera sombras e assim são formadas as manchas que serão reconhecidas pela câmera e software de reconhecimento. Este método não utiliza fontes artificiais de luz.

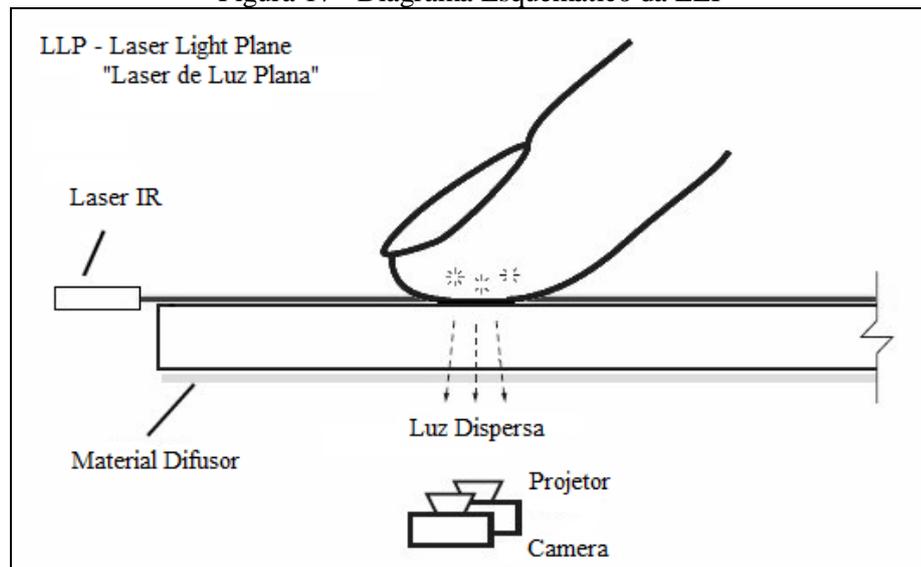
Figura 16 - Lista de vantagens e desvantagens da RDI

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Pode utilizar qualquer material transparente como vidro, por exemplo. • Não necessita de uma estrutura fechada. • Não é necessário material difusor específico. • Fácil instalação de equipamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não reconhece marcadores fiduciais. • Depende muito da iluminação ambiente. • Podem existir “falsas” manchas. • As manchas são mais difíceis de serem reconhecidas.

Fonte: NUI Group, 2009.

1.2.4.2.4 Laser Light Plane – LLP

Figura 17 - Diagrama Esquemático da LLP



Fonte: NUI Group, 2009.

Esta metodologia utiliza luzes infravermelhas posicionadas acima da superfície de forma horizontal, criando uma camada de luz infravermelha. Quando um objeto toca a superfície, conseqüentemente irá interferir nesta camada de luz infravermelha, criando uma mancha que é captada pela câmera. Normalmente são posicionados 4 lasers de infravermelho, geralmente com potências entre 780nm a 940nm, cada um situado em uma quina da mesa, afim de poder ter um bom alcance, porém este número de lasers pode ser aumentado para obter melhor desempenho na superfície da mesa. (NUI Group, 2009).

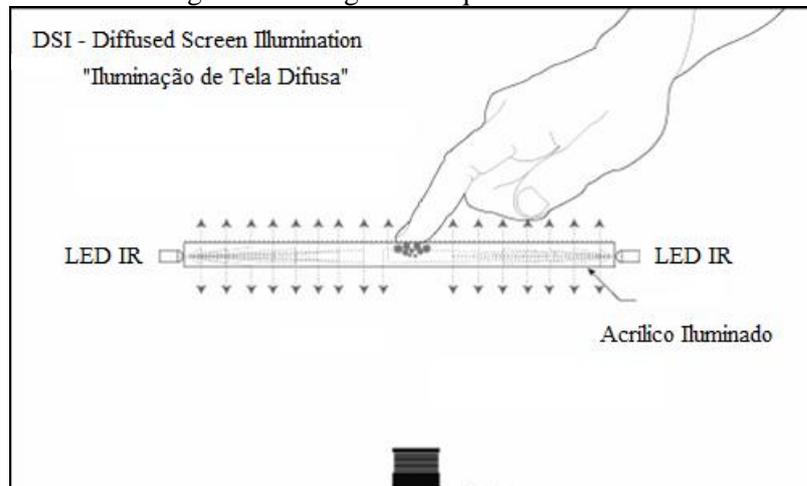
Figura 18 - Lista de vantagens e desvantagens da LLP

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil instalação de equipamentos • Não necessita de uma estrutura fechada. • Possui custo menor que outros métodos. • Pode usar qualquer material transparente como vidro, por exemplo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não reconhece marcadores fiduciais tradicionais. • Não possui reconhecimento de pressão no toque. • Podem causar conflito quando usado apenas 2 Lasers ou menos, pois um objeto pode bloquear o outro.

Fonte: NUI Group, 2009.

1.2.4.2.5 Diffused Screen Illumination – DSI

Figura 19 - Diagrama Esquemático da DSI



Fonte: NUI Group, 2009.

A *Diffuse Surface Illumination* é um método que utiliza um material acrílico especial que consegue distribuir luz infravermelha horizontalmente. Este acrílico possui em sua composição, pequenas partículas que atuam como milhares de pequenos espelhos; quando um laser infravermelho é direcionado horizontalmente para dentro da espessura deste acrílico, as pequenas partículas refletem a luz horizontalmente e verticalmente em direção a superfície e quando um objeto entra em contato com esta superfície, é gerada a mancha que é reconhecida pela câmera e posteriormente por um *software* de reconhecimento. (NUI Group, 2009).

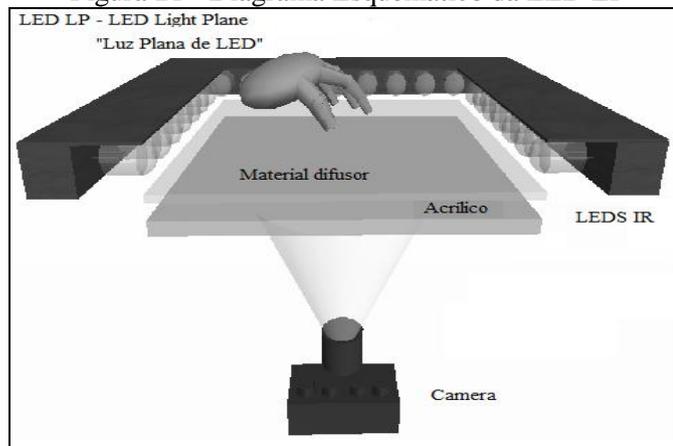
Figura 20 - Lista de vantagens e desvantagens da LLP

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Reconhece pressão do toque. • Reconhece marcadores fiduciais. • É adaptativo com outros métodos • Não existe ponto cego. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pode ter um tamanho limitado, pela fragilidade do material acrílico especial • As manchas são mais difíceis de serem reconhecidas devido ao pouco contraste • Alto custo do acrílico especial.

Fonte: NUI Group, 2009.

1.2.4.2.6 LED Light Plane – LED LP

Figura 21 - Diagrama Esquemático da LED LP



Fonte: NUI Group, 2009.

Este método se assemelha com o LLP, porém a principal diferença está no uso de LEDs infravermelhos no lugar de laser acima da superfície de contato. (NUI Group, 2009)

Figura 22 - Lista de vantagens e desvantagens da LED-LP

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Pode usar qualquer material transparente como vidro, por exemplo. • Não necessita de uma estrutura fechada. • Possui custo menor que outros métodos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não reconhece marcadores fiduciais tradicionais. • Objetos não desejados podem ser detectados, como um braço de usuário, por exemplo. • Necessita utilizar soldas para fixar os LEDs.

Fonte: NUI Group, 2009.

1.2.4.3 Aplicações com Interfaces Tangíveis

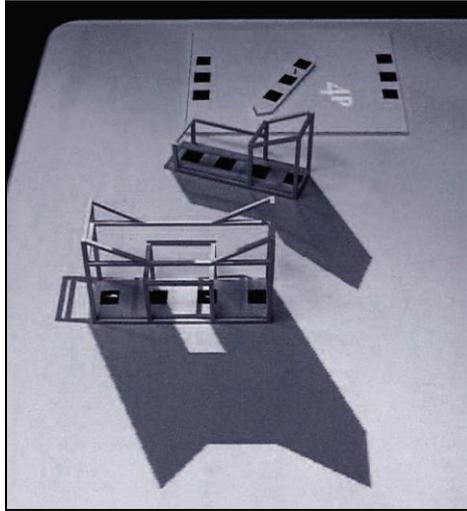
Atualmente existem vários exemplos de aplicações utilizando interfaces tangíveis que podem ser relacionadas a diferentes áreas como arquitetura, modelagem, educação, negócios entre outros; portanto tem funcionalidades e propósitos distintos, como os exemplos abaixo.

1.2.4.3.1 *Urban Planning Workbench* – URP

A URP (bancada de planejamento urbano) é um exemplo de TUI, definida como uma classe da primeira geração das TUIs. Sua função é utilizar modelos em escala menor de estruturas como prédios, casas e galpões para realizar simulações urbanas como sombras, reflexão de luz, tráfego, resistência contra rajadas de vento, podendo estas condições, assim como os modelos, serem manipuladas, configuradas e modificadas. (Ishii, 2008)

A URP também suporta ferramentas interativas que ajustam outros parâmetros em relação à simulação urbana como o controle de rotação e posição dos modelos; o controle da posição do sol através de uma ferramenta de horário e conseqüentemente afetando a direção da sombra criada; uma ferramenta que possibilita a troca do material da superfície do modelo no mundo virtual. (Ishii, 2008)

Figura 23 - Simulação com sombras da URP

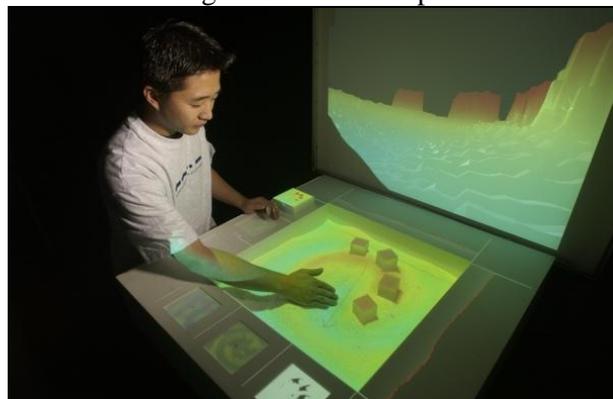


Fonte: Ishii, 2008.

1.2.4.3.2 *SandScape*

A SandScape é um plataforma de interface tangível para criação e compreensão de paisagens através de um serie de simulações computacionais utilizando argila. Através dessas simulações projetadas em uma superfície de modelo de argila que representa o terreno. Os usuários podem escolher entre uma variedade de diferentes simulações que destacam tanto a altura, inclinação, contornos, sombras, drenagem ou aspecto do modelo de paisagem. Os usuários podem alterar a forma do modelo da paisagem através da manipulação da areia, enquanto vendo os efeitos resultantes da análise computacional gerada e projetada na superfície de areia em tempo real. (Radicchi, 2010)

Figura 24 - SandScape.



Fonte: Ishii et al, 2004.

1.2.4.3.3 Microsoft Surface

Figura 25 - Microsoft Surface.



Fonte: Radicchi, 2010.

A *Microsoft Surface* (Microsoft, 2010) é um conjunto de hardware e software desenvolvido para o fácil reconhecimento de gestos naturais e objetos do mundo real, ajudando as pessoas interagir com o conteúdo digital de forma simples e intuitiva. Com uma grande superfície, oferece um ponto de encontro único, onde vários usuários podem interagir colaborativamente e simultaneamente com os dados entre si. (Radicchi, 2010)

A arquitetura da *Microsoft Surface* é composta por alguns hardwares sendo computador, câmeras, *display* de projeção, gerente de controle de serviço, um sistema operacional, *Windows Vista*, sistema de visão, apresentação, núcleo, *Windows Intergration, Shell* e camada de aplicação. (Radicchi, 2010)

No próximo capítulo, serão abordados os métodos de comunicação, assim como as características de dispositivos móveis que as utilizam para realizar a transferência de dados e comunicação com outros dispositivos.

CAPÍTULO 2 – MÉTODOS DE COMUNICAÇÃO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Dispositivo móvel é um termo genérico para se referir a variedade de dispositivos que possibilitam usuários a acessarem dados e informação em qualquer lugar e em qualquer momento, até mesmo em movimento, sem a necessidade de recorrer a métodos que necessitam estar presos em um contexto fixo. É uma forma de ferramenta que auxilia as pessoas em seu cotidiano em diversas atividades, tanto pessoal quanto profissional.

2.1 Celulares e Smartphones

O Celular é dispositivo móvel mais utilizado em todo mundo, com milhões de usuários o utilizando diariamente. Este dispositivo utiliza ondas eletromagnéticas para estabelecer comunicação bidirecional, onde, dependendo da localização geográfica ou empresa, a frequência utilizada nas redes de comunicação pode variar. No Brasil, as tecnologias de frequência mais comuns utilizadas pelas operadoras de telefonia são: CDMA e GSM, em que a primeira utiliza dados do próprio aparelho para realizar o armazenamento dos dados da linha telefônica e sua comunicação; já a segunda, utiliza chips de 128kb que realizam a tarefa de armazenar estes dados; uma das vantagens desta tecnologia é proporcionar maior portabilidade em relação ao número telefônico de cada usuário, podendo ele trocar de aparelho celular sem precisar trocar de número.

Figura 26 - Aparelho Celular.



Fonte: Nokia, 2003

Após anos de utilização do celular exclusivamente para realizar ligações telefônicas, um novo segmento de celulares surge para modificar o conceito de aparelhos celulares, são os

smartphones. Com a evolução da tecnologia, principalmente da nanotecnologia, foi possível criar chips de processadores menores e mais potentes, e com isso, os smartphones começaram a ser mais utilizados pelos usuários. As principais características de um smartphone são possuir um sistema operacional, câmera para fotos e vídeo, vídeo-chamadas, conexão com a internet, poder de processamento maior e a possibilidade de criar e obter uma grande variedade de aplicativos que podem ser utilizados em diversas áreas, tanto pessoal, como profissional.

Figura 27 - Smartphone



Fonte: Apple, 2011

2.2 Notebooks

Os notebooks (ou laptops) são computadores pessoais portáteis que tem a finalidade de poder ser utilizado em qualquer lugar, trazendo a mobilidade para os usuários. Atualmente seu poder de processamento, memória, armazenamento, sistemas operacionais, periféricos e outras funcionalidades são equivalentes aos computadores de mesa (Desktops). Geralmente utilizam telas de Cristal Líquido (LCD) ou telas de Diodo Emissor de Luz (LED); dispositivos de entrada específicos como teclados e mouse embutidos; bateria de lítio que pode suportar horas de uso; possuem placas de rede sem fio, e em alguns casos podem possuir câmeras de vídeo acopladas.

Figura 28 - Notebook



Fonte: Sony, 2011

2.3 Tablets

Tablets são dispositivos móveis que utilizam o *touchscreen* como dispositivo de entrada principal, permitindo ao usuário realizar diversas tarefas equivalentes em notebooks, porém o tablet tem como característica, maior mobilidade em comparação ao notebook, pelo fato de ser menor, mais leve, não necessitar de dispositivos como teclados e mouse e utilizar sistemas operacionais que são utilizados especificamente para este segmento de dispositivos, simplificando as interações e tarefas proporcionando ainda mais a sensação de mobilidade e praticidade aos usuários. Originalmente os tablets foram conceituados para serem utilizados para leitura de *e-books*, como por exemplo, o tablete Kindle da Amazon, porém novos dispositivos como o Ipad da Apple, que utiliza o sistema operacional iOS e o Xoom da Motorola que utiliza o sistema operacional Android, ampliaram as funcionalidades dos tablets como navegação na Internet, músicas, vídeos, jogos e diversos aplicativos.

Figura 29 - Tablet



Fonte: Apple, 2011

2.4 Videogames Portáteis

A mobilidade também está presente no setor dos videogames, que além de proporcionar jogos para entretenimento, pode ser uma ferramenta para diversas outras funcionalidades como um leitor de *e-books*, visualização de vídeos e imagens, navegação na Internet e utilização de aplicativos específicos para desenvolvedores como ferramentas para realidade aumentada e realidade virtual. Um exemplo deste uso pode se considerar o videogame portátil Nintendo 3DS da Nintendo, que além de utilizar aplicativos voltados a realidade aumentada, também conta o efeito 3D, proporcionando imersão à realidade virtual.

Figura 30 - Videogame portátil



Fonte: Nintendo, 2011

2.5 GPS

O *GPS - Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global) é utilizado para auxiliar a navegação através de satélites e acesso a bancos de dados presente em sua memória. Nos últimos anos, os GPS ganharam novas ferramentas como acesso à internet, comunicação com celulares por meio de wi-fi, bluetooth ou infravermelho, compatibilidade com multimídias.

Figura 31 - GPS



Fonte: TomTom, 2011

Todos os dispositivos móveis destacados neste capítulo, podem ser utilizados em uma área da computação que os transforma em ferramentas imperceptíveis no aspecto tecnológico, pois seu uso está associado à naturalidade na relação homem-computador, como é mostrada no item abaixo.

2.6 Computação Ubíqua

A computação ubíqua é um termo usado para descrever a onipresença da informática no cotidiano das pessoas, agindo de forma natural e intuitiva, explorando a integração entre o mundo físico e o mundo virtual. Este tipo de termo pode ser muitas vezes confundido com Computação “Pervasiva” ou Computação móvel, e apesar de que estes três termos possuam similaridades, também possuem diferentes perspectivas, como são mostradas abaixo.

2.6.1 Conceitos de Computação Pervasiva

A Computação Pervasiva tem como principais características alto grau de embarcamento e baixo grau de mobilidade, onde dispositivos pervasivos estão acoplados ao ambiente, invisíveis ao usuário e buscam informações em tempo real deste ambiente para manipular, controlar, modificar as características do mesmo, para atender as necessidades dos usuários contidos em seu contexto.

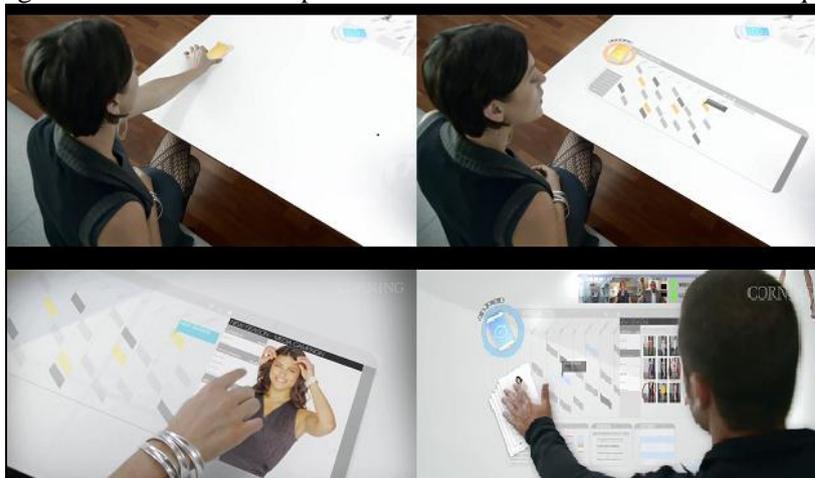
2.6.2 Conceitos de Computação Móvel

O conceito de Computação Móvel remete à possibilidade de usuários acessarem e obterem informações em qualquer lugar, possibilitando a expansão proporcionada que um computador pode oferecer. A grande diferença observada entre a computação móvel e as outras terminologias, é que nesta, não é possível obter automaticamente informações do contexto do ambiente enquanto o usuário se locomove. Este conceito possui alto grau de mobilidade e baixo grau de embarcamento (Araújo, 2002).

2.6.3 Conceitos de Computação Ubíqua

O conceito de computação ubíqua busca proporcionar uma tecnologia “invisível”, imperceptível, e extremamente intuitiva, que consegue se integrar ao cotidiano dos usuários de modo que o foco não seja na ferramenta tecnológica, mas no problema em que ela foi designada para resolver, como é mostrado na figura 32, onde uma usuária utiliza seu smartphone para enviar fotos e vídeos para uma interface tangível com o objetivo de mostrar aos seus colegas em uma reunião. (Santos, 2009)

Figura 32 - Uso de um dispositivo móvel em uma TUI de forma ubíqua



Fonte: Adaptada do vídeo: A Day made of Glass [Corning,2011]

Este conceito, cujas características são de alto grau de embarcamento e alto grau de mobilidade, também propõe que qualquer dispositivo computacional, enquanto em movimento conosco, pode construir, dinamicamente, modelos computacionais dos ambientes nos quais nos movemos e configurar seus serviços dependendo da necessidade; o inverso também deve ocorrer. (Araújo, 2002)

A computação ubíqua possui três princípios:

Diversidade:

- Diferente dos computadores e notebooks que são utilizados para diversas funcionalidades, os dispositivos ubíquos tendem a ser voltados para tarefas específicas, justamente para reforçar o conceito de invisibilidade, embora seja possível encontrar dispositivos que são multitarefas. (Araújo, 2002)

Conectividade:

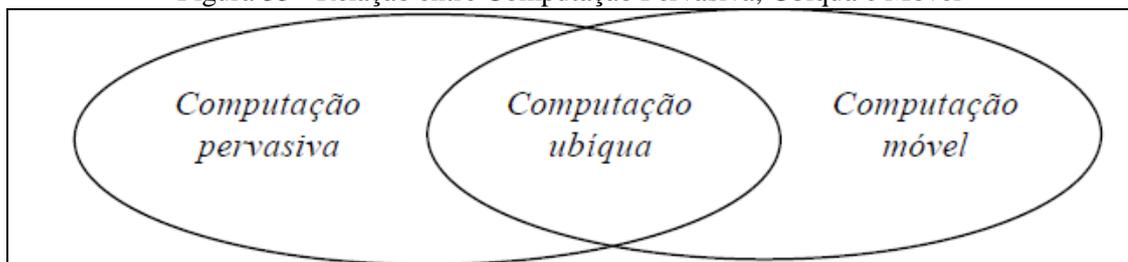
- A busca dos dispositivos ubíquos em se adaptar ao ambiente passa pela conectividade destes, com redes de comunicação de curta, média e até longa distancia, sempre de forma transparente e compatível com as tecnologias mais comuns de comunicação, como *wi-fi* e *bluetooth*, por exemplo. (Araújo, 2002)

Descentralização:

- Os dispositivos ubíquos trabalham de forma cooperativa com outros sistemas, formando uma espécie de sistema distribuído, onde cada dispositivo tem determinada função específica, sempre respeitando o conceito e outros princípios da computação ubíqua. (Araújo, 2002)

A partir destes conceitos acima, pode-se definir estas três termologias na figura abaixo:

Figura 33 - Relação entre Computação Pervasiva, Ubíqua e Móvel



Fonte: Araújo, 2002

Para a realização desses conceitos computacionais, é necessária a utilização de uma tecnologia de comunicação, como é mostrado no próximo tópico.

2.7 Tecnologias de Comunicação

A comunicação entre um dispositivo móvel e uma TUI pode ocorrer em diversas

maneiras, como fixas, móveis, de curto ou longo alcance, de baixa ou alta velocidade de transmissão de dados, dependendo da necessidade e da disponibilidade dos materiais e tecnologias disponíveis. Dentre as tecnologias mais pertinentes, podem ser observadas as tecnologias *Bluetooth*, *Wi-fi (Ad-Hoc, Cloud, LAN)*, *Zigbee*, *Xbee*, e também por USB.

2.7.1 Bluetooth

Em 1997 a empresa *Ericsson*, que produzia aparelhos celulares, precisava de uma tecnologia que realizasse troca de dados entre seus aparelhos, outras grandes empresas como *IBM*, *Nokia* e *Toshiba* se uniram a *Ericsson* formando a *Bluetooth SIG (Special Interest Group)* e esta batizou a tecnologia de *Bluetooth*. O nome é relacionado ao rei Harald Blatand que conseguiu unificar a Dinamarca, a Noruega e tribos suecas fazendo analogia com o que a tecnologia também busca unificar os protocolos de comunicação sem fio, criando um utilizado pela maioria dos dispositivos.

Bluetooth é uma tecnologia de comunicação de curta distancia que possibilita a troca de informação entre dois aparelhos (podendo ser de diferentes modalidades) de forma rápida, segura e simples, esta tecnologia é utilizada em larga escala por milhões de usuários em todo mundo presentes em notebooks, celulares, rádios, TVs, fones de ouvido, videogames e vários outros dispositivos.

Dentre os benefícios encontrados na tecnologia Bluetooth, podemos citar a segurança e a confiabilidade de dados transmitidos, a grande portabilidade e escalabilidade, podendo ser utilizada em milhares de dispositivos diferentes, o baixo custo de energia ao utiliza-lo e o baixo custo financeiro de obtê-lo.

A tecnologia sem fio utiliza radiofrequências (com frequências que variam entre 2.4 GHz a 2.5 GHz) para realizar a busca de outros dispositivos que estão ao seu alcance e realiza a solicitação de conexão necessitando da confirmação do aparelho que esta sendo “convidado” a realizar a troca de dados por motivos de segurança. Uma vez sincronizados, os dois aparelhos podem trocar dados em diversas velocidades de trafego de dados, dependendo da versão Bluetooth que os dispositivos possuem; a versão 1.2 pode trafegar dados em uma velocidade de ate 1 Mbps, na versão 2.0 de ate 3 Mbps e na versão 3.0 pode chegar ate 24 Mbps. Os dispositivos Bluetooth podem ser divididos em 3 classes:

Classe 1: potência máxima de 100 mW, alcance de até 100 metros, utilizada para a área empresarial em grande escala ou de pesquisas tecnológicas.

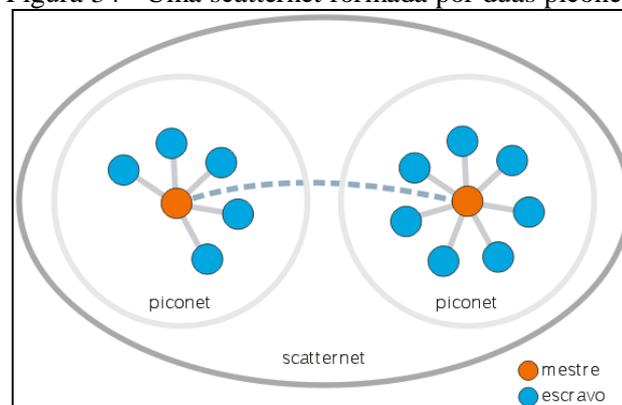
Classe 2: potência máxima de 2,5 mW, alcance de até 10 metros, utilizada na grande maioria dos dispositivos como celulares, rádios, e notebooks.

Classe 3: potência máxima de 1 mW, alcance de até 1 metro, utilizada principalmente para o uso de fones de ouvido.

Estas 3 classes podem se comunicar entre si, porem devem respeitar o limite de alcance da classe com menor alcance.

Uma rede Bluetooth, conhecida como Bluetooth Wireless Personal Area Network (BT-WPAN) é formada por piconets, sendo que cada rede pode suportar até 8 piconets simultâneos, onde um dispositivo é designado mestre enquanto os outros são escravos. Quando 2 piconets se conectam através de um dispositivo Bluetooth em comum, seja por gateway, bridge ou um piconet mestre, pode ser formada a *scatternet*, que possibilita a comunicação de vários dispositivos Bluetooth, ultrapassando a possibilidade de apenas 8 piconets estarem conectados. A figura abaixo mostra como funciona uma scatternet formada por piconets. (Siqueira, 2006)

Figura 34 - Uma scatternet formada por duas piconets



Fonte: Siqueira,2006

2.7.2 Zigbee

Zigbee é uma especificação que reúne protocolos de comunicação que são utilizados por rádios digitais de baixa potência, para a utilização de WPANs – Wireless Personal Area Networks é utilizado o padrão IEEE 802.15.4 e suas frequências variam entre 868 MHz e 2.4 GHz com taxas de dados na faixa de 20 Kbps a 250 Kbps; este tipo de tecnologia é mais encontrado em setores de indústria.

Dispositivos Zigbee são voltados para maximizar a economia de energia, com isso, é

possível criar dispositivos sensores remotos alimentados com pilhas ou baterias comuns, que durarão meses ou mesmo anos sem precisarem ser substituídas. Isso porque, os módulos ZigBee quando não estão transmitindo/recebendo dados, entram num estado de dormência ou em "Sleep", consumindo o mínimo de energia.

Existem três tipos de dispositivos Zigbee classificados possuindo diferentes funcionalidades como mostra a tabela 1:

Tabela 1- Funcionalidades de dispositivos Zigbee

Função	Dispositivo Final	Roteador	Coordenador
Cria uma rede Zigbee			✓
Reconhece endereços de rede lógicos		✓	✓
Permite outros dispositivos conectar/desconectar		✓	✓
Lista dispositivos e roteadores vizinhos		✓	✓
Funciona como roteador de pacotes de rede		✓	✓
Transfere pacotes de rede	✓	✓	✓
Conecta uma rede Zigbee	✓	✓	✓

Fonte: Adaptada de Azevedo,URFJ, 2011

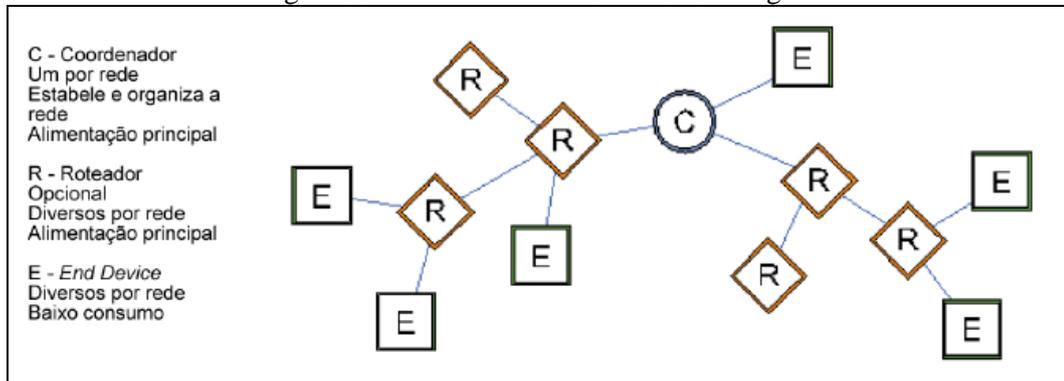
Coordenador Zigbee: Este dispositivo está obrigatoriamente presente em todas as redes Zigbee, já que é responsável pela formação da rede, estabelecendo canais de operação e números lógicos. O Coordenador também pode atuar como roteador e consegue armazenar e organizar a rede em outros aspectos como números de dispositivos possíveis para conexão, ou definição de aspectos de segurança.

Roteador Zigbee: Roteadores tem a finalidade de armazenar e redirecionar dados obtidos de outros dispositivos zigbee, sua função também é de se integrar à rede de modo que outros dispositivos possam alcançá-lo.

Dispositivo Final Zigbee: Sua funcionalidade se limita a trocar informações com roteadores ou coordenadores, não podendo trocar informações com outros dispositivos finais.

Podem estar ligados a sensores, como de temperatura ou pressão, que enviam dados obtidos do ambiente e repassam para os outros dois tipos de dispositivos, como pode ser idealizada na figura abaixo.

Figura 35 - Funcionamento de uma rede Zigbee



Fonte: Choice Vika Controls, 2011

2.7.3 Universal Serial Bus (USB)

O Universal Serial Bus (USB) é uma tecnologia de comunicação desenvolvida por um grupo de empresas como Microsoft, Apple, Intel e HP que tinha como principal objetivo criar um padrão de conexão de dispositivos para transferência de dados, alimentação de energia elétrica e carregamento de baterias. Dentre os dispositivos que adotaram o USB como padrão de conexão, estão o mouse, o teclado, dispositivos de armazenamento removível como pen drives e HDs externos e a maioria dos dispositivos móveis.

Uma das grandes vantagens trazidas pelo USB é a tecnologia Plug and Play (PnP) que possibilita conectar e desconectar dispositivos sem a necessidade de desligar os dispositivos que serão conectados ou já estão conectados e conseqüentemente traz mais mobilidade, praticidade e segurança em todo o processo de conexão ou desconexão.

Teoricamente, pode-se ligar até 127 dispositivos USB em uma única porta, mas isso não é aconselhável, uma vez que a velocidade de transmissão de dados de todos os equipamentos envolvidos seria comprometida, pois quanto maior o número de dispositivos, maior será a distribuição de energia e a velocidade de leitura e escrita de cada dispositivo. A tabela 2, abaixo mostra as versões existentes de USB e suas respectivas velocidades de transmissão de dados.

Tabela 2 - Versões de USB e suas respectivas velocidades de transmissão de dados.

USB 1.0	1,5Mbps
USB 1.1	12 Mbps
USB 2.0	480 Mbps
USB 3.0	5 Gbps

Fonte: Própria

2.7.4 Protocolo IEEE 802.11 (Wi-fi)

O protocolo estabelecido pelo IEEE se baseia em conexão sem fio, de alta velocidade para transferência de dados, e alto alcance de conexão, que permite também o acesso a Internet. Este tipo de tecnologia dispensa o uso convencional de cabos, sendo a ideal para ser utilizadas em dispositivos ou locais móveis; locais de difícil cabeamento ou em redes que utilizam muitos usuários em locais não definidos. (Petruzza, 2011)

Atualmente, o foco do protocolo de redes sem fio se encontra no contexto de redes locais de computadores (*Wireless Local Network – WLAN*) nas camadas física e de enlace, onde as empresas como IBM, 3COM e CISCO desenvolvem produtos baseados no padrão IEEE 802.11, pois este apresenta grandes benefícios como a interoperabilidade, baixo custo, demanda de mercado, confiabilidade de projeto, entre outras.

O padrão IEEE 802.11 possui algumas variações que atuam em diferentes frequências e taxas de transmissão, como mostra a Tabela 3:

Tabela 3 - Diferentes versões do padrão IEEE 802.11

Nome	Frequência	Taxa
802.11	2.4 GHz ISM	1 ou 2 Mbps
802.11a	5 GHz UNII	Até 54 Mbps
802.11b	2.4 GHz ISM	Até 11 Mbps
802.11g	2.4 GHz ISM	Até 54 Mbps
802.11n	2.4 e 5 GHz	De 65 a 600 Mbps

Fonte: Própria

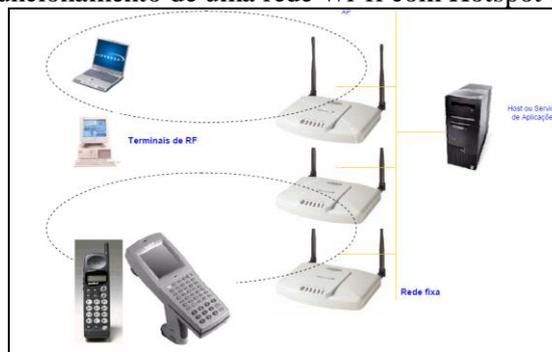
Através deste padrão, é possível realizar diversas formas de comunicação entre dispositivos, com formas diretas como HotSpot e Ad-Hoc e indiretas como o uso da computação em nuvem.

2.7.4.1 Hotspot

Hotspots são locais em que é disponibilizada uma conexão Wi-fi que geralmente permite aos usuários acessar a Internet em seus dispositivos, podendo conter chaves de segurança para garantir o acesso aos usuários permitidos. A conexão à Internet é realizada graças aos Access Points (Pontos de Acesso) que são roteadores que emitem sinais de rede para toda a área que suas antenas conseguem propagar e conseqüentemente, o usuário que deseja se conectar, precisa estar na área de alcance; a transferência de dados entre dois dispositivos que estão na mesma rede não é direta, isto é, os dados enviados pelo emissor passam pelo roteador e este direciona para o dispositivo receptor.

A figura 36 mostra o funcionamento de uma rede com Hotspot.

Figura 36 - Funcionamento de uma rede Wi-fi com Hotspot e Access Points



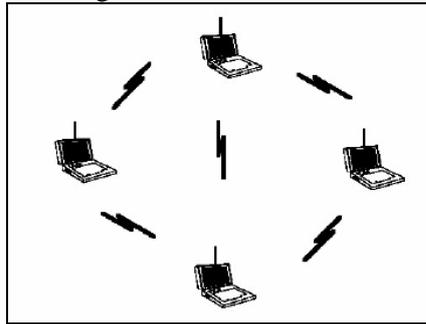
Fonte: Petruzza,2011

2.7.4.2 Ad-hoc

As redes Ad-hoc são redes sem fio que dispensam o uso de um ponto de acesso comum aos computadores conectados a ela, de modo que todos os dispositivos da rede funcionam como se fossem um roteador, encaminhando comunitariamente informações que vêm de dispositivos vizinhos.(Kotviski,2009)

Enquanto em redes convencionais é necessário que haja um ponto de acesso pelo qual todas as informações da rede irão passar, nas redes Ad-hoc os dispositivos podem se comunicar diretamente entre si, o que pode permitir que haja maior flexibilidade na rede.(Kotviski,2009)

Figura 37 - Rede Ad-hoc.



Fonte: Petruzza, 2011

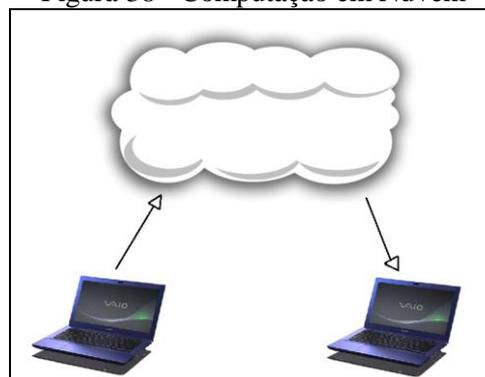
2.7.4.2 Nuvem

A Computação em nuvem consiste na possibilidade de interação de dispositivos como o acesso, a obtenção, o controle e armazenamento de dados em ambientes web disponibilizados por empresas como a Google com o Google Docs, a Microsoft com o SkyDrive e a Apple com o iCloud.

Diferentemente de outras modalidades de transferência de dados entre dispositivos, a Computação em nuvem permite uma comunicação indireta e traz o benefício de que os dispositivos podem estar conectados em redes diferentes como Hotspots, 3G ou por cabeamento convencional, trazendo maior mobilidade e uma área de alcance praticamente ilimitada.

A Figura 38 caracteriza a computação em nuvem.

Figura 38 - Computação em Nuvem



Fonte: Própria

2.7.5 Comparação entre as tecnologias de comunicação

A Tabela 4 mostra a comparação entre as tecnologias de comunicação apresentadas,

apontando vantagens e desvantagens em relação a diversos aspectos como desempenho, funcionalidade, praticidade, economia, entre outros. Os critérios utilizados para a criação deste comparativo são baseados em pesquisas realizadas para este projeto.

Tabela 4 - Comparativo entre tecnologias de comunicação.

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Bluetooth	Baixo Custo, Portabilidade.	Baixa Velocidade de Transferência de dados, Alcance Limitado.
USB	Baixo Custo, Acessibilidade, Portabilidade, Alta Velocidade de Transferência de dados.	Alcance Limitado, Pouca Mobilidade.
Zigbee	Alcance, Alta Velocidade.	Alto Consumo de Energia, Tecnologia Pouco Acessível e Difundida.
Hotspot	Baixo Custo, Portabilidade, Alta Velocidade (depende de condições externas), Facilidade de implementação e Escalabilidade.	Necessidade de um dispositivo de ponto de acesso, Alta Interferência.
Ad-hoc	Baixo Custo, Alta Velocidade (depende de condições externas),	Poucos dispositivos e sistemas suportam este método.
Nuvem	Alcance Ilimitado, Baixo poder de processamento, Alta Escalabilidade.	Necessita de conexão a Internet, Depende de serviços de terceiros, Assíncrono.

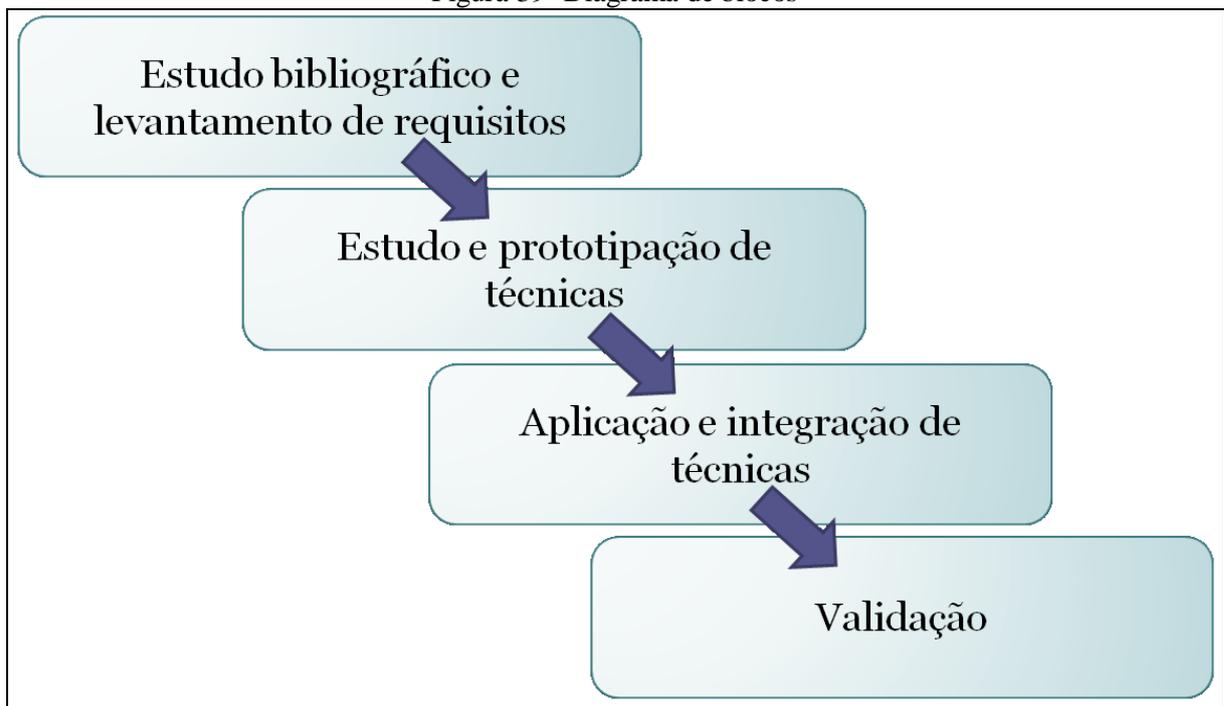
Fonte: Própria

Após o estudo realizado e a obtenção da tabela de comparação entre as tecnologias de comunicação, será detalhada a metodologia deste projeto, desde sua fase inicial até sua validação, destacando os procedimentos mais relevantes para este projeto.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

A metodologia do projeto se divide em 4 fases principais, como mostra a Figura 39: Diagrama de blocos são eles: Estudo bibliográfico e levantamento de requisitos, estudo e prototipação de técnicas, aplicação e integração e por fim a fase é a de validação de todo o processo da realização do estudo de caso.

Figura 39- Diagrama de blocos



Fonte: Própria

3.1 Fase 1: Estudo bibliográfico e levantamento de requisitos.

A primeira fase, Estudo bibliográfico e levantamento de requisitos é a fase de pesquisa e seleção das publicações de artigos e livros sobre a interface TUI, e dispositivos móveis, focando em seus protocolos e métodos de comunicação, linguagens de programação e sistemas operacionais de smartphones, e conseqüentemente trabalhos realizados que possam ter grande potencial de contribuição para o projeto proposto; é nesta fase também que foi realizado o levantamento de requisitos necessários para satisfazer o estudo de caso proposto.

3.1.1 Levantamento de requisitos.

Este procedimento foi previsto para começar na fase 1, porém com duração paralela ao desenvolvimento do estudo de caso, pois novos requisitos eventualmente teriam que ser modificados devido a mudanças de necessidades que a implementação do estudo de caso poderia proporcionar.

Dentre as prioridades para o desenvolvimento do estudo de caso, os seguintes requisitos foram levantados.

- Utilizar uma linguagem de programação multiplataforma de sistemas operacionais e que possa ser utilizada tanto em dispositivos móveis quanto em interfaces tangíveis, atendendo todas as suas necessidades.
- O aplicativo de estudo de caso deve realizar interação utilizando imagens como objeto de transferência para destacar sua manipulação em uma interface tangível.
- A interação de comunicação e transferência de dados deve ocorrer de forma intuitiva ao usuário e o mais automática possível.
- Implementar dois aplicativos com métodos de comunicação diferentes para a realização de comparação de desempenho.

3.2 Fase 2: Estudo e prototipação de técnicas.

Na segunda fase, estudo e prototipação de técnicas, foi realizada a pesquisa, seleção, adaptação de técnicas e métodos e protocolos de dispositivos móveis e TUI que tem relevância neste projeto, assim como possíveis métodos e técnicas criadas através de conceitos pesquisados. Nesta fase também foi possível o levantamento de técnicas para aperfeiçoamento da TUI que é utilizada neste projeto assim como a seleção de dispositivos móveis que se encaixaram na proposta deste projeto.

3.2.1 Materiais e métodos selecionados.

Nesta da fase, foram selecionadas diversas ferramentas, métodos e trabalhos dentre os levantados na fase anterior que de algum modo vieram a contribuir com o desenvolvimento dos procedimentos necessários para a implementação e validação do estudo de caso.

3.2.1.1 Linguagem Java.

A linguagem de programação Java foi escolhida para ser utilizada no estudo de caso deste projeto, pois oferece todos os requisitos necessários para o desenvolvimento do estudo de caso e validação deste projeto, como a utilização de funcionalidades relacionadas à comunicação, suportando grande parte dos métodos levantados no capítulo 2 deste projeto, assim como o suporte a diferentes sistemas operacionais como Windows, Linux e Android.

3.2.1.2 MT4J.

O *Multitouch for Java (MT4J)* é um framework open source desenvolvido para a linguagem Java voltada para aplicações multitoques que oferece diversos recursos e métodos que são fundamentais para o desenvolvimento do estudo de caso como funções de objetos já com a propriedade multitoque e o uso de texturas; além de todas as funcionalidades oferecidas pela linguagem Java.

3.2.1.3 Android.

O sistema operacional Android foi escolhido como plataforma para o dispositivo móvel, pois oferece diversas funções avançadas de comunicação e interface, também dispondo de estabilidade. É o sistema operacional mais popular no mercado, além de ter uma grande comunidade de desenvolvedores e uma completa integração à linguagem Java.

3.2.1.4 Eclipse.

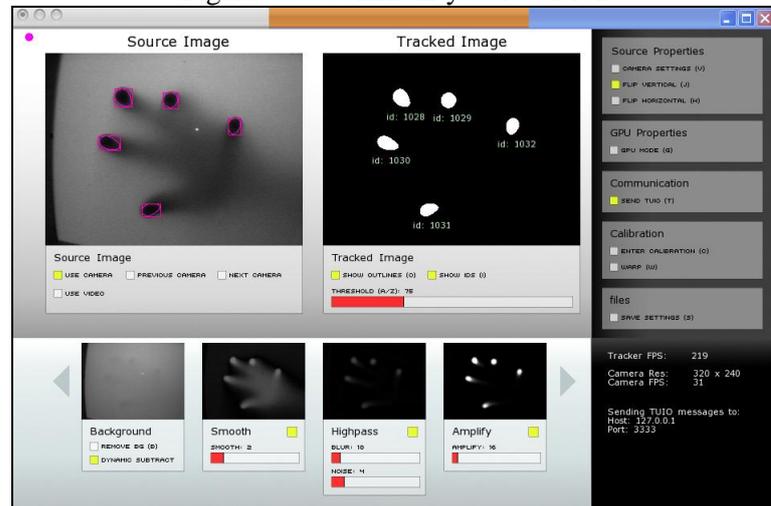
O Eclipse é um ambiente integrado de desenvolvimento (em inglês IDE) desenvolvido em Java que permite a implantação e gerenciamento de códigos de programação em diversas linguagens, inclusive Java. Possui uma interface agradável e fácil de compreender, além do fato de oferecer *plugins* que são cruciais neste projeto, como o *plugin* de incorporação à biblioteca MT4J. Para o desenvolvimento na plataforma Android, foi utilizado um Eclipse já customizado para o desenvolvimento de aplicativos desta plataforma, a ferramenta *Motodev Studio for Android*, disponibilizado pela empresa Motorola.

3.2.1.5 Community Core Vision (CCV).

O Community Core Vision é um software de código aberto desenvolvido e mantido pelo NUIGroup que realiza o reconhecimento de gestos visuais em mecanismos de entrada de dados, recebendo como entrada, a transmissão de vídeo proveniente de uma câmera e

transforma em sua saída, dados de rastreamento para obtenção de coordenadas e eventos de entrada tangíveis. Este software também gerencia e estabelece a comunicação com aplicativos multitoque, exportando via *hosts* e portas.

Figura 40 - Community Core Vision



Fonte: NUIGroup,2011

3.2.1.6 Dispositivo multitoque do COMPSI.

O dispositivo tangível utilizado neste projeto é uma interface multitoque construída pelo COMPSI, laboratório de pesquisa em computação e sistemas de informação do UNIVEM.

Figura 41 - Interface Multitouch COMPSI

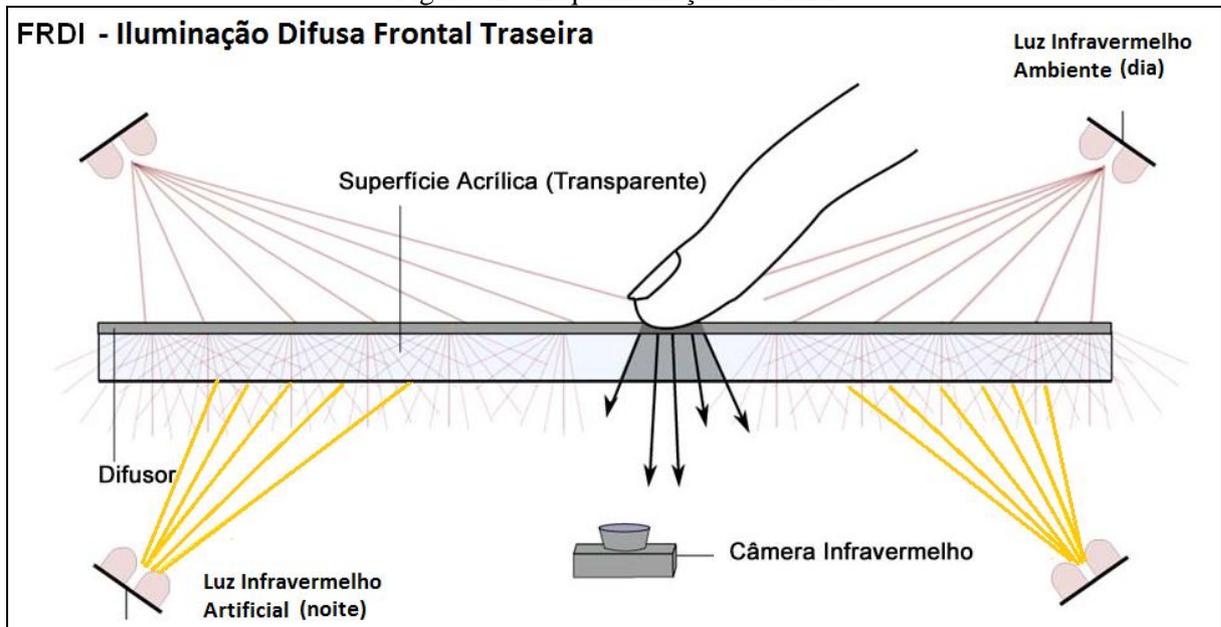


Fonte: (Cruz et al, 2011) , (Jorge et al, 2011)

Este dispositivo utiliza duas técnicas de construção de interfaces tangíveis, mostradas no capítulo 1 deste trabalho, que são a Iluminação Difusa Frontal e Traseira (*FRDI – Front*

Rear Diffused Illumination), sendo que a primeira é utilizada aproveitando a luz do dia enquanto a segunda utiliza fontes artificiais como emissor de luz infravermelho para ambientes escuros ou em horários noturnos.

Figura 42 - Esquemática da FRDI



Fonte: Própria

3.2.1.7 Wi-fi.

A tecnologia de comunicação escolhida para o desenvolvimento do estudo de caso deste projeto foi o Wi-fi, pelas modalidades hotspot e ad-hoc, por suas vantagens se destacarem das demais, especificamente para este estudo de caso devido a boa compatibilidade com a linguagem Java, pelo objeto de transferência e pela grande aceitação e utilização que esta tecnologia tem entre usuários.

A aplicação envolvendo hotspot será utilizada com um dispositivo Android atuando como cliente e o dispositivo multitouch como servidor.

A aplicação envolvendo ad-hoc será utilizada com um notebook com Windows 7 atuando como cliente e o dispositivo multitouch como servidor. A escolha do notebook como cliente se dá ao fato do sistema Android não suportar oficialmente o ad-hoc.

3.3 Fase 3: Aplicação e integração de técnicas.

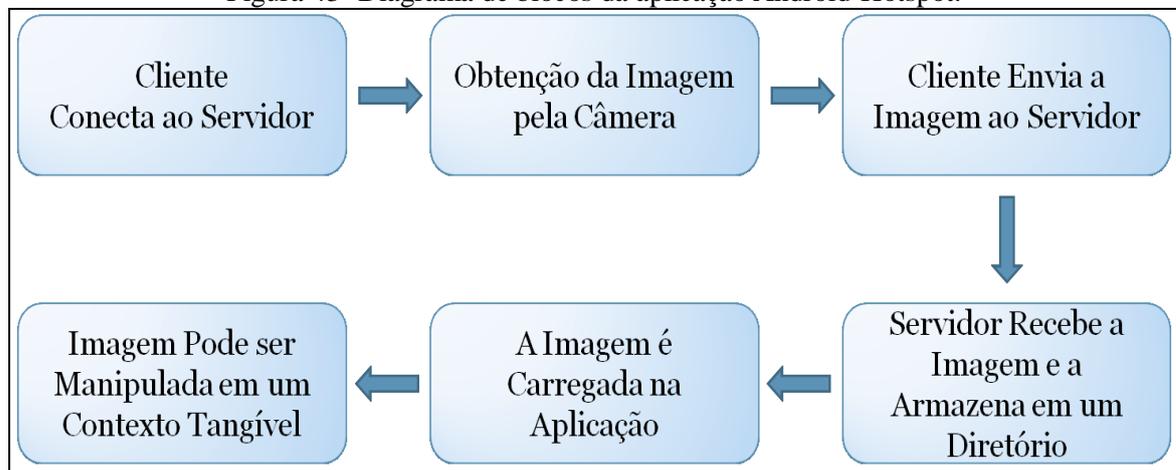
A terceira fase consiste na utilização dos métodos e ferramentas selecionadas na fase

anterior e realizar a aplicação de todos estes recursos na implementação do estudo de caso e consequentemente, é feita a implementação a nível de código da aplicação.

3.3.1 Implementação da aplicação Android-Hotspot.

Esta aplicação consiste no envio, de uma imagem, obtida instantaneamente através da câmara do smartphone e posteriormente enviada a um servidor que a transforma em um objeto manipulável em uma estrutura multitoque. O diagrama de blocos do funcionamento da aplicação Android-Hotspot permite um melhor entendimento desta aplicação:

Figura 43 -Diagrama de blocos da aplicação Android-Hotspot.



Fonte: Própria

Para um melhor entendimento, foram destacados os seguintes trechos do código da aplicação, ressaltando que alguns trechos foram adaptados e outros criados para realizar esta aplicação.

1. Na classe ClienteAndroid, existe o método que realiza a conexão do cliente ao servidor, utilizando o texto que o usuário informa no campo de IP do servidor para tentar a conexão. O IP do servidor deve ser informado corretamente.
2. Caso o IP seja informado corretamente e esteja disponível para conexão, é chamada a classe "MensagemAndroid" que realiza interações de câmera e interface com botões para envio da foto. A figura 44 mostra a função que realiza a conexão:

Figura 44 - Trecho de código que realiza a conexão

```

public void onClick(View view) {
    if (view == btnConectar) { // Clicou no botao Conectar

        try {
            // Tenta iniciar uma conexao com o Servidor de Socket
            ConnectionSocket connection = ConnectionSocket
                .createConnection(edIp.getText().toString(), edPorta
                    .getText().toString());
            connection.connect();
            // Inicia tela para envio de mensagens
            startActivity(new Intent(this, MensagemAndroid.class));
        } catch (Exception e) {
            // Mostra erro na tela
            Toast.makeText(this,
                "Nao foi possivel conectar->" + e.getMessage(),
                Toast.LENGTH_LONG).show();
        }
    }
}

```

Fonte: Própria

3. Dentro da classe "MensagemAndroid" existe o método de evento que utiliza os botões "Desconectar" ou "Enviar foto".

Figura 45 - Trecho de código que faz a chamada das funções pelos botões.

```

public void onClick(View v) {
    // clicou no botao desconectar
    if (v == btnDesconectar) {
        try {
            ConnectionSocket.getCurentConnection().disconnect();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
    // Clicou no botao enviar mensagem
} else if (v == btnEnviar) {
    ConnectionSocket.getCurentConnection().sendMessage(
        edMensagem.getText().toString());
}
}

```

Fonte: Própria

4. Ao clicar no botão "Enviar Foto", é chamada a classe "ConnectionSocket, que realiza a preparação para o envio da imagem. Este método, dentro da classe "ConnectionSocket", instancia a classe "Sender" que é a classe responsável pela conversão da imagem e posteriormente, o envio dela para o servidor.

Figura 46 - Trecho de código que faz a instancia da classe que enviará a imagem.

```
public void startSender(Handler handler) {
    sender = new Sender(out, handler);
    new Thread(sender).start();
    this.handler = handler;
}
```

Fonte: Própria

5. Ao ser instanciada, a classe "Sender" faz a verificação e se existir um arquivo (imagem), a converte em dados e a envia, depois fecha a conexão, encerrando assim, a participação do cliente no processo.

Figura 47 - Trecho de código que faz a conversão e o envio da imagem.

```
try {
    if (sendMessage != null) { // Se existir uma mensagem para
        // enviar
        msg = new Message();
        msg.arg1 = ConnectionSocket.SENDING_MESSAGE;
        handler.sendMessage(msg); // Notifica Handler

        out.writeUTF(sendMessage); // Escreve mensagem
        out.flush();
        sendMessage = null; // Seta nulo na mensagem

        try {
            ConnectionSocket.getCurentConnection().disconnect();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Fonte: Própria

6. Já no servidor, o socket é relacionado ao IP e é estabelecida a porta padrão que será 1234, neste trecho também é instanciado a entrada e saída do fluxo de dados da transferência.

Figura 48 - Trecho de código que mostra o servidor aceitando a conexão com o cliente

```
try {
    ServerSocket server = new ServerSocket(1234);
    InetAddress addr = InetAddress.getLocalHost();
    System.out.println("----- SERVIDOR CONECTADO "
        + addr.getHostAddress() + " PORTA " + PORTA
        + " -----");
    System.out.println("Esperando Conexões.");

    Socket socket = server.accept();

    System.out.println("Sevidor-> Conectou Ip "
        + socket.getInetAddress().getHostAddress());
    DataInputStream in = new DataInputStream(socket.getInputStream());
    DataOutputStream out = new DataOutputStream(socket
        .getOutputStream());
}
```

Fonte: Própria

7. Neste trecho, é feita o recebimento do fluxo de dados e a conversão para o formato de arquivo. Para realizar o recebimento dos dados, é utilizado um *While* que atua até que a leitura acuse fim do arquivo. Por fim o arquivo é gerado e criado e a conexão é encerrada.

Figura 49 - Trecho de código que mostra o servidor recebendo o arquivo e armazenando.

```
long tempoInicial = System.currentTimeMillis();
while ((read = in.read()) != -1) {
    fout.write(read);
}
long tempoFinal = System.currentTimeMillis();
System.out.println( tempoFinal - tempoInicial );
executando = false;
fout.flush();
fout.close();

System.out.println("Imagem gravada->" + fileName);

// Notifica cliente de que imagem foi salva com sucesso.
out.write("OK".getBytes());

out.flush();
```

Fonte: Própria

8. Por fim, o arquivo gerado no formato de imagem é transformado em textura e aplicado a um objeto retângulo, instanciado como um objeto importado do MT4J.

Figura 50 - Trecho de código que mostra o a conversão da imagem em textura de um objeto.

```

MTRectangle rectangle1 = new MTRectangle(mtapp, 500, 300, 500, 700);
rectangle1.setFillColor(new MTColor(255,255,255));
this.getCanvas().addChild(rectangle1);

PImage p = mtapp.loadImage("C:/" + fn);
rectangle1.setTexture(p);

```

Fonte: Própria

3.3.2 Implementação da aplicação Ad-hoc.

Esta aplicação consiste no envio, de uma imagem, obtida de um diretório especificado pelo usuário-cliente para um servidor para realizar a transformação da imagem recebida em um objeto tangível, vale lembrar que esta aplicação utiliza um notebook (Windows ou Linux) como cliente, pois o sistema Android não tem suporte oficial ao Ad-hoc. O diagrama de blocos desta aplicação é representado na Figura 51:

Figura 51 - Diagrama de blocos da aplicação Ad-hoc.



Fonte: Própria

Para um melhor entendimento, foram destacados os seguintes trechos do código da aplicação, ressaltando que alguns trechos foram adaptados e outros criados para realizar esta aplicação.

1. No cliente, é criada uma caixa de diálogo para o usuário selecionar o caminho da imagem que deseja enviar ao servidor.

Figura 52 - Trecho de código que faz a obtenção do caminho do arquivo.

```

JFileChooser fileDlg = new JFileChooser();
fileDlg.showOpenDialog(this);
String filename = fileDlg.getSelectedFile().getAbsolutePath();
txtFile.setText(filename);

```

Fonte: Própria

2. Após o usuário selecionar o arquivo, é realizada a tentativa de conexão, que no caso de Ad-hoc é necessário utilizar IPs fixos. Uma vez conectado, o cliente

envia o nome do arquivo ao servidor para este "preparar" a alocação do arquivo e seu diretório.

Figura 53 - Trecho de código que faz a conexão Ad-hoc

```
try{
    // Tenta conectar com o IP informado em uma rede Ad-hoc
    Socket sk = new Socket(192,168.0.15, 1234);
    OutputStream output = sk.getOutputStream();

    // Envia o nome do arquivo para o servidor
    OutputStreamWriter outputStream = new OutputStreamWriter(sk.getOutputStream());
    outputStream.write(fileDlg.getSelectedFile().getName() + "\n");
    outputStream.flush();

    //Obtem resposta do servidor
    BufferedReader inReader = new BufferedReader(new InputStreamReader(sk.getInputStream()));
    String serverStatus = inReader.readLine();
}
```

Fonte: Própria

3. Após o servidor responder e receber o nome do arquivo, o arquivo é quebrado em bytes e é feito o envio do vetor de bytes. Após o envio, a conexão é terminada e uma mensagem é exibida ao usuário que a transferência estava completa, encerrando assim a participação do cliente no processo.

Figura 54 - Trecho de código que faz o envio do arquivo em bytes.

```
FileInputStream file = new FileInputStream(filename);
byte[] buffer = new byte[sk.getSendBufferSize()];
int bytesRead = 0;
while((bytesRead = file.read(buffer))>0)
{
    output.write(buffer,0,bytesRead);
}
output.close();
file.close();
sk.close();
JOptionPane.showMessageDialog(this, "Transferencia Completa!");
```

Fonte: Própria

4. O servidor começa o processo do aplicativo, aguardando uma requisição de conexão, e quando esta é requisitada e aceita, são criados Buffers de leitura e escrita para realizar a transferência de um arquivo.

Figura 55 - Trecho de código que faz a conexão por parte do servidor

```

System.out.println("Servidor ativo...");

ServerSocket server = new ServerSocket(1234);

Socket sk = server.accept();

System.out.println("Serveridor aceitou cliente");
InputStream input = sk.getInputStream();
BufferedReader inReader = new BufferedReader(new InputStreamReader(sk.getInputStream()));
BufferedWriter outReader = new BufferedWriter(new OutputStreamWriter(sk.getOutputStream()));

```

Fonte: Própria

5. Agora o servidor aguarda o envio do nome do arquivo que o cliente enviará, após recebê-lo e criar um caminho específico, o servidor envia uma "mensagem" de confirmação para pode receber os o vetor de bytes da transferência.

Figura 56 - Trecho de código que faz especifica o caminho do arquivo recebido.

```

String filename = inReader.readLine();
fn = filename;
if ( !filename.equals("") ){

    //Avisa o cliente que esta pronto para receber os dados.

    outReader.write("PRONTO\n");
    outReader.flush();
}

//Cria um diretório com o nome do arquivo recebido para armazenar os dados do arquivo que receberá
FileOutputStream wr = new FileOutputStream(new File("C:/teste/" + filename));

```

Fonte: Própria

6. Após criar o caminho e o nome do arquivo, o servidor recebe os bytes enviados pelo cliente enquanto todos os bytes do vetor não são enviados.

Figura 57 - Trecho de código que faz o recebimento do arquivo.

```

byte[] buffer = new byte[sk.getReceiveBufferSize()];
int bytesReceived = 0;
while((bytesReceived = input.read(buffer))>0)
{
    //converte os bytes recebidos e os escreve no arquivo.
    wr.write(buffer,0,bytesReceived);
}

```

Fonte: Própria

7. Por fim, o arquivo gerado no formato de imagem é transformado em textura e aplicado a um objeto retângulo, instanciado como um objeto importado do MT4J.

3.4 Fase 4: Validação.

A quarta fase é focada na validação do estudo de caso, através de um comparativo entre as duas aplicações implementadas, assim como a viabilidade e a adaptação dos aplicativos criados junto à interface multitoque.

Para a realização do comparativo entre as duas aplicações, sendo uma utilizando Hotspot e a outra Ad-hoc, foi adotado o tempo de transferência entre cliente e servidor, utilizando o seguinte algoritmo:

Figura 58 - Algoritmo de medição de tempo de execução.

```
long tempoInicial = System.currentTimeMillis();  
  
*Laço que realiza a transferencia*  
  
long tempoFinal = System.currentTimeMillis();  
System.out.println( tempoFinal - tempoInicial );
```

Fonte: Própria

Este algoritmo se baseia na gravação em uma variável do tempo logo antes de iniciar o laço onde é feita toda a transferência de dados e depois outra gravação logo após o fim deste laço. O tempo de execução do laço é então obtido através da subtração do tempo final com o tempo inicial.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS OBTIDOS

Após a conclusão da fase de obtenção e validação do estudo de caso proposto, os resultados obtidos foram satisfatórios e cumpriram todos os requisitos levantados no início deste projeto, possibilitando assim, a obtenção de dois aplicativos:

- Obtenção de um aplicativo de comunicação entre um smartphone com sistema operacional Android e uma interface tangível multitoque por meio de conexão wi-fi utilizando hotspots.
- Obtenção de um aplicativo de comunicação entre um notebook com sistemas operacionais Windows e Linux e uma interface tangível multitoque por meio de conexão wi-fi utilizando Ad-hoc.

Figura 59 - Interface de conexão do Aplicativo Android-Hotspot.



Fonte: Própria

Figura 60 - Interface de envio de imagem do Aplicativo Android-Hotspot.



Fonte: Própria

Figura 61 - Foto de um usuário utilizando o aplicativo de estudo de caso.



Fonte: Própria

Como resultado, também foi obtido uma tabela de comparativo de desempenho na transferência de imagens entre os dois aplicativos concebidos neste projeto. As métricas para este comparativo foram estabelecidas e explicadas na fase 4 – validação, presente do capítulo de metodologia. Importante ressaltar que foram utilizadas imagens de tamanhos idênticos entre os dois aplicativos, assim como uma rede hotspot, ad-hoc e bluetooth, sendo que para esta última tecnologia, foi utilizada uma transferência manual e com um auxílio de um cronometro, as velocidades aproximadas foram obtidas.

Tabela 5 - Comparativo de velocidade de transferência entre aplicativos

Arquivo	Hotspot	Ad-hoc	Bluetooth
133 kb	3313 ms	67 ms	1660 ms
147 kb	2353 ms	83 ms	1870 ms
174 kb	1548 ms	125 ms	1740 ms
177 kb	4008 ms	86 ms	1460 ms
194 kb	4182 ms	102 ms	1890 ms
203 kb	1632 ms	99 ms	1740 ms
205 kb	3594 ms	93 ms	2160 ms
301 kb	4288 ms	90 ms	2910 ms
344 kb	4707 ms	112 ms	3980 ms
585 kb	4988 ms	141 ms	5230 ms
Média	Média	Média	Média
246,3 kb	3461,3 ms	99,8 ms	2734 ms
	Média de transferência	Média de transferência	Média de transferência
	71,2 kb/s	2467,9 kb/s	90 kb/s

Fonte: Própria

O propósito desta tabela é mostrar como as três tecnologias se comportam uma simulação de transferência de dados feita por usuários finais, portanto, fatores como distância, dispositivos móveis e equipamentos de rede, não foram levados em considerações para conclusões referentes à análise precisa de desempenho. Neste cenário, é possível observar que a velocidade de transferência de dados pela tecnologia Ad-hoc foi superior as tecnologias Bluetooth e Hotspot. Para calcular a média dos valores de tamanho de arquivo e tempo foram somados seus respectivos valores e posteriormente os valores obtidos foram divididos pelo número de simulações realizadas, que neste caso foram feitas dez simulações; para se obter a média de transferência a fórmula da divisão da média de tamanho de arquivo pela média de tempo.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES

O presente projeto propôs o estudo e aplicação de métodos de comunicação entre dispositivos móveis e interfaces tangíveis, com a implementação de aplicativos que, de forma intuitiva, realizassem a transferência de uma imagem do dispositivo móvel para uma interface que a transformasse em um objeto tangível para a manipulação, objetivo que foi alcançado de forma satisfatória.

Como principal objetivo deste projeto é proporcionar à comunidade científica métodos, maneiras e ferramentas que possam contribuir com pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de aplicativos em interfaces tangíveis.

Conclui-se que é plenamente possível realizar a inserção de um dispositivo móvel em um contexto de interface tangível, de forma ubíqua para a realização de diversas atividades que uma interface tangível colaborativa proporciona. É possível concluir também que, cada tecnologia de comunicação pode ter uma vantagem em relação à outra, dependendo exclusivamente de sua finalidade e contexto.

Como pretensões futuras, propõe-se a realizar o aperfeiçoamento dos métodos adquiridos e a implementação de outras tecnologias que não foram utilizadas no aplicativo como bluetooth e wi-fi por nuvem. Estuda-se também a possibilidade de novos métodos de transferência como a implementação de *Drag and Drop*, o uso de realidade virtual e realidade aumentada, assim como questões relacionadas à segurança na comunicação como a inserção de regras privilégios a usuários e filtros de possíveis arquivos suspeitos e a inserção de novos formatos de dados que possam ser incluídos em um contexto tangível, como vídeos e jogos.

REFERÊNCIAS

Alecrim. E. Tecnologia Bluetooth. Disponível em: <<http://www.infowester.com/bluetooth.php>> Acesso em 25 de Abril de 2011.

Android SDK, Disponível em <<http://developer.android.com/index.html/>> Acesso em 03 de Julho de 2011.

Apple. Ipad Features, Disponível em <<http://www.apple.com/br/ipad/features/>>. Acesso em: 23 de Maio de 2011.

Apple, Iphone. Disponível em <<http://www.apple.com/iphone/>>. Acesso em: 22 de outubro de 2011.

Apple Lisa. Disponível em <http://www.mprove.de/diplom/text/3.1.8_lisa.html/>. Acesso em: 23 de abril de 2011.

Axelson. J. USB Complete: The Developer's Guide, 4^a Edição, Lakeview Research, 2009.

Blackwell, A. Tangible Interaction in a Mobile Context. CHI, 2007

Bluetooth SIG. A Look at the Basics of Bluetooth Wireless Technology. Disponível em: <<http://www.bluetooth.com/Pages/Basics.aspx>>. Acesso em 25 de Abril de 2011.

Borges. L.E. Python para desenvolvedores, 1^a Edição, Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2009. 253p.

Community Core Vision, Disponível em <<http://ccv.nuigroup.com/>> Acesso em 13 de Abril de 2011.

Cruz, G. Z. S.; Botega, L. C. "Sensibilidade ao Contexto Aplicada em Interface Tangível", WRVA, Uberaba, 2011

Delicato, F. Bluetooth – O Padrão IEEE 802.11 (WiFi). Disponível em <www.dimap.ufrn.br/~flavia.delicato/redes802_11_parteI.pdf> Acesso em 21 de Março de 2011.

DevMedia. Dispositivos móveis e telefonia para 2011, Disponível em <<http://www.devmedia.com.br/post-21157-Dispositivos-moveis-e-telefonia-para-2011.html>>. Acesso em: 05 de Maio de 2011.

Duncan, I. B. Modelagem e Análise do Protocolo IEEE 802.11. COPPE/UFRJ, 2006.

Edge, D; Blackwel, A. Bimanual Tangible Interaction with Mobile Phones. TEI'09,2009

First Apple 1 Gets A New Owner, Disponível em <<http://xeobits.com/apple/computer/first-apple-1-gets-a-new-owner/>> Acesso em 15 de abril de 2011.

Fishkin, K.P. A taxonomy for and analysis of tangible interfaces, 2004

Fitzmaurice, G.W, Graspable User Interfaces, 1996.

Fjeld, M. et al. Alternative Tools for Tangible Interaction: A Usability Evaluation. ISMAR'02, 2002.

Furtado, F.C.F. et al. Computação nas Nuvens e sua Aplicação no Gerenciamento de Projetos usando Zoho Projects. FATECJP,2010.

Garcia, L.G.U. REDES 802.11 (Camada de Enlace). Disponível em <http://www.gta.ufrj.br/grad/01_2/802-mac/index.html> Acesso em 21 de Março de 2011.

Glinert, P et al. The Adaptive Multi-interface Multi-modal Environment, 1996.

Greenfiel, A. Everywhere: the dawning age of ubiquitous computing. [S.l.]: New Riders, 2006. p.11-12 p.

Intel. Universal Serial Bus, Disponível em: < <http://www.intel.com/technology/usb/>>. Acesso em 22 de Abril de 2011.

Ishii, H. The Tangible User Interface and its Evolution. Communications of the ACM, 2008

Java, Disponível em <http://www.java.com/pt_BR/about/> Acesso em 26 de Julho de 2011.

Kotvisk, A. O que são redes ad-hoc. Disponível em < <http://www.tecmundo.com.br/2792-o-que-sao-redes-ad-hoc-.htm> > Acesso em 03 de Abril de 2011.

Li, S et al. A Multimodal Labeling Interface for Wearable Computing, 2010.

Motodev, Disponível em < <http://developer.motorola.com/docstools/motodevstudio/>> Acesso em 03 de Julho de 2011.

MT4J, Disponível em <http://www.mt4j.org/mediawiki/index.php/Main_Page/> Acesso em 21 de Agosto de 2011

Myers B.A., A Brief History of Human Computer Interaction Technology, 1996

Nedel, L. et al. Instructions for Authors of SBC Conferences Papers and Abstracts. URFGS.

Netto, M.M. Mobilidade e Dispositivos Moveis, Disponível em:< <http://www.linhadecodigo.com.br/Artigo.aspx?id=206> >. Acesso em: 12 de Abril de 2011.

Nintendo. 3DS Overview, Disponível em < <http://www.nintendo.com/3ds/hardware/>>. Acesso em: 11 de Agosto de 2011.

NUI Group. Multitouch Technologies, 1ª Edição, Estados Unidos: NUI Group Authors, 2009. 90 p.

Pereira. F.D. Norma para trabalhos acadêmicos. UNIVEM,2010.

Petruzza, R. Subcamada de Acesso ao Meio. UNIVEM, 2011.

Quintanilha. M. Buddy wall: a tangible user interface for wireless remote communication. The Ohio State University

Radicchi. A.O. Desenvolvimento de um protótipo de hardware de interface tangível. UNIVEM, 2010.

Rossum. G.V. et al. Tutorial Python. Python Software Foundation. 2005.

Santana, O.G. Dispositivos móveis e telefonia para 2011, Disponível em:<
<http://www.devmedia.com.br/post-21157-Dispositivos-moveis-e-telefonia-para-2011.html> >. Acesso em: 22 de julho de 2011.

Sena, C.P.P et al, Desenvolvimento de Interfaces Multimodais a partir da Integração de Comandos Vocais à Interface Gráfica, 2006.

Siqueira, T. S. Bluetooth – Características, protocolos e funcionamento. Disponível em <<http://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mo401/1s2006/T2/057642-T.pdf>> Acesso em 21 de Março de 2011.

Sony. VAIO Features, Disponível em <
<http://store.sony.com/webapp/wcs/stores/servlet/ProductDisplay?catalogId=10551&storeId=10151&langId=-1&productId=8198552921666354152/>>. Acesso em: 23 de Maio de 2011.

Sreekanth, N.S Multimodal Interface: Fusion of Various Modalities,2009.

Sriskanthan. N. Protocol for Plug and Play in Bluetooth based Home Networks. IEEE,2004.

Sterman, E. A revolução Tangível. Disponível em:<
http://www.2600hz.com.br/materias_tangzible1.html >. Acesso em: 20 de Novembro de 2010.

Sugimoto, M. et al. Remote Active Tangible Interactions. TEI'07,2007.

Teiche, A. et al. Multitouch Technologies, 1ª Edição, Estados Unidos: NUI Group Authors, 2009. 90 p.

The Xerox "Star": A Retrospective, Disponível em <<http://www.digibarn.com/friends/curbow/star/retrospect/>>, Acesso em 15 de abril de 2011.

TomTom. GPS, Disponível em < http://www.tomtom.com/en_gb/products/>. Acesso em: 19 de Julho de 2011.

Trabalhando com Socket no Android, Disponível em < <http://www.portalandroid.org/comunidade/viewtopic.php?f=7&t=11077>> Acesso em 12 de Setembro de 2011.

UI History, Disponível em < <http://www.cs.cmu.edu/~amulet/papers/uihistory.tr.html>>. Acesso em: 15 de abril de 2011.

Zualkernan, I. et al. A Wireless Sensor-based Toolkit for Building Tangible Learning Systems. ICALT,2007.