

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE BELAS-ARTES



Inteligência Ambiente: contributo para a conceptualização de “Parede Inteligente”

Ana Maria Moutinho

MESTRADO EM ARTE E MULTIMÉDIA
Ambientes Interactivos

2010

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE BELAS-ARTES



Inteligência Ambiente: contributo para a conceptualização de “Parede Inteligente”

Ana Maria Moutinho

MESTRADO EM ARTE E MULTIMÉDIA
Ambientes Interactivos
Dissertação Orientada pela Prof.^a Associada Maria João Gamito

2010

Resumo

O presente trabalho tem por objectivo contribuir para a construção do conceito de Parede Inteligente (PI), tendo por base, de forma mais ampla, a compreensão dos diferentes elementos que constituem o campo de acção da Inteligência Ambiente (IA), com particular relevo nos domínios da Interactividade, da Computação Ubíqua, da Computação Pervasiva e da Computação Móvel.

Estudam-se também os recursos conceptuais e materiais que permitem explorar e definir aplicações no domínio da Inteligência Ambiente aplicada às estruturas arquitectónicas.

Este trabalho pretende fazer o ponto de situação dos conceitos e práticas relativas às Paredes Inteligentes. Procurando igualmente facilitar a intervenção de novos recursos tecnológicos no domínio da Arquitectura/Engenharia Civil, como prolongamento dos trabalhos exploratórios desenvolvidos no contexto da criação artística.

Abstract

This dissertation aims to contribute to the construction of the concept of Intelligent Wall, based, more broadly, on the understanding of the different elements that constitute the scope of the Ambient Intelligence, with particular emphasis on the areas of Interactivity, Ubiquitous Computing, Pervasive Computing and Mobile Computing.

We also consider the conceptual and material resources which allow exploring and defining applications in the field of Ambient Intelligence applied to architectural structures.

This study intends to assess the situation of the concepts and practices related to Intelligent Walls, as well as to facilitate the involvement of new technological resources in the field of Architecture/Civil Engineering, as an extension of the exploratory work carried out within the context of artistic creation.

Palavras-chave: Inteligência Ambiente, Interactividade, Arquitectura Interactiva, Paredes Inteligentes.

Key-words: Ambient Intelligence, Interactivity, Interactive Architecture, Intelligent Walls.

Lista de Siglas e Abreviaturas

AI	Inteligência Artificial
CI	Collective Intelligence
DI	Diffused Illumination
DIY	Do it yourself
DSI	Diffused Surface Illumination
EUA	Estados Unidos da América
EUSAI	European symposium on Ambient Intelligence
FBAUL	Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa
FTIR	Frustrated Total Internal Reflection
GUI	Graphical User Interface
HCI	Human Computer Interaction
IA	Inteligência Ambiente
IBM	International Business Machines Corporation
IST	Informação, Sociedade e Tecnologia
ISTAG	Information Society Technologies Advisory Group
LED-LP	LED Light Plane
LLP	Laser Light Plane
MIT	Massachusetts Institute of Technology
PI	Parede Inteligente
ROM	Read-Only Memory
SI	Sistema Inteligente
TTT	Things That Think
TUI	Tangible User Interface

Índice Geral

Introdução	7
1. Inteligência Ambiente	8
1.1. Contextualização da Inteligência Ambiente	8
1.2. Definição de Inteligência Ambiente	11
1.3. Sistema Inteligente	13
1.4. A Inteligência Ambiente centrada no Utilizador/Sociedade	16
1.4.1 Experiências Sensoriais	16
1.4.2 A Atenção do Utilizador	17
2. Interactividade	19
2.1. Definição de Interactividade	19
2.2. Tipos de Interactividade	20
3. Ambientes Construídos	22
3.1. Contextualização da Arquitectura Interactiva	22
3.2. Arquitectura Interactiva	23
4. Recursos de Comunicação e Interactividade	25
4.1. Sensores, Sinais e Sistemas	25
4.2. Microcontroladores	27
4.3. Técnicas e Tecnologias	27
4.4. Multi-modalidade	30
4.5. O Interface	30
5. Paredes Inteligentes	32
5.1. Superfície Interactiva	32
5.2. Parede Tradicional <i>versus</i> Parede Inteligente	33
5.3. O conceito de Parede Inteligente	33
5.4. Contextos de Aplicação	35
5.5. Tipologia de Paredes Inteligentes	36
6. Descrição da Componente Prática do Projecto	46
Conclusão	49
Bibliografia	50
Glossário	53
Apêndice I – Catalogação dos sensores	56
Apêndice II – DVD – Vídeo de Descrição da Componente Prática do Projecto	59

Índice de Quadros

Quadro 1	Catologação dos Sensores em Apêndice I	55
----------	--	----

Índice de Diagramas

Diagrama 1	Posicionamento da Inteligência Ambiente	11
Diagrama 2	Estrutura de funcionamento do Sistema Inteligente	14
Diagrama 3	Tipos de Interactividade	20

Índice de Figuras

Figura 1	Exemplos de Linguagem Gestual	28
Figura 2	<i>Living Glass</i>	32
Figura 3	<i>Living Glass</i>	32
Figura 4	<i>Hylozoic Soil</i>	37
Figura 5	Pormenor de <i>Hylozoic Soil</i>	37
Figura 6	<i>Smart Glass</i>	38
Figura 7	<i>Smart Glass</i> (activo)	38
Figura 8	<i>Prototype For An Emotive Wall</i>	39
Figura 9	<i>Muscle Reconfigured</i>	39
Figura 10	<i>Scents of Space</i>	41
Figura 11	<i>Scents of Space</i>	41
Figura 12	<i>Scents of Space</i>	41
Figura 13	<i>Scents of Space</i>	41
Figura 14	<i>Dune</i>	42
Figura 15	<i>Dune</i>	42
Figura 16	<i>4D-Pixel</i>	43
Figura 17	<i>4D-Pixel</i> (mecanismo interno)	43
Figura 18	<i>Messa di Voce</i>	43
Figura 19	<i>Space Invaders XL</i> – Multitouch Barcelona	44
Figura 20	<i>Natural Paint</i> – Multitouch Barcelona	45
Figura 21	<i>Mediatree</i>	45
Figura 22	<i>Still Image/Frame</i> do cenário do vídeo	46
Figura 23	Sequência de Imagens retiradas cronologicamente do vídeo	48

Introdução

O presente trabalho visa contribuir para a construção do conceito de Parede Inteligente [PI], tendo por base, a compreensão dos diferentes elementos que constituem o campo de acção da Inteligência Ambiente [IA]. A Inteligência Ambiente implica o entendimento do conceito de interactividade na medida em que pressupõe o envolvimento de diferentes utilizadores. Neste sentido, é tida em consideração a interactividade entre utilizadores e sistema, entre dois sistemas e entre um sistema e o ambiente envolvente.

Este trabalho procura assim aprofundar o conhecimento sobre as PIs de forma a que estas possam substituir em determinadas circunstâncias nas convencionais paredes que nos rodeiam, nas habitações, escritórios, salas de reunião, escolas, hospitais, locais de lazer, lojas ou instalações desportivas. Pretende-se que as PIs funcionem como sistemas autónomos que podem intervir nas tarefas diárias, como o despertar, lembrar de calendários, prestar informações de diferentes tipos, identificar necessidades dos utilizadores, “fazer companhia” através de inúmeras aplicações, personalizar requisitos e prever comportamentos.

O público de diferentes faixas etárias pode interagir de múltiplas formas com as Paredes Inteligentes que definem os espaços em que se encontram. Nestas potencialidades embutidas nas paredes, está sempre presente a criação de espaços visuais/multimédia interactivos. É com base nestes conceitos que se procura dar consistência ao conceito de Parede Inteligente compreendendo os seus diferentes contextos de aplicação.

Por último, procurar-se-á esclarecer vantagens e desvantagens dos significados e das funções que as Paredes Inteligentes podem assumir no quadro do comportamento humano, sem esquecer a dimensão ética que a investigação nestes domínios pressupõe.

A dissertação é acompanhada por um vídeo de demonstração do projecto de Parede Inteligente, que pretende ilustrar de que forma ocorreria a interacção entre o utilizador e o sistema das PIs, exemplificado num espaço habitacional.

1. Inteligência Ambiente

1.1. Contextualização da Inteligência Ambiente

A palavra Inteligência deriva do latim *intelligentia* “capacidade do ser-humano para pensar, conceber, compreender, aprender e julgar” (Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea [DLPC], 2001: 2130).

A Inteligência Artificial [IA] é uma área de pesquisa da Ciência da Computação e consiste na capacidade de uma máquina (através de sistemas e programas informáticos) imitar o comportamento humano e desempenhar funções normalmente associadas à inteligência humana, como “a aprendizagem, a adaptação, a auto correcção, a criatividade, a memória, o raciocínio, a abstracção, a concepção, a imaginação e o poder de decisão” (Dicionário Universal de Língua Portuguesa [DULP], 1999: 878).

O conceito de Inteligência no quadro desta investigação não é utilizado de forma pacífica pois sendo uma característica específica dos seres vivos, a sua utilização no que se refere à máquina não é evidente. Por conseguinte, de maneira a esclarecer esta questão, a utilização da palavra Inteligência neste trabalho refere-se apenas às capacidades definidas pela Inteligência Artificial.

Também aqui é utilizado o adjectivo *inteligente* associado a alguns conceitos como Arquitectura Inteligente, Paredes Inteligentes e Inteligência Ambiente, mas o adjectivo inteligente significa ter a faculdade de “pensar, conceber, compreender, aprender e julgar” (DLPC, 2001:2130), através de sistemas e programas informáticos.

A noção de Ambiente pode ser definida como sendo a envolvente espacial na qual circulam os seres vivos. A presente dissertação assume o conceito de Ambiente, como o espaço criado e produzido por elementos estruturais, que definem visualmente esse ambiente.

A Inteligência Ambiente (*Ambient Intelligence*) é um ramo de especialização da área da Computação e refere-se à pesquisa e desenvolvimento na área de Ambientes Electrónicos que são sensíveis e reagem à presença humana. A Inteligência Ambiente pretende fornecer critérios para o desenho de infra-estruturas inteligentes, que podem interpretar as acções e intenções do utilizador, mas também interagir e mudar o seu ambiente, de maneira a melhorá-lo com propostas inovadoras.

Na década de 1990, nos Estados Unidos [EUA], no quadro dos primeiros trabalhos exploratórios neste domínio, foi introduzido o conceito de *Smart Rooms (Salas Inteligentes)*¹.

¹ *Smart Rooms* são espaços com tecnologia incorporada que têm por objectivo melhorar serviços utilizados pelos seres humanos. Os *Smart Rooms*, preocuparam-se principalmente com o desenvolvimento de interfaces que facilitem a interacção entre o ser humano e a máquina. A Inteligência Ambiente pretende ir mais além, desenvolvendo sistemas inteligentes que existem mas que não são visíveis.

Como resposta, na Europa, a Philips Electronics² promoveu a realização de algumas apresentações e workshops internos organizados por Eli Zelkha e Brian Epstein com o objectivo de investigar diferentes cenários que poderiam transformar o consumo da indústria electrónica, de forma a torná-la mais próxima do utilizador comum, nomeadamente através do acesso à informação ubíqua e a um diálogo mais intuitivo entre o utilizador e o interface (Aarts, 2003). Estes workshops coincidiram com alguns avanços e desenvolvimentos em áreas paralelas como o desenvolvimento da comunicação em banda-larga, da capacidade de armazenamento, da dissipação da energia, a miniaturização de semi-condutores e a energia computacional, permitindo desta forma duas novas situações: que a electrónica pudesse ser integrada em qualquer objecto físico (roupa, mobília, meios de mobilidade, habitação) e o desenvolvimento daquilo que viria a ser uma visão prospectiva da Inteligência Ambiente (Aarts, 2003: 2).

Em 1999, a Philips Electronics uniu-se à *Oxygen Alliance*³, um consórcio internacional de parceiros industriais no contexto do Projecto *Oxygen* desenvolvido pelo Massachusetts Institute of Technology [MIT]. O Projecto *Oxygen* resulta de uma colaboração entre o MIT o Computer Science Laboratory e o Artificial Intelligence Laboratory os quais, tendo como objectivo o desenvolvimento da tecnologia computacional do século XXI (Dertouzos, 1999: 52-55), procuravam tecnologias inteligentes que pudessem ser introduzidas no quotidiano das pessoas, através de interfaces que controlassem vários equipamentos electrónicos.

A primeira referência publicada à noção de Inteligência Ambiente surgiu num jornal alemão em 1999 (Aarts; Appelo, 1999). Nesta publicação é referida a importância do trabalho de Mark Weiser, cientista/investigador da Xerox PARC, que já trabalhava há cerca de 10 anos num novo conceito de Computação Móvel denominado *Ubiquitous Computing* (Weiser, 1991: 94 -104). O conceito de Computação Ubíqua revelou-se da maior importância, influenciando inúmeros trabalhos e pode ser visto como um ponto de partida para a Computação Pervasiva da *International Business Machines Corporation* [IBM] e a Inteligência Ambiente da Philips Electronics.

Em 2000 foram realizados planos para a construção de um espaço inteligente e em 2002 o HomeLab⁴ foi inaugurado por Gerard Kleisterlee, Presidente da Philips Electronics (Aarts, 2003).

Em 2001, a Comissão Europeia seguiu o conselho do *Information Society Technologies Advisory Group* [ISTAG]⁵ e com base no conceito da Inteligência Ambiente

² A Royal Philips Electronics foi fundada em 1891 por Anton Philips e Gerard Philips (Philips & Co.) em Eindhoven na Holanda. E desde o seu desenvolvimento tem tido uma preocupação especial relativamente à saúde e bem-estar com o objectivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas. Actualmente líder mundial em produtos relacionados com a saúde, estilo de vida e iluminação, a Philips Electronics integra tecnologias e design em soluções centradas nas pessoas. Acedido a 29 de Outubro de 2009 em <http://www.Philips.pt/philips4/about/company/companyprofile.page>.

³ Página Web Oficial de *Oxygen Alliance*. Acedido a 23 de Outubro de 2009 em <http://oxygen.lcs.mit.edu/>

⁴ Homelab é a casa laboratório desenvolvida pela Philips Electronics que integra um conjunto de protótipos tecnológicos de Inteligência Ambiente que são sensíveis, personalizáveis, adaptáveis e interactivos. Neste espaço são realizadas experiências e analisadas de que forma os utilizadores interagem. Muitos dos resultados obtidos pelo Projecto *Oxygen* foram testados no Homelab.

promoveu no âmbito do 6º Programa Quadro da União Europeia, a área de *Informação, Sociedade e Tecnologia* [IST], com um orçamento de 3,7 bilhões de euros para 4 anos, de forma a impulsionar a investigação científica neste domínio⁶. A Comissão Europeia teve assim um papel crucial no desenvolvimento da Inteligência Ambiente e em paralelo com os desenvolvimentos da Philips Electronics, foram surgindo em diferentes pólos de investigação, iniciativas plenamente orientadas que pretendiam explorar a Inteligência Ambiente com maior detalhe.

A *Sociedade Fraunhofer (Fraunhofer Gesellschaft)*⁷ iniciou neste período actividades numa larga variedade de domínios, incluindo a multimédia, o design de micro sistemas e de espaços de realidade aumentada. Desenvolveu também um projecto semelhante ao do HomeLab da Philips Electronics, denominado InHaus, que tratava em particular uma abordagem do design centrado no utilizador.

Em paralelo, o MIT iniciou um grupo de investigação sobre Inteligência Ambiente no Media Lab. Muitos outros projectos iniciaram-se nos EUA, Canadá, Alemanha, Itália, Espanha, França e Holanda, com propostas muito promissoras em torno de conceitos de experiências e desenvolvimento de aplicações que contribuíram para a investigação no domínio do comportamento dos utilizadores e sobre as questões de design relacionadas com o utilizador-final.

Por outro lado, os simpósios, conferências e workshops que surgiram neste contexto, foram de grande importância para o questionamento de novas problemáticas, experiências, apresentação de novas perspectivas e disseminação de conhecimentos sobre a crescente área de investigação centrada na Inteligência Ambiente. Em 2004, realizou-se o 1º Simpósio em Inteligência Ambiente (EUSAI) e desde então, continuam a surgir iniciativas deste género. Recentemente teve lugar o 3º Workshop em Artificial Intelligence Techniques for Ambient Intelligence (AITAmI'08)⁸, o 3º Workshop Internacional em Human Aspects in Ambient Intelligence: Agent Technology, Human-Oriented Knowledge, and Applications⁹ e a 3ª Conferência Europeia em Inteligência Ambiente¹⁰. Estes workshops e conferências têm permitido reunir laboratórios e investigadores que lideram a investigação neste domínio.

Por fim, um conjunto de publicações em livros e artigos têm surgido em numerosos países. Em Janeiro de 2009, foi publicada a primeira revista internacional dedicada às

⁵ ISTAG é o departamento que informa e aconselha a Comissão Europeia no que diz respeito a assuntos sobre a estratégia, conteúdo e direcção do trabalho de investigação a ser realizado no âmbito do Programa de Tecnologias da Sociedade da Informação.

⁶ ISTAG (2001), *Scenarios for Ambient Intelligence*, European Commission, "Scenarios for Ambient Intelligence in 2010, Ducatel, K., Bogdanowicz, M. Scapolo, F. Leijten, J.; J-C. Burgelman. (2001) Seville: IPTS, Acedido a 29 de Outubro em <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/istagscenarios2010.pdf>

⁷ A *Sociedade Fraunhofer* é uma organização de investigação alemã com mais de 80 unidades de investigação com foco em diferentes campos das ciências aplicadas. Acedido a 23 de Outubro de 2009 em <http://www.fraunhofer.de/en/about-fraunhofer/>

⁸ 3º Workshop em Artificial Intelligence Techniques for Ambient Intelligence (AITAmI'08) em Patras, Grécia, de 21 a 22 de Julho de 2008, no âmbito do 18º European Conference on Artificial Intelligence.

⁹ 3º Workshop Internacional em Human Aspects in Ambient Intelligence: Agent Technology, Human-Oriented Knowledge, and Applications, teve efeito a 15 de Setembro de 2009 em Milão. <http://www.few.vu.nl/~tbosse/HAI09/>

¹⁰ Aml09, 3ª Conferência Europeia em Inteligência Ambiente, de 18 a 21 de Novembro de 2009 em Salzburg na Áustria.

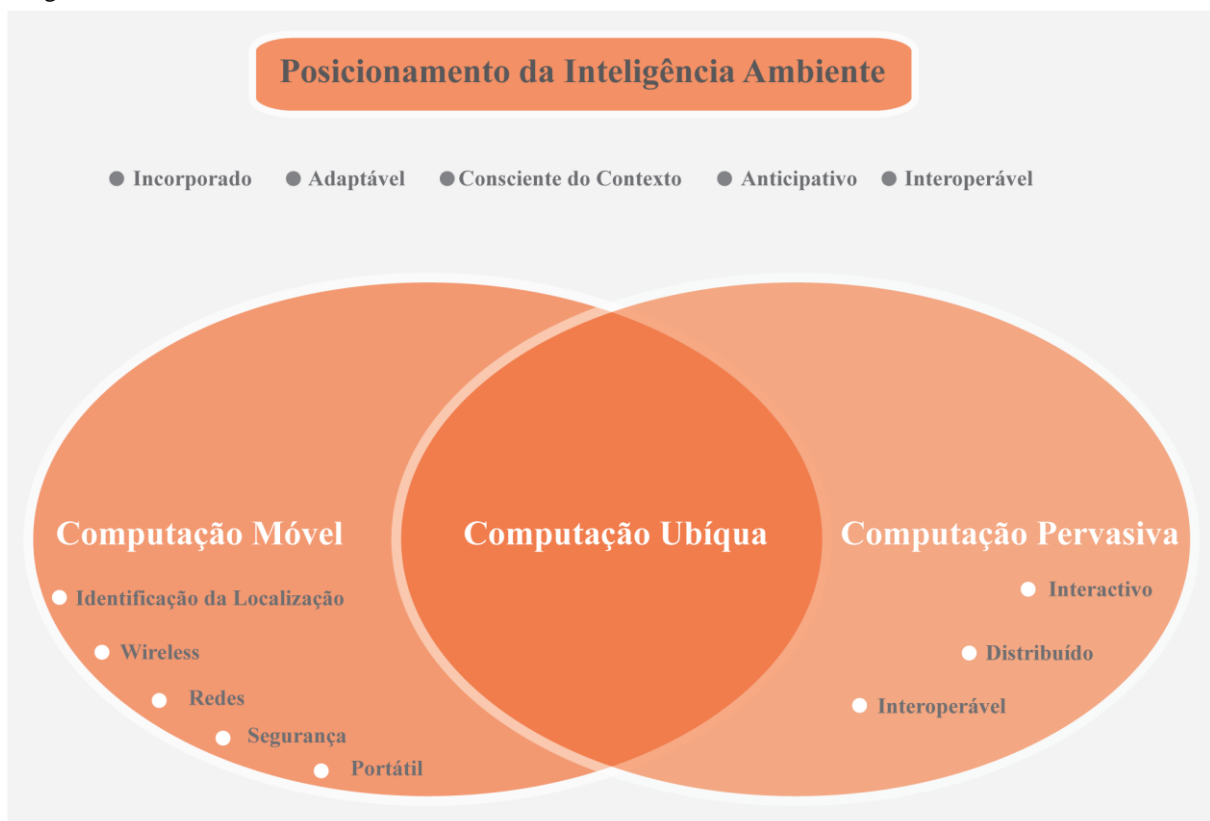
questões de Ambient Intelligence e Smart Environments¹¹. É neste contexto de enorme actividade laboratorial e conceptual, dedicado à Inteligência Ambiente, que esta nova realidade tem vindo a tornar-se uma área de investigação da maior relevância.

1.2. Definição de Inteligência Ambiente

A Inteligência Ambiente [IA] é uma área de investigação técnico-científica que tem por objectivo o desenvolvimento de espaços inteligentes que se adaptam aos interesses, necessidades e desejos das pessoas que utilizam esses ambientes, ajudando-os a executar tarefas referentes ao seu quotidiano, como o trabalho, o lazer ou o entretenimento.

Para melhor compreender a noção de Inteligência Ambiente, é importante esclarecer algumas noções fulcrais para o desenvolvimento desta área: **Computação Móvel**, **Computação Pervasiva** e **Computação Ubíqua**, representadas no diagrama seguinte, onde se estabelece as relações de forma hierarquizada entre os conceitos em questão.

Diagrama 1



Fonte: Ana Maria Moutinho, 2010

¹¹ Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, IOS Press. Acedido a 01 de Abril de 2010 em <http://www.iospress.nl/loadtop/load.php?isbn=18761364>

A **Computação Móvel** centra-se na capacidade de um dispositivo computacional ser carregado ou transportado, mantendo uma ligação activa à *Web*. *Wireless* ou *Wi-Fi* são exemplos de tecnologias que possibilitam a existência da Computação Móvel.

A **Computação Pervasiva**, define que os meios de computação estão distribuídos nos diferentes ambientes do utilizador de forma perceptível ou imperceptível. Por um lado a Computação Pervasiva utiliza soluções do domínio da Computação Móvel, mas identifica problemas adicionais. A Computação Pervasiva trata essencialmente as propriedades do *software* e em segundo plano com as propriedades dos dispositivos (Computação Móvel).

A Inteligência Ambiente promove assim Computação Pervasiva que consiste numa tecnologia distribuída, que está sempre presente, mas não é intrusiva. Uma analogia clara é com a electricidade no quotidiano das pessoas: está sempre presente, mas não pensamos nisso e na maioria das vezes nem nos lembramos que a electricidade existe (Remagnino; Foresti, 2005: 11).

Por fim, a **Computação Ubíqua** beneficia dos avanços tecnológicos de ambos os ramos de pesquisa e permite uma nova perspectiva para a Computação Móvel, no sentido em que os dispositivos móveis e os seus serviços tornaram-se disponíveis e ubíquos, permitindo o acesso a redes de informação seguras. Resumidamente, a Computação Ubíqua permite que a computação se desloque para o exterior dos locais de trabalho e dos computadores pessoais e a torne pervasiva no quotidiano, ou seja implica que a computação esteja inserida no ambiente de forma invisível para o utilizador.

A Computação Ubíqua é uma área que integra várias competências: Programação, Engenharia de Software, Sistemas de Informação, Inteligência Artificial, Redes e Sistemas Distribuídos.

A Inteligência Ambiente e a Computação Ubíqua envolvem a integração de processadores e sensores em objectos do quotidiano, de maneira a torná-los inteligentes. A integração completa da electrónica no *background* das pessoas, tem por objectivo melhorar a produtividade, criatividade e prazer.

As últimas décadas foram palco de grandes avanços na ciência e na tecnologia, suficientes para fazer da utópica Inteligência Ambiente uma realidade emergente. A Inteligência Ambiente pretende introduzir novas formas de comunicação entre seres humanos e máquinas, removendo obstáculos criados por interfaces e introduzindo meios de comunicação mais directos e intuitivos.

A Inteligência Ambiente lida com uma nova realidade onde dispositivos informáticos disseminados por toda a parte, permitem ao ser humano interagir com o mundo físico de uma forma discreta.

O estudo da Inteligência Ambiente consiste numa possibilidade de repensar a aplicação da tecnologia em espaços privados e públicos tão variados, como residências, escritórios, salas de reunião, escolas, hospitais, centros de controlo, transportes, lojas ou instalações desportivas. Estes Ambientes Inteligentes devem estar cientes das necessidades dos utilizadores, personalizando requisitos e prevendo comportamentos. Devem inclusive

reconhecer os utilizadores, saber as suas características (personalidade), tendo em vista a introdução de melhorias no quotidiano.

Esta área de investigação está intimamente relacionada com outras áreas que se encontram em desenvolvimento como a Nanotecnologia, Sistemas Embebidos, tecnologias móveis, sensores e rede de sensores. São estas áreas que permitem a existência da Inteligência Ambiente e o seu contínuo desenvolvimento.

Actualmente, a tecnologia já não é um elemento limitador do desenvolvimento da investigação no campo da Inteligência Ambiente. Existe uma abundância de inovações tecnológicas que se revelam ser vantagens para o desenvolvimento da Inteligência Ambiente. A título de exemplo pode-se referir a electrónica *wearable*, *displays* electrónicos de grandes dimensões, sistemas de sensores sem fios, tecnologias de comunicação ubíquas, ferramentas de criação de conteúdos, gráficos 3D, interfaces de conversação, algoritmos de visão, sistemas de bases de dados de ambientes e ferramentas de desenvolvimento de navegação. Pode-se concluir a partir destes desenvolvimentos que a tecnologia está cada vez mais disponível e já não actua como controlador final da inovação. A computação pretende tirar pleno partido da miniaturização de semi-condutores, pois desta forma permite a integração e incorporação de um sistema electrónico em qualquer objecto físico como vestuário, meios de transporte, mobiliário ou arquitectura.

No entanto, segundo Emile Aarts¹² e Boris de Ruyter¹³ (Aarts; Ruyter, 2009: 5) ainda existem muitos desafios na Inteligência Ambiente. Nomeadamente tecnologias relativas à capacidade de comunicação através de redes sem fios *Wireless power delivery Technologies* e sistemas com capacidades autónomas *Autonomously empowered systems*, que são duas abordagens distintas relativamente à gestão da energia e consumo em contextos de Inteligência Ambiente. Por último, é ainda um tópico em aberto o desenvolvimento de “intelligent always-on algorithms” para o uso em ambientes capazes de se auto-organizarem e aprenderem.

1.3 Sistema Inteligente

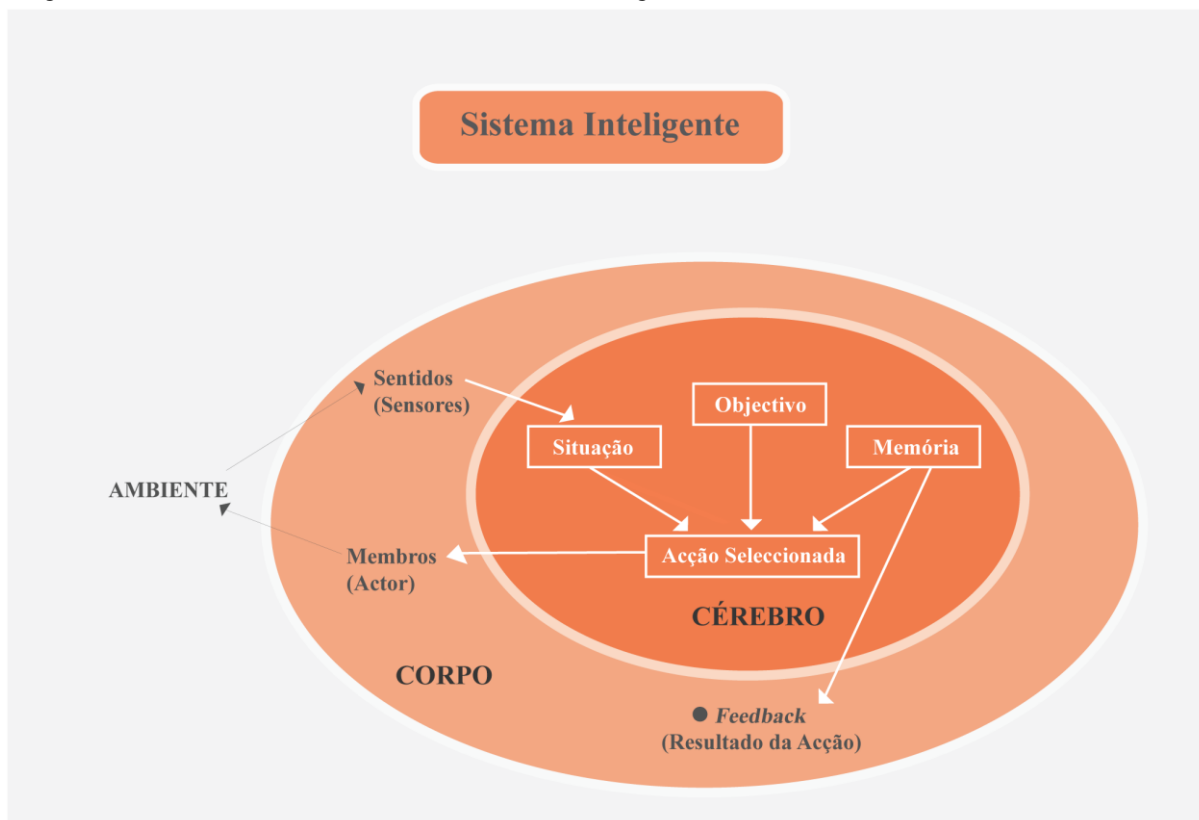
Um Sistema Inteligente [SI] é um sistema complexo que *aprende* durante a sua existência, isto é, interpreta o ambiente envolvente e para cada situação sabe que acções permitem atingir melhor os seus objectivos. Um SI está num processo activo, mesmo quando se encontra em *standby*, pois consome energia e utiliza-a em processos internos, como a optimização de memória.

¹² Emile Aarts é actualmente Vice-Presidente e Director do Programa Científico da Philips Research Laboratories em Eindhoven. Emile Aarts tem sido um investigador activo na área da Ciência da Computação durante quase vinte anos. Em 1998 definiu o conceito de Ambient Intelligence e em 2001 foi um dos fundadores o HomeLab da Philips Electronics. Actualmente tem centrado a sua investigação em Sistemas Incorporados e Tecnologias da Interação.

¹³ Boris de Ruyter é um cientista que desde 1994 trabalha na Philips Research Laboratories em Eindhoven e a partir de 1999 coordena a equipa de investigação em termos de desenvolvimento de projectos, prototipagem e testes dos interfaces em contextos com a electrónica de consumo, a saúde ou em aplicações de iluminação.

Um SI tem um objectivo principal e objectivos secundários e verifica se a última acção foi executada com sucesso e se o resultado se aproximou do objectivo predefinido. De forma a atingir o objectivo previsto o SI deve seleccionar cada resposta. Este processo de selecção analisa respostas que em situações semelhantes tenham resultado positivamente. O SI tem a capacidade de aprendizagem, uma vez que a mesma resposta pode funcionar umas vezes e outras não, tendo que *lembrar-se* em que situações a resposta foi favorável e armazenando todas as informações referentes às situações, às respostas e aos resultados.

Diagrama 2 - Estrutura de funcionamento do Sistema Inteligente



Fonte: Ana Maria Moutinho, 2010

Como podemos observar no diagrama 2, um SI tem por base a relação entre estímulo e resposta. Os estímulos são a soma das comunicações detectadas através dos sentidos (sensores). Este processo inicia-se com a obtenção de informação através dos sensores e de seguida, o cérebro (a parte física do SI onde a mente funciona) extrai a informação e representa-a numa situação do presente momento¹⁴. O SI selecciona uma resposta apropriada para cada situação específica. No processo de selecção da resposta, o sistema identifica a resposta que entende ser mais eficaz para atingir o objectivo definido. Por último, a acção que faz parte da resposta é realizada e altera a situação presente para uma situação futura, fazendo com que seja analisada uma nova situação e este processo se reinicie.

¹⁴ Uma situação é construída com base numa série de conceitos que um SI define no momento em que recebe informações do ambiente através dos sentidos (sensores). Uma situação consiste na representação que o SI faz do ambiente envolvente.

Um SI pode ser caracterizado através de um conjunto de elementos e processos, como a definição de **objectivos**, os sentidos (*input* - recepção de informação através dos **sensores**) e os processos de definição de **conceitos**, de *standby* e de **Feedback Loop**.

Todos os Sistemas Inteligentes são construídos com um **objectivo principal**. Contudo, o SI pode ter a capacidade de criar e usar objectivos secundários que são menos importantes. No entanto, durante o processo de atingir estes objectivos secundários o SI aproxima-se do seu objectivo principal.

O SI recebe informação do ambiente envolvente através dos **sensores**, sendo importante ter em consideração que apenas recebe informações sobre luz, som e forma, não podendo reconhecer o próprio objecto. Por exemplo uma câmara de filmar pode receber um certo tipo de banda de radiação electromagnética, mas não identifica por si só o objecto ou situação que está a filmar.

O sistema armazena estas impressões sensoriais como **conceitos** elementares (forma material de armazenar informações). Em simultâneo cria novos conceitos e estabelece relações entre eles. Com toda a informação expressa em conceitos, o sistema constrói a situação do presente momento.

O conceito num SI é o elemento básico do processo, o qual inclui o armazenamento físico e material de informação. Um SI cria conceitos com base nas informações que recebe do ambiente envolvente, nomeadamente de coisas presentes no ambiente, nas suas relações, no seu movimento, nas mudanças e nas alterações no relacionamento entre diferentes elementos (coisas). O tipo de conceito pode ser elementar ou composto.

O SI utiliza conceitos elementares de forma a construir conceitos de alto nível, denominados conceitos compostos. O processo mental utiliza tanto os conceitos elementares como os conceitos compostos. Todos os conceitos na memória estão inter-relacionados de forma a criar uma rede.

Nos Sistemas Inteligentes, os conceitos têm rótulos, um tipo geral e os seus conteúdos. O SI utiliza o rótulo para se referir a um conceito num processo mental. Num SI um conceito é um número que pode estar relacionado com um endereço de memória onde o conceito está armazenado ou ser o próprio conceito. Cada vez que o SI passa por uma experiência que mostra algo novo sobre o ambiente, o *cérebro* cria um novo conceito ou expande o correspondente, já existente.

Com a informação recebida, o SI formula conceitos e constrói a situação presente que corresponde ao ambiente envolvente.

Um Sistema Inteligente está num processo contínuo de armazenamento das situações presentes e das acções que foram executadas como resposta. Quando o sistema se encontra em *standby*, revê as respostas armazenadas e desenvolve generalizações. Faz abstracções de conceitos e cria respostas correspondentes. Algumas respostas concretas podem ser repetidas e aplicadas em situações semelhantes no futuro. À medida que a memória fica cheia, os conceitos e respostas menos usados vão desaparecendo da memória. O cérebro retém apenas informação abstracta e composta (conceitos que não são elementares) e esquece todos os detalhes da informação concreta.

Segundo Joshua Noble o sistema apenas funciona de acordo com a definição de *Feedback Loop*, i. e. o processo de comunicação que o sistema estabelece consigo próprio (o próprio sistema) e que permite identificar qualquer anomalia interna ou externa (Noble, 2009: 5). Sem o *Feedback Loop* os sistemas não se conseguem regular, ou melhor auto-regular.

O *Feedback Loop* é um mecanismo muito importante que incrementa o valor de algumas respostas e decrementa o valor de outras respostas que se encontram armazenadas na memória. Este processo de escalonamento da importância de cada resposta corresponde ao nível de sucesso ou de insucesso de cada resposta utilizada em situações anteriores.

1.4. A Inteligência Ambiente centrada no Utilizador/Sociedade

A Inteligência Ambiente, centra-se nas necessidades do ser-humano e visa o desenvolvimento de inovações digitais com o objectivo de melhorar o quotidiano das pessoas.

Emile Aarts e Boris de Ruyter (Aarts; Ruyter, 2009: 8) estabeleceram um conjunto de características que fazem a distinção entre um Sistema Inteligente e a Inteligência Social.

As características de um Sistema Inteligente (Consciente do contexto, Personalizado, Adaptivo e Antecipativo) facilitam a comunicação entre os utilizadores e os Ambientes Inteligentes, pois fornecem meios para os utilizadores interagirem e controlarem estes ambientes. Este processo inclui não só a Inteligência Ambiente, como também a Inteligência Social, onde o social significa que é conforme as convenções sociais.

Relativamente à Inteligência Social nos Ambientes Inteligentes são geralmente considerados três elementos essenciais: socialização, empatia e consciência. Existem no entanto alguns aspectos que devem ser tidos em consideração, tais como a sobrecarga de informação e a violação da privacidade, os quais podem conduzir a uma quebra de confiança por parte do utilizador, colocando diferentes desafios na relação entre Ética e Inteligência Ambiente.

É o inter-relacionamento destas formas de Inteligência, que permite a um sistema inteligente ser socializável, composto por um conhecimento de senso comum, criando uma aproximação maior com o utilizador.

1.4.1 Experiências Sensoriais

De maneira a compreender de que forma as pessoas processam a interacção em contextos de Ambientes Interactivos, importa perceber a interacção entre o cérebro humano e o seu ambiente. Para tal, é necessário investigar as funções do cérebro, incluindo a percepção, pensamento, emoção, aprendizagem, atenção, memória, planeamento, descoberta e criatividade (Bucks; Boucsein, 2000), envolvendo processos como processamento de informação pelo cérebro humano, simulação de aprendizagem e mecanismos de raciocínio, armazenamento de memória e processos de recordação/lembrança. Perceber as emoções é

essencial para a criação e ou recriação de experiências. A questão central é a medição do estado emocional do utilizador de uma forma confiável e como usar este conhecimento para reforçar a interacção entre Ambientes Interactivos. Capturar, influenciar e gerar emoções é um novo campo de investigação, geralmente denominado *Affective Computing*¹⁵. A emoção é fundamental à experiência humana, à cognição, à percepção e a tarefas do quotidiano como a aprendizagem ou a comunicação.

1.4.2 A Atenção do Utilizador

Mark Weiser introduziu o conceito *Calm Technology* que descreve o relacionamento entre o *background* computacional e a concentração do utilizador (Weiser; Brown, 1996), encorajando-o a ver a sua envolvente com a atenção periférica, mas deslocando a atenção central, apenas quando necessário. Na verdade, a concentração do utilizador está intimamente ligada a diferentes tipos de atenção periférica, que é uma capacidade natural do ser humano. A atenção periférica está directamente relacionada com os sentidos periféricos, tais como a audição periférica, o olfacto periférico, a visão periférica¹⁶, ou seja, estímulos que possam chamar a atenção do utilizador, mas que não são o foco da sua atenção.

Na Inteligência Ambiente o interface entre o utilizador e o espaço pode ser definido como sendo o *display* ambiente que é um conceito mais amplo que a tradicional *Graphical User-Interface* [GUI]¹⁷ pois pode transformar o ambiente tangível no próprio interface de informação digital. Os interfaces ambientais apresentam informação digital, através de subtis alterações no ambiente físico do utilizador, ao nível da forma, luz, som e movimento. A atenção periférica é a capacidade que permite ao ser humano perceber em simultâneo as diferentes informações que são apresentadas no ambiente (luz, cor, forma, cheiro, ruído), pois apesar de estar concentrado em alguns factores, todos os outros são tidos em consideração e acabam por influenciar a percepção do espaço.

Contudo, é difícil determinar os limites da atenção periférica do utilizador e a sua consciência dos *displays* periféricos, pois varia consoante as capacidades cognitivas de cada indivíduo.

A natureza é repleta de subtis e expressivos *displays* ambientes, que se podem relacionar com cada um dos nossos sentidos: o som da chuva ou uma corrente de ar quente a passar pelo rosto, que nos faz ter consciência das condições meteorológicas mesmo quando estamos a executar outras actividades. De forma semelhante estamos conscientes das actividades dos nossos vizinhos, através de sons de passagens ou sombras, que a nossa

¹⁵ *Affective Computing* é um campo interdisciplinar de expansão da computação de serviços, Psicologia e Ciências Cognitivas

¹⁶ Visão Periférica é a propriedade da visão de perceber o que está fora do foco principal de visão.

¹⁷ *Graphical User-Interface* é um tipo de interface que permite o utilizador interagir com dispositivos digitais através de elementos gráficos como ícones e outros indicadores visuais. A interacção é feita geralmente através de um rato ou um teclado, com os quais o utilizador é capaz de seleccionar símbolos e manipulá-los de forma a obter algum resultado prático.

atenção periférica vai capturando. Exemplos como uma porta aberta ou uma luz num escritório ajudam-nos a compreender inconscientemente a actividade de outras pessoas.

Há menos de uma década, os interfaces de computação ignoravam as manifestações circundantes e concentravam grandes actividades de informação numa *janela*. Actualmente, em alguns contextos, a informação continua a ser apresentada em ecrãs planos que estão no centro da concentração do utilizador. As interacções entre as pessoas e a informação digital estão praticamente limitadas ao convencional GUI, composto por um teclado, monitor e rato.

Nos *display* ambientes, em vez de várias fontes de informação competitivas pela mesma quantidade de ecrã, a informação é movida para fora do ecrã directamente para o ambiente envolvente, manifestando-se em subtis mudanças na forma, movimento, som, cheiro, temperatura ou luz. Um *display* ambiente pretende manter os utilizadores conscientes das alterações que ocorrem na envolvente.

Este conceito de *display* ambiente implica a introdução de um novo conceito, também essencial para este trabalho, o de Superfície Interactiva, desenvolvido no capítulo 5.1. Qualquer superfície que tenha electrónica incorporada, pode ser transformada numa Superfície Interactiva, mas só se tornando operacional, quando dotada dos recursos referidos no capítulo 4.3. deste trabalho.

2. Interactividade

2.1. Definição de Interactividade

Como afirma Usman Haque¹⁸ (Haque, 2006, Agosto: 1)., a palavra Interactividade é encontrada em toda parte, mas é necessário ter cuidado quanto à sua utilização. A interactividade e *high-tech* não são palavras equivalentes, embora os avanços tecnológicos tornem mais fácil alguns aspectos da interactividade. A interactividade diz respeito à transmissão de informação entre dois sistemas, seja entre duas pessoas, entre uma pessoa (utilizador) e um sistema (máquina), entre dois sistemas (máquinas) entre um sistema (máquina) e o ambiente envolvente ou entre uma pessoa e o ambiente envolvente.

Segundo Usman Haque a transmissão deverá ser circular (dialógica), caso contrário não haverá interactividade, mas apenas reactividade (Haque, 2006: 1).

Usman Haque refere a importância da Teoria da Conversação¹⁹ (*Conversation Theory*) desenvolvida por Gordon Pask²⁰, como orientador no desenvolvimento de sistemas de interacção entre humanos, máquina ou ambientes e na construção de ambientes interactivos complexos e dinâmicos no sentido mais pleno destas palavras. Nestes sistemas, pode haver um dispositivo ambiental (sensor) que monitoriza um espaço e é capaz de alterá-lo. Igualmente em vez de apenas executar o que lhe é pedido, o sistema pode também dar sugestões sobre as necessidades do utilizador.

Segundo Chris Crawford²¹ a Interactividade pode ser definida como sendo a troca de informação entre dois ou mais participantes activos. Este autor descreve a Interactividade como “um processo interactivo de ouvir, pensar e falar entre dois ou mais intervenientes” (Crawford, 2002). Geralmente quando se fala em Interactividade e Programação, isso significa que um dos elementos no processo interactivo é um sistema computacional. É este sistema computacional, que controla o interface que assegura a obtenção de algo por parte do utilizador. A pessoa para quem o computador ou sistema mecânico foi proposto denomina-se utilizador. Um sistema pode assumir os mais diversos aspectos: um jogo, um menu, um conjunto de sensores ou simplesmente um sistema de luzes conectadas (Noble, 2009: 5).

¹⁸ Usman Haque é o director da Haque Design + Research Ltd; tem desenvolvido projectos no âmbito dos ambientes responsivos, instalações interactivas, interfaces digitais e performances com participação de multidões. (Site oficial: <http://www.haque.co.uk>. Acedido a 29 de Outubro de 2009.)

¹⁹ A Teoria da Conversação é uma proposta cibernética que oferece um modelo para a “construção de conhecimento”, entre domínios de conversação que interagem e cooperam através de processos comunicacionais.

²⁰ Gordon Pask (1928-1996) é uma das figuras mais importantes no campo da cibernética. Pask durante as décadas de 1960 e 1970, desenvolveu inovadoras abordagens e teorias aplicáveis a vários domínios (Ciências Sociais e Naturais, Humanidades e Artes).

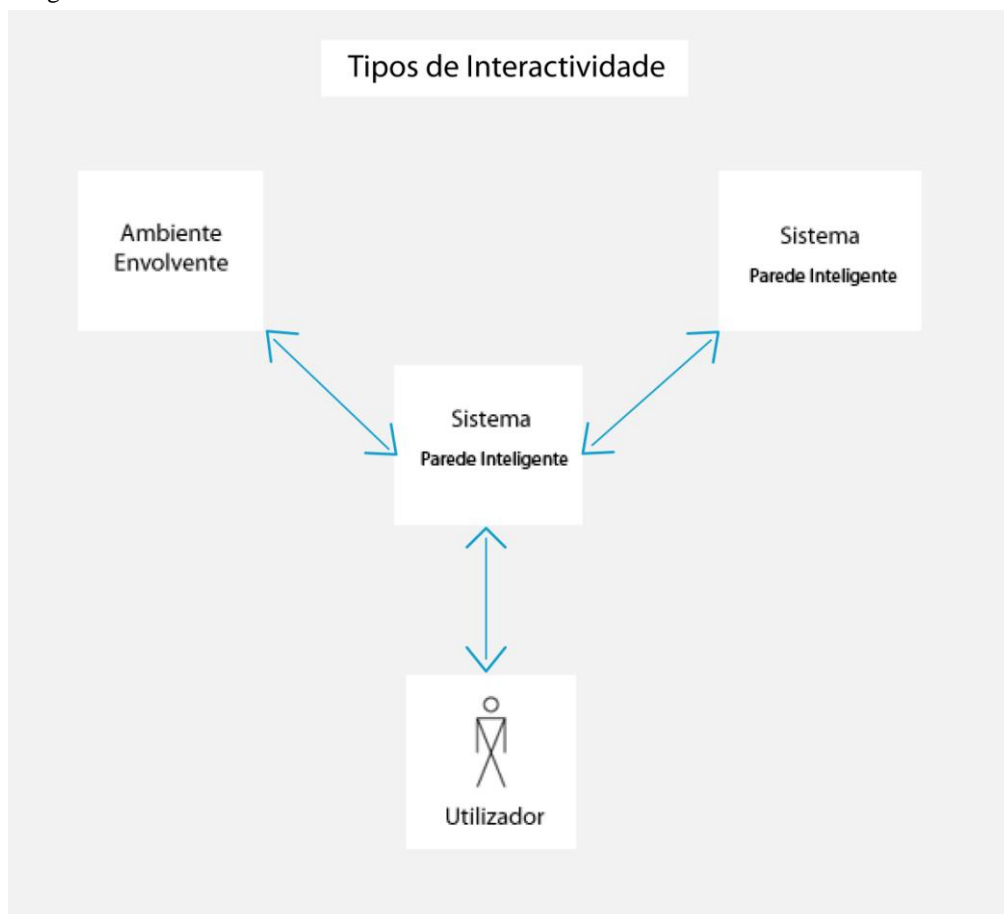
²¹ Chris Crawford é um designer de jogos de computador e importante escritor norte americano. Crawford desenvolveu vários jogos importantes na década de 1980, é fundador do *The Journal of Computer Game Design* e organizador da Conferência Computer Game Developers.

2.2. Tipos de Interactividade

Este trabalho centra-se apenas na interactividade entre o utilizador e o sistema, entre dois sistemas e entre o sistema e o ambiente envolvente., tal como ilustrado no diagrama 3.

Este processo de comunicação pressupõe que um dos intervenientes comunique algo ao outro e este responda de acordo, permitindo novas acções.

Diagrama 3



Fonte: Ana Maria Moutinho, 2010

Utilizador – Sistema (PI)

Este estudo centra-se particularmente neste tipo de interacção, em que o utilizador activo tem um papel determinante neste processo e é quem estabelece o diálogo/comunicação com o sistema.

O utilizador activo pode controlar e interagir directamente com o sistema, quer seja através do toque, da identificação gestual, facial, da voz, do cheiro, impressões digitais, movimento intencional, gestos (é um modelo de interacção que facilmente é associado a sinais ou escrita), reconhecimento de discurso e de discurso emocional.

Sistema (PI) – Sistema (PI)

É um tipo de interacção importante para o funcionamento dos sistemas (Paredes Inteligentes). Sistemas distintos e distantes podem trocar informações e adaptarem-se a novas circunstâncias. Este tipo de interactividade pode dar-se através de protocolos *bluetooth*, Infra-Vermelhos ou *Wi-Fi*. Este tipo de interactividade pode ser útil para a manipulação de sistemas de forma remota.

Sistema (PI) – Ambiente Envolve

Por ambiente envolvente entende-se, não só a questão espacial/estrutural, como referido anteriormente (aliado ao conceito de Inteligência Ambiente), mas toda a envolvente de um sistema, desde os elementos atmosféricos, utilizadores passivos, a fauna, a flora e tudo aquilo que define o enquadramento espacial em que os seres humanos são envolvidos.

O sistema identifica todo o tipo de mudanças que possam surgir e ser identificados no ambiente envolvente e cria acções de resposta de diferentes formas. Por exemplo o Sistema das Paredes Inteligentes identifica uma temperatura ambiente muito elevada e imediatamente acciona o ar condicionado para arrefecer o espaço. Esta situação exemplifica um processo de comunicação entre o sistema e o ambiente envolvente, em que ambos comunicam e se modificam.

O utilizador passivo pode ser definido por um actor que deambula num espaço, sem qualquer intervenção intencional podendo interagir ou não com outros utilizadores. Este deambular emite algumas informações do utilizador, entre as quais o seu peso, o movimento que executa (pode reflectir calma ou agitação), o cheiro, a altura, a estatura, as cores da roupa ou proximidade.

Alguns exemplos de informação que o sistema pode receber do ambiente são: calor, movimento, pressão, hora, os níveis sonoros, a luminosidade, a quantidade de humidade, as características de diferentes tipos de gás na atmosfera.

Um espaço que se regenera automaticamente, permite inclusive ser controlado através de recursos remotos ou alterar-se com base no número de pessoas nele presentes em simultâneo.

3. Ambientes Construídos

3.1. Contextualização da Arquitectura Interactiva

A arquitectura foi sempre vista como uma sólida realidade no que diz respeito às suas características essenciais, como a geometria, o conceito, os materiais e a funcionalidade. No entanto, a arquitectura sofreu, em particular desde o início do século XX, mudanças conceptuais da maior relevância, relativamente à sua relação com os utilizadores. Este facto deve-se aos grandes avanços tecnológicos, que constantemente foram aplicados nas diferentes áreas de intervenção da arquitectura.

A partir da década de 1960, a teoria da arquitectura deixou de ser essencialmente tratada nos seus aspectos formais anteriormente referidos, para passar a ser um campo aberto e interdisciplinar.

Cedric Price²² foi um dos arquitectos que começou a “explorar o impacto das tecnologias da informação em formas indeterminadas de arquitectura onde os elementos *invisíveis* (tecnologia incorporada) eram tão importantes quanto os aspectos formais” (Ribeiro; Pratschke, 2005). A arquitectura de Price ilustra uma forte influência da cibernética, sobretudo da emblemática figura de Gordon Pask. Price idealizava uma “Arquitectura Inteligente, capaz de responder a estímulos, capaz de dialogar com os utilizadores” (Ribeiro; Pratschke, 2005). Segundo Peter Murray²³, citado por Price “desde o Fun Palace, a arquitectura de Price possuía a capacidade de responder, ou seja, poderia reagir formalmente ou mecanicamente a um dado estímulo (um exemplo de uma conceptualização estímulo-resposta)” (Price, 2003: 15). John Frazer²⁴ foi pioneiro no desenvolvimento de tecnologias computacionais, ligadas à Arquitectura, Urbanismo e Design, desenvolveu as ideias de Price no sentido em que a arquitectura deveria ser “a living, evolving thing” (Frazer, 1995).

Mais recentemente a arquitectura começou a ser pensada e associada a novos conceitos, como a hipersensibilidade, mutabilidade, geometrias variáveis e conseqüentemente novas potencialidades. Estes conceitos têm sido desenvolvidos e explorados no âmbito de uma promissora área de investigação de estudo e de aplicação denominada Arquitectura Interactiva.

Segundo Michael Fox²⁵, (Fox; Kemp, 2009: 13) apenas na década de 1990, a Arquitectura Interactiva começou a ser desenvolvida na prática, à medida que as propostas e

²² Cedric Price (1934-2003) foi um dos arquitectos mais importantes no Reino Unido durante a segunda metade do século XX.

²³ Murray, P. (2003). A Philosophy of enabling. p. 15. in Price, C. (2003) The square book. Chichester, UK:Wiley-Academy.

²⁴ John Frazer é um arquitecto e escritor britânico. Pioneiro em tecnologias computacionais aplicadas na Arquitectura, Urbanismo e Design.

²⁵ Michael Fox é fundador e director da Fox Lin Inc. (atelier de arquitectura multidisciplinar, design e consultadoria). Em 1998 fundou o Kinetic Design Group no MIT (grupo de investigação na área da Arquitectura Interactiva) e coordenou o

os conceitos atrás referidos começaram a ser viáveis tanto ao nível tecnológico como económico.

3.2. Arquitectura Interactiva

A Arquitectura Interactiva não é simplesmente reactiva ou adaptável a mudanças circunstanciais. Pelo contrário, é baseada no conceito de comunicação bidireccional²⁶, a qual requer duas partes activas. Naturalmente a comunicação entre duas pessoas é interactiva, ambos ouvem (*input*), pensam (*process*) e falam (*output*). A Arquitectura Interactiva é principalmente a comunicação entre os diferentes componentes de um edifício e a comunicação entre pessoas e os componentes do mesmo edifício (Bullivant, 2007: 49).

A Arquitectura Interactiva é, na sua base, diferente da arquitectura tradicional porque os objectos da Arquitectura Interactiva são dotados de comportamentos, aparências e formas de maneira a criar um espaço reactivo ou interactivo. Criar objectos arquitecturais significa fazer o design das suas características espaciais e comportamentos, de maneira a abrir um leque de possibilidades de interacção com o seu utilizador.

Segundo Michael Fox (2009), a Arquitectura Interactiva implica um envolvimento simultâneo entre a Cinética e a Computação Incorporada. A combinação da Cinética²⁷ com os Sistemas de Computação permite criar ambientes que podem ser reconfigurados – respostas físicas autónomas, reacção, adaptabilidade e interactividade (Fox; Kemp, 2009: 52). Um ambiente cinético sem computação é como um corpo sem cérebro: incapaz de movimento. Segundo Guy Nordenson²⁸, a computação processa a informação, de forma a poder controlar o comportamento do movimento (Davidson, 1995). A Computação Incorporada, no contexto da Arquitectura Interactiva, é um sistema que é literalmente incorporado num edifício e que tem a capacidade de reunir informação, processá-la e usá-la de forma a controlar o comportamento do estado físico da arquitectura. A Computação Incorporada tem por base a combinação entre sensores (reúnem a informação) e processadores (Computação Lógica que interpreta), conseguindo desta forma receber as informações de alterações no espaço e controlar a resposta a essas alterações (Fox; Kemp, 2009: 58).

Artistas e arquitectos como Usman Haque, Daan Roosegaarde, David Benjamin, Soo-in Yang, Jason Bruges, Zena Bruges e Kas Oosterhuis, têm explorado o potencial da Arquitectura Interactiva e Transformativa e são na verdade inspiradores para todos aqueles que procuram alargar os limites da relação entre a Arte, a Arquitectura e a Ciência da

grupo durante três anos. Em 2001 fundou o Odesco (Ocean Design Collaborative) em Venice California e desde então tem centrado a sua prática de ensino e de investigação na Arquitectura Interactiva.

²⁶ Bidireccional é a comunicação em duas direcções, isto é, entre dois actores que comunicam. Os actores podem ser tanto humanos como sistemas computacionais.

²⁷ Cinética significa “parte da mecânica que estuda o movimento dos corpos, teoria do movimento” (Dicionário Contemporâneo da Academia das Ciências de Lisboa, 2001 ,p.819, vol I)

²⁸ Guy Nordenson é professor nos departamentos de Engenharia de Estruturas e Arquitectura na Princeton University. Tem participado em várias obras importantes, como o Museu de Arte Moderna em Nova York, a Igreja Dio Padre Misericordioso em Roma e o Simmons Residence Hall no MIT, Massachusetts.

Computação. Veremos no capítulo 5.5 como alguns dos conceitos apresentados podem ser ilustrados com exemplos e que no momento actual (início do século XXI) têm origem na criação artística.

Usman Haque (Haque, 2006) define a Arquitectura Interactiva como um sistema de interacção circular, porque de outra forma é apenas reacção e não interacção. Um verdadeiro sistema interactivo é um sistema de *loop* múltiplo, com transformações construtivas da informação.

Compreende-se agora melhor Marcos Novak quando este afirma, que a Arquitectura Interactiva deve ser activa e adaptável, mas a um nível diferente das *Smart Rooms*, fazendo por esta razão uma distinção entre Inteligência Activa, Inteligência Interactiva e Inteligência *Transactiva* (Ludovico, 2001).

A Inteligência Activa implica um estatuto de comportamento autónomo, a Inteligência Interactiva implica Inteligência Activa que responde directamente ao utilizador e a Inteligência *Transactiva* implica inteligência que não só interage, mas que vai para além da acção e transforma tanto o utilizador como a si própria. Desta maneira a verdadeira Arquitectura Inteligente teria que envolver diferentes personalidades que não só iriam comportar-se de maneira diferente em resposta a um comportamento do utilizador, mas também iriam mudar e empenhar-se em transformar o utilizador.

A adaptabilidade é uma capacidade importante num sistema edificado, pois refere-se à capacidade do espaço ser flexível o suficiente, para se acomodar a novas exigências. A adaptabilidade referente a alguns edifícios construídos consiste na capacidade de uma estrutura mudar a sua geometria para acomodar um certo tipo de actividade. O espaço adaptável é frequentemente associado a questões de optimização, que neste contexto é o acto de fazer algo funcional ou eficiente e de se adaptar às intenções do utilizador.

4. Recursos de Comunicação e Interactividade

4.1. Sensores, Sinais e Sistemas

Um dos objectivos da Inteligência Ambiente é interpretar a actividade humana percebida por uma variedade de sensores. Este capítulo pretende fazer uma abordagem a alguns tipos de sensores, verificar as suas potencialidades e analisar de que forma os sensores podem servir como contributo para o desenvolvimento de novas aplicações inseridas em Ambientes Inteligentes.

Nas últimas décadas a tecnologia dos sensores tem tido um rápido desenvolvimento, sendo que a sua sensibilidade aumentou, em simultâneo com a diminuição das suas dimensões e custos. A invenção dos microprocessadores permitiu o desenvolvimento de instrumentos sofisticados progressivamente mais fáceis de introduzir no quotidiano do ser-humano. Os microprocessadores são dispositivos digitais que manipulam códigos binários, geralmente representados por sinais eléctricos. Os sensores são os dispositivos entre o espaço físico (os vários valores físicos) e os circuitos electrónicos que apenas *percebem* a linguagem dos movimentos das descargas eléctricas.

Um sensor é normalmente definido como um dispositivo que recebe e responde a uma sinal ou estímulo. O termo estímulo significa a quantidade, propriedade, ou a condição na qual algum efeito é *sentido* e convertido em sinais eléctricos. O objectivo de um sensor é responder a um tipo de *input* físico (estímulo) e convertê-lo num sinal compatível com um circuito electrónico.

O termo sensor deve ser distinguido de transdutor. Um transdutor é um conversor de um tipo de energia para outra, enquanto que o sensor converte qualquer tipo de energia em energia eléctrica. Transdutores podem ser utilizados como actuadores em vários sistemas. Um actuador pode ser descrito como o oposto a um sensor, pois converte geralmente sinais eléctricos para energia não eléctrica, (um motor eléctrico é um actuador, pois converte energia eléctrica em acção mecânica). Muitos sensores incorporam pelo menos um sensor do tipo-directo e alguns transdutores. Os sensores directos são aqueles que empregam efeitos físicos que fazem uma conversão directa da energia num sinal eléctrico gerado ou modificado (exemplo deste efeito físico é o efeito *Seebeck*²⁹).

Em resumo existem dois tipos de sensores: directos e complexos. Um sensor directo converte um estímulo, em sinal eléctrico ou modifica um sinal eléctrico através de um efeito

²⁹ Do nome do cientista Thomas Johan Seebeck (1770-1831), que contribuiu para a descoberta da termoelectricidade. O efeito *Seebeck* historicamente foi o primeiro efeito termoeléctrico observado e consiste na produção de uma diferença de potencial (tensão eléctrica) entre duas junções condutoras (ou semicondutoras) de materiais diferentes quando estão a diferentes temperaturas (força electromotriz térmica). Acedido a 23 de Outubro de 2003 em <http://www.ucs.br/ccet/demc/vjbrusam/inst/temp1.pdf> Sensores de Temperatura – Universidade de Caxias do Sul Centro de Ciências Exactas e Tecnologia, Elaine Grisa, Evandro Suzin, Rafael Feier.

físico apropriado, por outro lado, um sensor complexo necessita de um ou mais transdutores de energia antes do sensor directo ser empregue para gerar uma resposta eléctrica. Um sensor não funciona sozinho, é sempre parte integrante de um vasto sistema que pode incorporar muitos outros detectores, condicionadores de sinal, processadores de sinal, dispositivos de memória, gravadores de dados e actuadores.

Todos os sensores podem ser catalogados segundo dois tipos: activos ou passivos. Um sensor passivo não necessita de uma fonte de energia adicional pois directamente gera um sinal eléctrico em resposta a um estímulo externo (ex: *thermocouple*, um fotodíodo ou um sensor piezoeléctrico). A maioria dos sensores passivos são sensores directos. Um sensor activo necessita de uma fonte de energia exterior para operar, denominada sinal de *excitação*. Este sinal é modificado pelo sensor para produzir um sinal de saída (ex: um termístor é sensível à temperatura, mas não gera qualquer sinal eléctrico, quando a corrente eléctrica percorre o sensor, a sua resistência pode ser medida e detectada através de variações na corrente e/ou a voltagem passada no termístor). Estas variações (representadas pela unidade ohm) dizem respeito à temperatura e são determinadas através de uma função matemática.

Os sensores são componentes ou circuitos electrónicos que permitem a análise de uma determinada condição do ambiente. Inclusive, é também possível dividir os sensores segundo duas categorias: sensores analógicos e sensores digitais. Essa divisão é feita de acordo com a forma à qual o componente responde à variação da condição.

Os sensores analógicos são os dispositivos mais comuns e baseiam-se em sinais analógicos, isto é, sinais que estão limitados entre dois valores de tensão, podendo assumir infinitos valores intermédios. Por outro lado, os sensores digitais baseiam-se em níveis de tensão bem definidos. Tais níveis de tensão podem ser descritos como Alto (*High*) ou Baixo (*Low*), ou simplesmente “1” e “0” respectivamente. Ou seja, estes sensores utilizam lógica binária, que é a base do funcionamento dos sistemas digitais.

No apêndice I apresenta-se o quadro 1, no qual é catalogada a maioria dos sensores actualmente existentes. Nesse quadro, identificam-se sensores de ocupação e detecção de movimento, sensores de velocidade a aceleração, sensores de radiação, de temperatura, de calor, sensores de orientação e sensores de distância. São ainda apresentados sensores de força/esforço e sensores tácteis, de pressão, acústicos, de humidade e de luz. Nas diferentes categorias, apresentam-se a sua principal característica, assim como as suas aplicações mais comuns.

4.2. Microcontroladores

Os microcontroladores encontram-se inseridos em quase todos os equipamentos do dia-a-dia. Os microcontroladores têm-se tornado cada vez mais acessíveis e fáceis de programar, o que faz com que se tornem mais atraentes como potencial tecnologia a adoptar em aplicações arquitectónicas. Os microcontroladores contêm um processador, uma memória e funções de *input* e de *output*. É semelhante a um computador pessoal, com a diferença que um computador normal é pensado para executar muitos programas e os microcontroladores são pensados para executar um programa isoladamente. Estes pequenos computadores têm ligações a *pins* que permitem o alojamento de informação na memória *Read-Only Memory* [ROM] que é escrita e reescrita directamente no controlador. Os microcontroladores são equipamentos relativamente baratos e de baixo consumo energético. Um microcontrolador permite receber informação dos sensores, controlar motores básicos e enviar informação a outros computadores. Agem como intermediários entre o mundo digital e o mundo físico (O’Sullivan; Igoe, 2004).

Os microcontroladores são originalmente programadas em linguagem *Assembler*, mas muitas outras linguagens de alto nível são também regularmente usadas (BASIC ou C) . As linguagens de programação são seleccionadas consoante o tipo de programa que se pretende desenvolver. O código utilizado tem por base, simples rotinas ou programas que correm nos microcontroladores, interpretam informação e agem em conformidade. A sofisticação de resposta depende da quantidade de informação de entrada e das variáveis codificadas nas rotinas.

4.3. Técnicas e Tecnologias

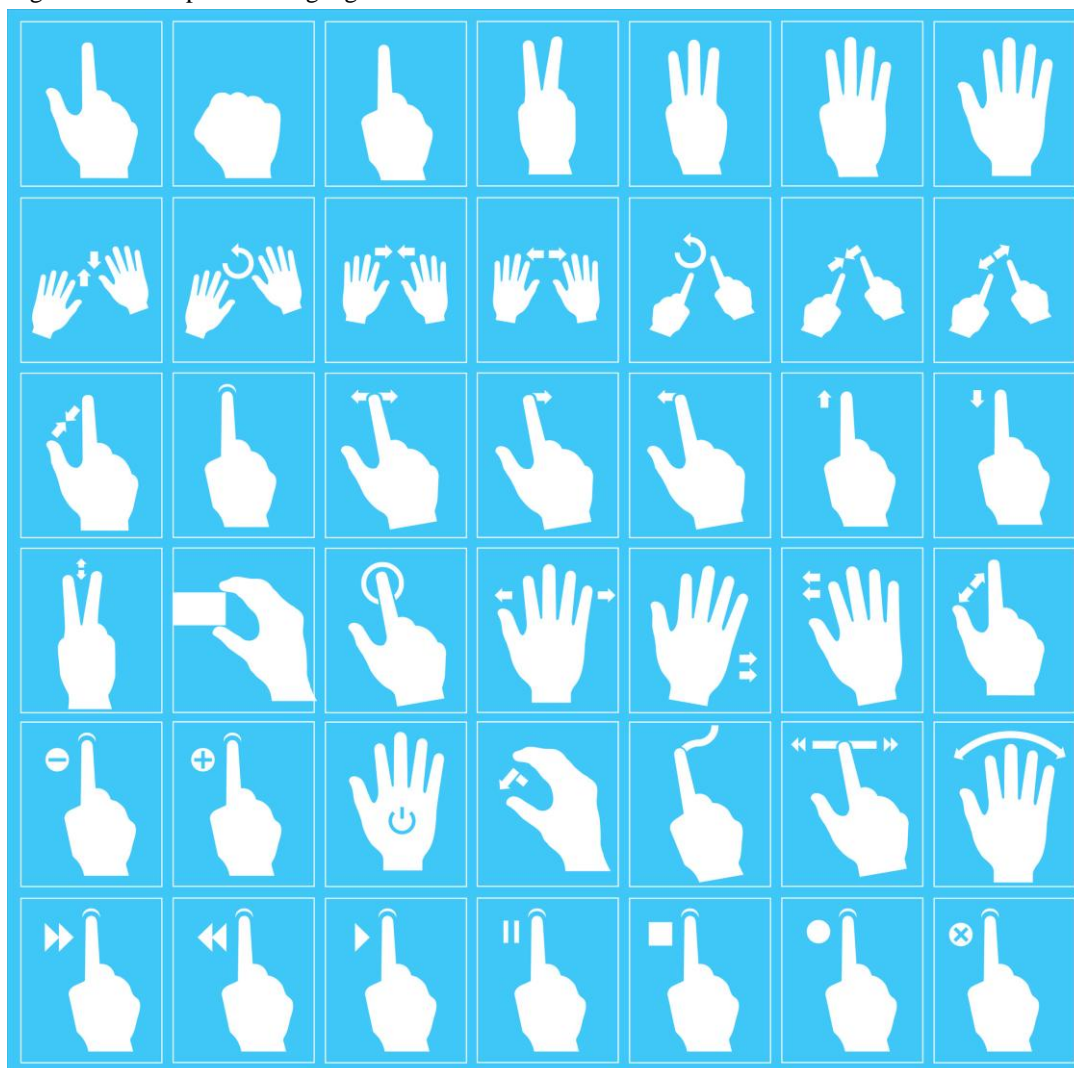
a) Multitoque

Multitoque corresponde a um sistema de interacção ser-humano-computador que consiste numa superfície/ecrã táctil que reconhece múltiplos contactos em simultâneo que são interpretados pelo sistema. Desta forma permite a vários utilizadores interagirem com o mesmo computador. Um ecrã Multitoque permite desenhar, arrastar, aumentar ou diminuir objectos. A figura 1 exemplifica alguns gestos que permitem a utilização dos dedos, que em conjugação com determinados movimentos representam uma acção específica. Da mesma forma que existem várias técnicas para construir um ecrã Multitoque³⁰, existem também inúmeras aplicações e *softwares* a serem desenvolvidos que suportam o Multitoque.

³⁰ Técnicas para construção de um ecrã Multitoque: Frustrated Total Internal Reflection [FTIR]; Diffused Illumination [DI]; Laser Light Plane [LLP]; Diffused Surface Illumination [DSI] ou LED Light Plane [LED-LP], que necessitam de uma câmara e de um projector. Uma vez que estas técnicas recorrem à retro projecção, existe o inconveniente de ter que existir alguma profundidade na parede. Contudo a relação entre a dimensão da projecção e a distância do projector à parede (ecrã) pode ser controlada através de espelhos ou de projectores que ampliam a projecção com curta distância.

Apesar de algumas plataformas Multitoque já estejam a ser comercializadas como o iPhone³¹ ou a Microsoft Surface³², ainda não existe uma linguagem gestual universal. O exemplo seguinte desenvolvido por Ryan Lee é uma tentativa de elaborar a base dessa linguagem.

Figura 1 – Exemplos de Linguagem Gestual - *Gesturecons*



Fonte 1: *Gesturecons*, 2010, *wire-framing* de ícones gestuais desenvolvido por Ryan Lee, <http://gesturecons.com/>.

b) Tracking Visual

O *tracking* visual corresponde ao processo de reconhecimento facial do ser-humano, reconhecimento de partes do corpo (identificação do movimento dos olhos – *tracking* dos olhos) ou da totalidade do corpo.

³¹ iPhone é um *smartphone* desenvolvido pela Apple Inc. Acedido a 25 de Março de 2010 em <http://www.apple.com/iphone>

³² Microsoft Surface é uma mesa Multitoque desenvolvida pela Microsoft Corporation. Acedido a 25 de Março de 2010 em <http://www.microsoft.com/surface>

c) Detecção do Cheiro

O “nariz electrónico” corresponde à combinação de vários sensores com sensibilidades diferentes a famílias de compostos. Estes sensores necessitam de calibração ao ambiente onde se encontram instalados de forma a obterem respostas a factores externos independentes.

d) Detecção de som

O ouvido electrónico corresponde ao reconhecimento de voz, de discurso e de discurso emocional. O reconhecimento de voz processa-se através de um *software* que reconhece algumas palavras ou frases e executa algumas acções com base nesses comandos. Os comandos podem ser uma simples activação de voz, que é como ter a voz como interruptor que activa ou desliga algo. Para um computador, palavras ou comandos são reconhecidos como padrões sonoros e são comparados com um dicionário do computador de padrões, para determinar qual o comando a executar. O reconhecimento de discurso requer um dicionário maior e ferramentas mais evoluídas para determinarem com mais rigor o sinal de entrada. Existem bases de dados que possibilitam a comparação do sinal de entrada com uma das seguintes emoções: raiva, tédio, repugnância, medo, felicidade ou tristeza, através da entoação ou timbre da voz.

e) Detecção de Vibração

A detecção de vibração corresponde à medição de pressão, aceleração, tensão ou força por meio de tecnologias e instrumentação adequada.

f) Detecção de Movimento, Presença ou Localização

A utilização de sistemas e sensores complexos corresponde à possibilidade de detectar o movimento no espaço através do uso de câmaras, microfones, rádios *wireless* ou através de sistemas que articulam diferentes tipos de sensores.

4.4. Multi-modalidade

Um sistema multi-modal de interacção humano-computador é simplesmente o que responde ao *input* de mais de uma modalidade e canal de comunicação. As modalidades de *input* podem ser consideradas de forma a responder aos sentidos humanos: câmaras (visão), sensores hápticos (tacto), microfones (audição), olfacto e o paladar. A palavra *input* é de grande importância, pois na prática a maioria das interacções com o computador usa múltiplas modalidades de *input*.

No contexto da interacção ser humano-máquina, técnicas multimodais podem ser usadas para construir diferentes tipos de interface.

4.5. O Interface

O interface é uma componente importante no processo de comunicação da interacção. Situa-se entre dois intervenientes e pretende facilitar a sua comunicação. Pode ser um ecrã, um painel de controlo, uma Parede Inteligente, ou um simples microfone. O interface é o meio de comunicação entre o utilizador e o sistema. É importante ter um interface expressivo, funcional e atractivo na criação de meios para que a interacção ocorra. A atractividade de um interface é muito importante para tornar a interacção agradável ao utilizador. As cores, o texto, sons, os gráficos são elementos de comunicação e espelham de que forma o utilizador irá pensar o sistema. Neste sentido a parede é vista como um suporte e interface que permite a interacção.

Os interfaces tangíveis construídos com base na presença do utilizador, objecto e ambiente, são a ponte de ligação entre o mundo físico/real e o mundo virtual/digital. O controlo através do toque é o *feedback* háptico³³, que é parte integrante do conceito de interacção. Hiroshi Ishii³⁴ definiu o interface utilizador-computador tangível, que denominou *Tangible User Interface* [TUI] e que veio expandir o já existente *Graphical User-Interface*.

De maneira a fazer a computação verdadeiramente ubíqua e invisível, os TUIs permitem aumentar o mundo físico através da integração da informação digital nos objectos físicos do quotidiano e nos ambientes envolventes do ser-humano.

A actual investigação em *Human Computer Interaction* [HCI] salienta a importância de ter em consideração a informação apresentada em primeiro plano (*foreground*) a qual se sobrepõe à informação indirecta situada no plano de fundo (*background*) o qual é geralmente negligenciado. Relacionado com estes dois níveis de informação deve também ser tido em consideração o facto de que, inconscientemente as pessoas estão constantemente a receber

³³ Háptico, relativo ao toque, próprio para tocar, sensível ao toque; háptico – ciência do toque dedicada a estudar e simular a pressão, a textura, a vibração e outras sensações biológicas relacionadas com o toque.

³⁴ Hiroshi Ishii é Professor no Media Arts and Sciences no MIT Media Lab, onde é responsável pelo Tangible Media group e co-director do consórcio *Things That Think* [TTT]. A investigação de Ishii tem foco no design de interfaces entre seres humanos, informação digital e o ambiente físico.

informação da *periferia*, na qual sempre que qualquer coisa de invulgar é notada, imediatamente é trazida para o centro da atenção.

É importante ter em consideração o design de ambientes com programação que permita a utilizadores pouco experientes e pouco familiarizados com os recursos que têm à sua disposição, criar e modificar um ambiente. Para tal são necessários métodos e ferramentas para editar, interpretar, fazer ligações, executar, renderizar³⁵ aplicações de forma amigável e intuitiva. Nestes casos, as abordagens com maior sucesso junto dos utilizadores-finais utilizam metáforas, pictogramas e ícones orientados e concebidos para cada aplicação específica, com funcionalidades devidamente planeadas.

Ambientes Interactivos para utilizadores-finais devem mostrar um *feedback* imediato das acções programadas, através da visualização 3D, animação ou simulação.

³⁵ Renderizar é o processo pelo qual se pode obter o produto final de um processamento digital.

5. Paredes Inteligentes

5.1. Superfície Interactiva

Chegados a este ponto em que já foram apresentados os conceitos de Inteligência Ambiente, Interactividade, Arquitectura Interactiva, Recursos de Comunicação em contextos de Interactividade, importa agora, centrar a nossa atenção no conceito estruturante deste trabalho que se identifica como Superfície Interactiva no âmbito dos Ambientes Edificados.

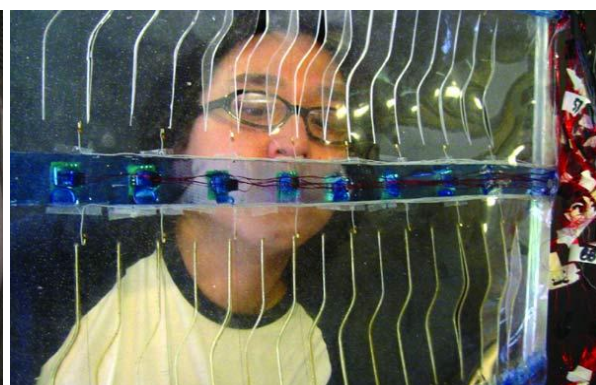
Assim, por Superfície Interactiva entende-se a transformação de uma superfície de qualquer espaço arquitectónico (paredes, tectos, portas, janelas) em interfaces activos entre o mundo físico e o mundo virtual. De certa forma, pode-se agora reflectir sobre o conceito de Superfície Interactiva, quando aplicado ao domínio da arquitectura, no sentido de incorporar nas estruturas arquitectónicas do quotidiano, os recursos de interactividade com base nos quais se podem redefinir os Ambientes Construídos onde vivem os seres humanos.

O projecto *Living Glass* de David Benjamin e Soo-in Yang (ver figuras 2 e 3) consiste numa superfície com sensores incorporados que identificam o movimento humano. Esta superfície é translúcida, transparente e composta por uma malha de tiras flexíveis que contraem quando submetidos a estímulos eléctricos. A contracção das tiras que compõem a superfície abrem fissuras permitindo a circulação de ar. Esta superfície pode estar integrada num espaço que tenha um sistema de controlo dos níveis de dióxido de carbono e sempre que os níveis estiverem muito altos, o espaço pode “respirar” através destas aberturas na superfície.

Figura 2 - *Living Glass*
(após percepção de movimento)



Figura 3 - *Living Glass*



Fonte (2 e 3): Projecto *Living Glass* de David Benjamin e Soo-in Yang, 2007, <http://www.interactivearchitecture.org/the-livingarchitects-david-benjamin-and-soo-in-yang.html>

5.2. Parede Tradicional *versus* Parede Inteligente

No presente trabalho naturalmente que não é possível tratar todas as estruturas arquitectónicas. Vamos apenas reflectir sobre as suas características e sobre a sua possível articulação com o conceito de Superfície Interactiva. Neste contexto vamos centrar a nossa atenção sobre o elemento arquitectónico reconhecido como Parede.

Segundo o Dicionário Contemporâneo da Academia de Ciências de Lisboa (2001: 2755) o conceito de parede é definido como “construção em alvenaria, disposta na vertical, que constitui um dos lados de um edifício ou divide em compartimentos um dado espaço”.

A parede, tal como a conhecemos e identificamos, é um conceito que apesar de algumas diferenças ao nível de materiais, pouco tem vindo a alterar-se no que diz respeito às suas características essenciais e à sua utilização.

O conceito de parede permite explorar um conjunto de conceitos secundários. O conceito de parede pode ser entendida não só no sentido corrente da palavra mas também relacionado com um conjunto de sentidos *evocados, associados, adjacentes*. A partir da ideia de parede convencional é possível fazer algumas analogias com um conjunto de ideias, como obstáculo, barreira, dificuldade, preconceito, artificial, intransponível, contorno, impedimento, intrínseco, clausura, inultrapassável ou palpável.

Uma parede convencional pode ser vista como uma barreira, que impede a comunicação visual num espaço mais alargado que implica ser contornado para poder chegar ao outro lado, pode ser vista também como uma barreira ao som e ao cheiro. A materialidade é uma característica intrínseca ao conceito de parede, mas neste estudo a utilização deste adjectivo é questionado.

A presente dissertação pretende introduzir novos parâmetros no conceito de parede, através do Multitoque, do Multimédia, da Interacção, Sentidos, Reactividade, Computação Pervasiva, Computação Móvel, Computação Ubíqua e Inteligência Computacional.

5.3. O conceito de Parede Inteligente

O conceito de Parede Inteligente visa o desenvolvimento de aplicações interactivas e multimédia que pretendem ampliar as funções das convencionais paredes nos diversos locais arquitectónicos.

Estas aplicações pretendem explorar diversas maneiras de observar até que ponto a pervasividade e ubiquidade pode mudar a relação entre o ser humano e o espaço envolvente.

Este desafio insere-se no contexto dos Ambientes Inteligentes, uma vez que é dotado de Inteligência Artificial e pretende manifestar-se e interagir com o espectador através de múltiplas variantes, entre as quais a ludicidade ou o entretenimento.

As Paredes Inteligentes pretendem ser aplicações introduzidas na estrutura arquitectónica dos edifícios. Apesar de não ser linear a caracterização da interactividade entre

Parede Inteligente/Ser-humano/Ambiente Envolvente é possível distinguir três formas de interactividade.

Interactividade Sistema (PI) – Ambiente Envolvente: Resposta da Parede a um estímulo exterior, sem origem intencional como por exemplo o próprio movimento dos utilizadores, temperatura, hora do dia ou estação do ano.

Interactividade Utilizador – Sistema (PI): Resposta da parede a um estímulo intencional com origem no utilizador, como por exemplo a fala, o tacto, o olhar ou movimento significativo e que tem por objectivo provocar uma reacção por parte da parede.

Interactividade Sistema (PI) – Sistema (PI): os diferentes módulos de Sistemas de Paredes Inteligentes podem comunicar entre si e cruzar dados mesmo à distância.

Consoante o tipo de interacção, as paredes podem responder de diferentes formas. No caso da interactividade **Sistema Parede Inteligente – Ambiente Envolvente** as paredes obtêm informações do espaço envolvente através de sensores nelas embutidos. Estes detectam por exemplo o movimento no espaço, a intensidade sonora, a luminosidade existente, a temperatura ou simplesmente as cores do vestuário dos utilizadores. A manifestação das paredes é neste caso discreta e pode quando devidamente programada, proceder à mudança subtil da cor ambiente, alterar ou provocar iluminação diferenciada, provocar mudança ou mutação dos padrões dos “papéis de parede”, alterar as dimensões físicas do espaço ou qualquer outra manifestação escrita/multimédia que tenha sido pré-definida pelo utilizador para uma situação específica.

O segundo tipo de interactividade **Utilizador – Sistema Parede Inteligente** acontece através do Multitoque ou resulta de outras acções premeditadas por parte do utilizador, assim como detecção de situações em que o utilizador tem intervenção activa. Estamos a referenciar a detecção e reconhecimento facial, emoção vocal, *tracking* de olhos, de cabeça ou do corpo. Consoante a informação recebida pelo sistema, inicia-se um diálogo. O Multitoque pode traduzir-se na execução de um simples desenho nas paredes que pode dar origem a um desenvolvimento artístico/ambiental ou a abertura de *displays* e menus com todas as funções que estes podem desenvolver actualmente.

O terceiro tipo de interactividade entre **dois sistemas de Paredes Inteligentes** pode ser útil para aumentar a fiabilidade de um sistema de segurança por exemplo, onde pode ser emitido por um sistema uma base de dados relativa a um intruso específico e este é imediatamente identificado por outro sistema.

No entanto, é importante para os três tipos de interactividade, que exista um sistema com a capacidade de identificar os sinais passivos e activos dos utilizadores no espaço e que possa reconfigurar-se automaticamente.

5.4. Contextos de Aplicação

No presente trabalho temos em consideração que os ambientes que nos rodeiam podem ser agrupados em Ambientes de Trabalho, Ambientes de Entretenimento, tanto no âmbito público como no privado.

Ambientes de Trabalho

Quando pensamos num ambiente de trabalho, geralmente uma das preocupações é a distribuição dos espaços de forma eficiente, com o objectivo de maximizar a área disponível. Com alguma regularidade, espaços de trabalho como escritórios são reorganizados consoante os fluxos de trabalho ou das equipas formadas. Alguns locais de trabalho, têm um grande fluxo de funcionários durante umas horas específicas e através de um sistema dinâmico é possível libertar espaço com eficiência, durante curtos períodos de tempo. Englobamos nos locais de trabalho uma grande variedade de espaços dedicados às actividades de serviços educacionais, hospitalares, escritórios, ou onde decorre algum tipo de actividade directamente produtiva.

Relativamente ainda aos ambientes de trabalho, a existência de Paredes Inteligentes pode permitir a adaptação dos espaços de forma sistémica, às diferentes funções nele desenvolvidas.

Nos locais de trabalho são igualmente importantes as necessidades de privacidade visual e acústica. Neste contexto, as paredes que se transformam quer seja ao nível das suas propriedades como *Smart Glass*, ou das transformações geométricas na estrutura física podem ser utilizadas neste contexto e alterar os espaços consoante as necessidades dos utilizadores.

Ambientes de Entretenimento

Existe um grande envolvimento na construção de aplicações interactivas voltadas para o entretenimento, que vão desde o simples fornecimento de prazer, ao compromisso social para benefícios educacionais. O contexto de utilização é particularmente amplo cobrindo diferentes funções tais como serviços, instituições e residencias. No espaço público, esculturas, fontes, fachadas de edifícios, já adoptaram a interactividade como sendo uma componente vital que os projectos devem incluir para captar a atenção do público. Os museus por sua vez, progressivamente têm vindo a adoptar a interactividade no que diz respeito a exigências de apresentação e visualização de exposições. A interactividade combinada com a adaptabilidade espacial pode determinar a forma como os visitantes interagem com os meios de visualização.

Ambientes Públicos/Privados

A arquitectura em espaços públicos, tais como centros comerciais, aeroportos, mercados ou restaurantes, pode ter um impacto profundo nas relações sociais e na interacção social. A arquitectura pode ser usada para incluir ou excluir pessoas, para facilitar ou criar sensação de conforto ou de desconforto, dissipar ou concentrar multidões de pessoas. As

paredes como elemento estrutural têm uma importância relevante, pois apenas a sua presença ou ausência pode ter um impacto profundo na maneira como os utilizadores respondem física e psicologicamente ao ambiente que os rodeia e também na forma de comunicarem. Desta forma o desenvolvimento de superfícies e estruturas incorporadas que possam minimizar uma situação desconfortável, ajudar ou despertar um interesse, pode ser uma ferramenta importante na construção dos espaços públicos.

Se em termos de ambiente público, a interactividade tem em consideração um número maior de utilizadores com diferentes propósitos de interacção, no caso dos ambientes privados, importa salientar que os utilizadores podem solicitar do sistema respostas mais elaboradas. Podem também costumizar de certa forma cada ambiente às suas necessidades específicas. Os ambientes privados permitem um maior nível de personalização, segurança, criatividade do utilizador e de privacidade.

5.5. Tipologias de Paredes Inteligentes

Se relacionarmos os conceitos atrás desenvolvidos com os recursos físicos que estão no centro de relações de interactividade e mais especificamente nas relações de interactividade de pessoas com as estruturas arquitectónicas onde circulam, podemos agora fazer referência aos contextos de aplicação (ambiente de trabalho, de entretenimento e ambiente privado) identificar 4 tipos de Paredes Inteligentes, as quais reúnem as preocupações anteriormente desenvolvidas. Podemos assim considerar as Paredes Inteligentes, na sua relação com a geometria do espaço, com o odor, com o som e com o toque.

Os exemplos que são apresentados de seguida cobrem apenas uma parte das potencialidades das Paredes Inteligentes; pensamos em particular, naquilo que actualmente se reconhece, como parede de apoio às tarefas domésticas correntes, as Paredes Inteligentes para suporte de recursos de comunicação, as Paredes *Imateriais*, como as cortinas de hélio e de nevoeiro.

Podem-se também associar ao conceito de Parede Inteligente as estruturas orgânicas, exploradas em particular no projecto *Hylozoic Soil* desenvolvido por Philip Beesley (ver figuras 4 e 5), que faz parte de uma série de trabalhos que o artista tem explorado com materiais e técnicas mais recentes, entre as quais geotêxteis interactivos e reflexivos, membranas responsivas e objectos que actuam em rede. Este projecto utiliza sensores e detectores de proximidade, fios flexíveis, actuadores e vários microprocessadores. Philip Beesley desenvolve ambientes responsivos que reagem à presença humana através de um movimento *orgânico*.

Todos estes tipos de Paredes Inteligentes, estão cada vez mais no centro da atenção da investigação científica que põe ao dispor das pessoas todos os vastos recursos da Ciência da Computação.

Figura 4 - *Hylozoic Soil*



Figura 5 – Pormenor de *Hylozoic Soil*



Fonte (4 e 5): Philip Beesley, *Hylozoic Soil*, MediaLab Enschede, Holanda, 2009
<http://www.philipbeesleyarchitect.com/sculptures/sculptures.html>

a) A Parede Inteligente e a geometria do espaço

Neste caso, se estivermos na presença de Paredes Inteligentes elas podem automaticamente, em função das diferentes leituras que fazem do espaço (luz, cor, movimento, presença) por elas definidas, reajustar superfícies, iluminação, adaptar a climatização, disponibilizar recursos e comunicação. A adaptação dos espaços pressupõe naturalmente estruturas arquitectónicas, capazes de dar sequência aos comandos provenientes das próprias Paredes Inteligentes.

Ainda no contexto das Paredes Inteligentes e da sua relação com a geometria do espaço, deve ser incorporado o conceito de Parede Multi-multifuncional referido por Michael Fox. Segundo este autor o design multifuncional pode ser definido como a capacidade de objectos/elementos arquitecturais poderem partilhar o mesmo espaço físico, mas possibilitar uma pluralidade de utilizações (Fox; Kemp, 2009: 34).

Através de um espaço adaptável, isto é, um espaço composto por elementos flexíveis, com características específicas, módulos é possível explorar de que forma estes elementos num espaço edificado podem fisicamente existir apenas quando necessário e desaparecer ou transformar-se quando já não são funcionalmente precisos. O *Smart Glass* (ver figuras 6 e 7) é um exemplo de um objecto que através das suas características pode existir visualmente ou desaparecer através da transparência de um vidro.

Figura 6 – *Smart Glass*



Figura 7 – *Smart Glass activo*



Fonte (6 e 7): SmartGlass International, *Smart Glass*, <http://www.smartglassinternational.com/>.

A combinação da Computação Incorporada (Inteligência) com a parte física (Cinética) permite ao ambiente ter a capacidade de se reconfigurar, de forma a automatizar as suas mudanças físicas para responder, reagir, adoptar e interagir. Contudo são áreas relativamente recentes que actualmente são objecto de investigação científica. O desenvolvimento da Computação Incorporada e a capacidade de adaptabilidade física no espaço, estão a ser muito influenciadas por outras áreas, incluindo design de interface, materiais, robótica e biomimética.

A artista Ayse Erkmen na sua exposição retrospectiva no Museu Hamburg Bahnhof em Berlim³⁶ utilizou a simulação com o objectivo de questionar o *White Cube*, no seu projecto 9'45" (1999/2008), onde as paredes do espaço expositivo se moviam muito devagar na direcção do visitante ou se afastavam dele.

Outro exemplo importante na mutação e transformação dos espaços é o *Prototype For An Emotive Wall* desenvolvido pelo Hyperbody³⁷ e apresentado pela Festo³⁸ na Hannover Messe³⁹ de 20 a 24 de Abril de 2009 (ver figura 8). *Prototype For An Emotive Wall* é composto por 7 módulos que em tempo real se movimentam para a frente e para trás exibindo diferentes padrões lumínicos e som localizado. A superfície da parede é coberta por um camada de LEDs que reage à presença do participante.

³⁶ Ayse Erkmen – *Wegfahrten*, de 13 de Setembro de 2008 a 25 de Janeiro de 2009.

³⁷ Hyperbody é um grupo de investigação da Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Delft (Technische Universiteit Delft) dirigido pelo Professor Kas Oosterhuis e tem por objectivo explorar novas técnicas e métodos para o design e construção de Arquitectura Interactiva, virtual e não-standardizada.

³⁸ Festo é uma empresa com sede em Esslinger na Alemanha que produz actuadores pneumáticos e eléctricos para Automação Industrial. O site oficial é <http://www.festo.com/>.

³⁹ Hannover Messe é a maior feira mundial em Tecnologia Industrial orientada para os campos da mobilidade e automação. Esta feira apresenta inovações, tecnologias e materiais do mundo da indústria. Site oficial: <http://www.hannovermesse.de>.

Kas Oosterhuis⁴⁰ afirma “An emotive wall is a wall that responds to the user, a wall that has a character, a wall that can move because it wants to.” (Oosterhuis, 2009).

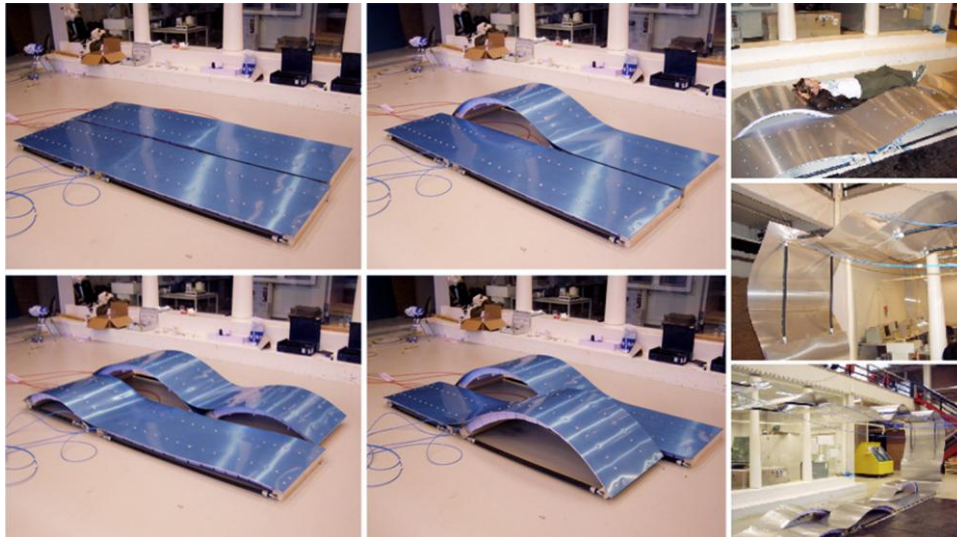
Figura 8 - *Prototype For An Emotive Wall*



Fonte 8: *Prototype For An Emotive Wall*, 2009, Hyperbody, <http://www.bk.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=bff05884-fb66-4585-b270-0b9c4f079917&lang=en>.

Outro projecto desenvolvido pelo mesmo grupo, Hyperbody, é a instalação *Muscle Reconfigured* (ver figura 9) que pretende criar um Ambiente Reactivo, onde a presença e a interacção do utilizador permite que a configuração deste ambiente seja modificada. O ambiente é feito de placas de *Hylite* ligadas a um sistema de cabos pneumáticos e sensores. Os sensores identificam a proximidade e a pressão do toque dos utilizadores e consoante a informação recebida esticam ou contraem as placas de *Hylite*, alterando o formato do espaço.

Figura 9 - *Muscle Reconfigured*



Fonte 9: *Muscle Reconfigured*, 2004, Hyperbody, <http://www.bk.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=d17b2422-b3bc-472f-9836-a556873d1e9d&lang=en>.

⁴⁰ Kas Oosterhuis, Arquitecto, Investigador e Professor na Faculdade de Arquitectura na Universidade Técnica de Delft, é Coordenador do grupo de Investigação Hyperbody e do *Protospace Laboratory*. As suas áreas de investigação são a Arquitectura Interactiva, o comportamento em tempo real dos edifícios, Design Colaborativo e Design Paramétrico.

b) A Parede Inteligente e o Cheiro

O odor é um composto químico, geralmente com uma concentração muito baixa, que os seres humanos ou outros animais podem perceber através do olfacto. Odores são também designados cheiros e podem ser agradáveis ou desagradáveis. Os termos fragrância e aroma são utilizados para descrever um odor agradável. Em contraste, malcheiroso, fedor, cheiro forte, são utilizados para descrever odores desagradáveis.

A importância do cheiro num espaço é relevante, pois rapidamente um cheiro forte ou desagradável pode ser associado a poluição do ambiente e funcionar como indicador de pobre qualidade de ar. Concordamos plenamente com Sissel Tolaas⁴¹ quando afirma, numa entrevista ao *The New York Times*: “I tried to find out what has been done with smell, and I realizes that this is a field where not much has changed. I thought: something is wrong here. We have a nose, but it’s suppressed compared to what we know of eyes and ears”. (Rushton, 2006)

A título de exemplo referimos um projecto que está a ser desenvolvido no âmbito da dimensão emocional relacionada com o cheiro, trata-se do projecto *Scentsory* o qual assenta num conceito desenvolvido pela Nokia, que pretende detectar, transmitir e emitir cheiros através de aplicações móveis. A detecção e recriação de cheiros é muito difícil de atingir tecnicamente.

Contudo vemos a recriação de cheiros como potencial a ser explorado na arquitectura, tendo também em consideração a dimensão emocional da associação. É fácil imaginar que se o movimento do ar pode ser manipulado por um sistema interactivo, o mesmo controlo pode ser exercido sobre os odores. Os cheiros podem levar o ser-humano a ter associações positivas. A utilização do cheiro num espaço pode ser muito benéfico para pessoas com perdas de memória. Os cheiros podem invocar fortes reacções emocionais pois os receptores do olfacto estão directamente ligados ao sistema límbico, que é a parte do cérebro responsável pelas emoções.

As dificuldades na reprodução de cheiros, recaem tanto no controlo (localização) como na recriação dos cheiros. A tecnologia *HeadSpace*⁴² é uma técnica que permite identificar os compostos de um odor presente na atmosfera envolvente, ou em diversos objectos. Após a análise, os cheiros podem ser recriados por um perfumista. Neste contexto importa referir o projecto *Scents of Space* (ver figuras 10, 11, 12 e 13) produzido por Haque Design + Research que desenvolveu um sistema de cheiro interactivo que permite a colocação tridimensional do cheiro, sem a normal dispersão. Este projecto consegue controlar a localização do cheiro e demonstrar de que maneira o cheiro pode ser usado espacialmente e criar “colagens” de odores que formam zonas e limites configuráveis. O deslocamento do ar é

⁴¹ Sissel Tolaas é uma artista norueguesa que vive em Berlim e em 2004 fundou o Re-SearchLab Berlin, que funciona como um laboratório de pesquisa do cheiro e comunicação com o apoio do IFF (International Flavors & Fragrances Inc, New York). Acedido a 5 de Novembro de 2009 em <http://www.v2.nl/archive/people/sissel-tolaas/view>.

⁴² Acedido a 5 de Novembro de 2009 em <http://www.nstperfume.com/perfume-glossary/>.

controlado por uma série de telas de difusão, que permitem o controlo do fluxo de ar e por um computador que controla a dispersão dos diferentes odores no espaço.

Figura 10 – Scents of Space



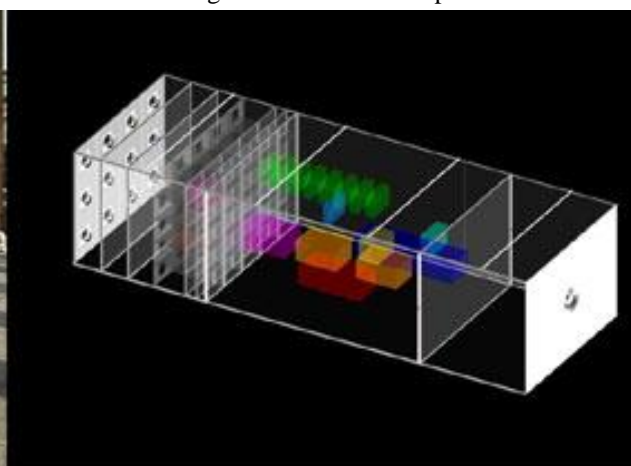
Figura 11 – Scents of Space



Figura 12 – Scents of Space



Figura 13 – Scents of Space



Fonte (10,11,12 e13): Scents of Space, Haque design + Research, 2002, <http://www.haque.co.uk/scentsofspace.php>.

c) A Parede Inteligente e o Som

À semelhança do olfacto, o sentido auditivo é geralmente relegado para segundo plano na experiência da arquitectura. O som, desde que trabalhado, pode igualmente desenvolver interacções que ligam o utilizador ao próprio espaço. O som pode ter muita influência no espaço psicológico de um ser humano e é interessante estudar diferentes situações em que possa provocar modificações no próprio indivíduo e na relação do indivíduo com o espaço. Por exemplo, um som calmo e relaxante pode manter um indivíduo concentrado ou o espaço que identifica as coordenadas do utilizador no próprio espaço pode colocá-lo como ponto central da audição do som, isto é, para onde quer que o utilizador se desloque, o som acompanha-o, nas várias divisões de um espaço.

Juhani Pallasmaa⁴³ ao comparar a visão com a audição, refere que a visão isola, enquanto o som incorpora. A visão é direccional, enquanto que o som é omnidireccional. O sentido da visão implica exterioridade, mas o som cria uma experiência interior. Os olhos alcançam, mas os ouvidos recebem (Pallasmaa, 2005).

É neste sentido que podemos considerar que a existência de uma parede, dotada de recursos que permitem tratar de forma diversificada não só o som ambiente, adaptando a geometria do espaço, por forma a responder a determinadas necessidades como também a receber *inputs* premeditados por parte de utilizadores, pode efectivamente intervir na utilização/fruição dos espaços definidos pelas paredes em questão. Podemos referir como exemplo, o caso de um restaurante, em que recursos de controlo acústico podem ser activados ou desactivados, mediante a percepção do ruído ambiente, visando normalizar a qualidade sonora do espaço. Numa outra situação, um auditório, igualmente equipado com recolha de captação e ampliação de som, pode automaticamente melhorar a qualidade da comunicação entre público e conferencistas. No oposto, um espaço que na ausência de iluminação pode dar indicações sonoras ao utilizador do percurso que deve percorrer, foi um projecto que teve a oportunidade de desenvolver em 2007, denominado *Labirinto Sonoro*⁴⁴.

Dune (ver figuras 14 e 15) é um projecto desenvolvido pelo artista Dan Roosegaarde que desenvolveu uma *Interactive Landscape* que reage através da luz ao comportamento das pessoas, quer seja devido ao movimento ou ao som emitido pelos visitantes. Outro exemplo de reacção ao som é o projecto *4D Pixel* (ver figuras 16 e 17), do mesmo autor, que desenvolveu uma superfície que reage fisicamente à voz ou à música.

Figura 14 – *Dune*



Figura 15 – *Dune*



Fonte (14 e 15): *Dune* 2006-2009, Rotterdam, NL, Daan Roosegaarde, www.studioroosegaarde.net/project/Dune.

⁴³ Juhani Pallasmaa (1936) é um arquitecto finlandês, antigo professor de Arquitectura na Universidade de Tecnologias de Helsínquia e foi director do Museu de Arquitectura Finlandesa entre 1978 e 1983.

⁴⁴ *Labirinto Sonoro* é um projecto em que o indivíduo segue um percurso apenas com o recurso ao seu equilíbrio e audição num espaço completamente escuro, sendo o percurso indicado pela ausência de som. O espaço é previamente mapeado e elaborado um percurso, o indivíduo ao percorrê-lo sempre que sair do espaço de margem do percurso, toda a sala é preenchida por uma frequência sonora perturbante, até que o indivíduo volte ao percurso. No tecto do espaço encontra-se uma câmara de infravermelhos e uma vez que o espaço está iluminado com infravermelhos, a câmara envia para o computador as coordenadas do indivíduo no espaço, o computador por sua vez identifica se este se encontra dentro ou fora do percurso e caso este se encontre fora, é enviada uma mensagem para activar a frequência sonora.

Figura 16 – *4D-Pixel*

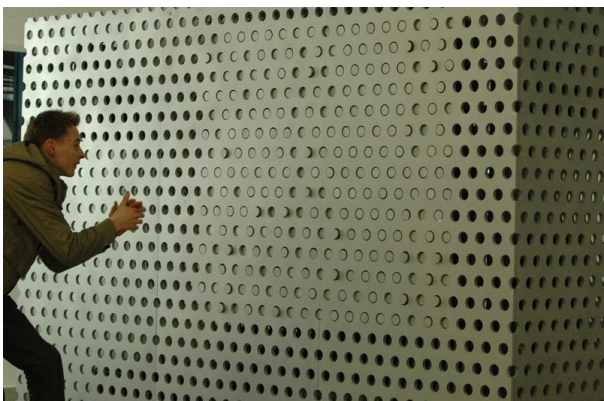


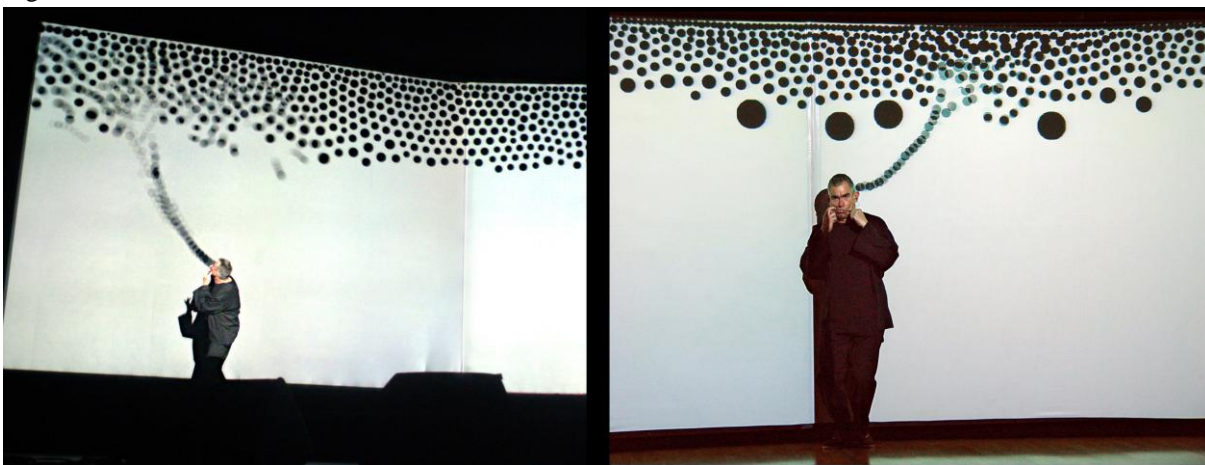
Figura 17 – *4D-Pixel* (mecanismo interno)



Fonte (16 e 17): *4D-Pixel* 2004-2005, Rotterdam, NL, Daan Roosegaarde, www.studioroosegaarde.net/project/4D-Pixel.

Os artistas Golan Levin e Zachary Lieberman na Instalação/*Performance Messa di Voce* (ver figura 18) tentaram explorar a ideia de “if we could see our speech, what might it look like?” (Levin; Lieberman, 2004: 1), neste sentido desenvolveram um *software* que faz uma correspondência visual em tempo real dos sons, discurso e gritos produzidos pelos vocalistas durante a *performance*. É relevante para este trabalho esta possibilidade de representação visual da sonoridade de um espaço em tempo real.

Figura 18 – *Messa di Voce*



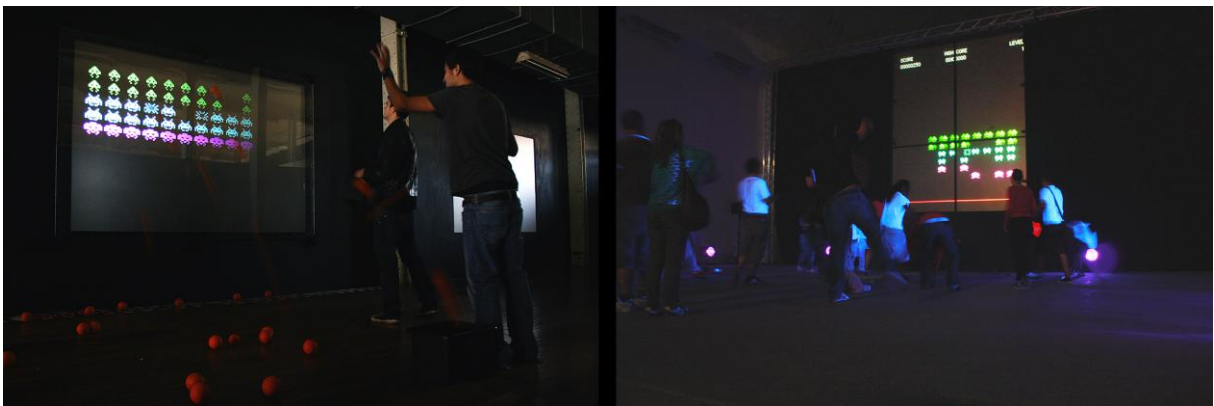
Fonte 18: *Messa di Voce*, 2003, *Software* Interactivo: *Tmema*, desenvolvido por Golan Levin e Zachary Lieberman, Vocalistas: Jaap Blonk e Joan La Barbara, <http://www.tmema.org/messa/messa.html>.

d) A Parede Inteligente e o Multitoque

O Multitoque é uma tecnologia relativamente recente e que cada vez mais é possível encontrar no nosso quotidiano, nos telemóveis, na televisão (meteorologia, telejornal), visualização de mapas, em bares (nas superfícies das mesas) ou em museus para apresentar conteúdos de informação interactivos. É uma tecnologia que em geral tem sido bem recebida pelo público e que cria algum tipo de curiosidade. Um dispositivo com a tecnologia Multitoque rapidamente pode tornar-se num objecto de entretenimento. Por estas razões é importante a inserção do Multitoque nas paredes conceptualizadas neste estudo. Os exemplos seleccionados demonstram que o Multitoque no espaço, permite experiências de jogabilidade aumentada, visualização de imagens e vídeos em várias dimensões, aceder a contentores de informação multimédia, corresponder visualmente no espaço diferentes acções dos utilizadores como a voz, movimento, toque, ou ainda impulsionar a prática artística através do desenho ou da pintura.

A instalação *Space Invaders XL* (ver figura 19) é um exemplo de um jogo que não se limita ao plano bidimensional da projecção visual do jogo. Os múltiplos utilizadores interagem fisicamente com o ecrã. *Space Invaders XL* foi uma instalação apresentada por Multitouch Barcelona⁴⁵ que consiste numa versão do jogo *Space Invaders*, onde centenas de pessoas puderam jogar em simultâneo.

Figura 19 – *Space Invaders XL* – Multitouch Barcelona

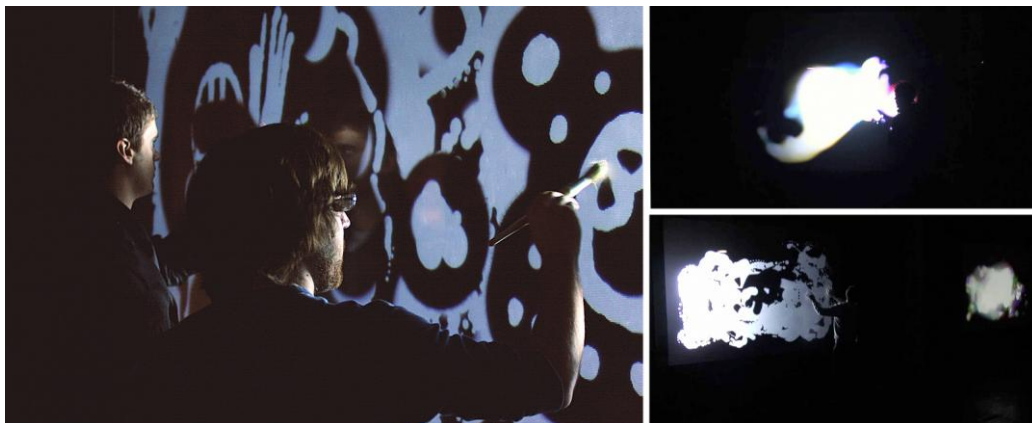


Fonte 19: *Space Invaders*, Multitouch Barcelona, Superfície com 6x4 metros, Instalação/Jogo apresentado no OFFF Oeiras 2009, <http://www.multitouch-barcelona.com/>.

Natural Paint consiste numa aplicação que impulsiona a prática artística, consiste num ecrã Multitoque onde o utilizador pode pintar com os dedos ou com um pincel e pode apagar com o corpo ou com uma esponja (ver figura 20).

⁴⁵ Multitouch Barcelona é um grupo de design de interação que explora a comunicação natural entre as pessoas e a tecnologia. Acedido a 5 de Maio de 2010 em http://www.multitouch-barcelona.com/?page_id=609.

Figura 20 – *Natural Paint* – Multitouch Barcelona



Fonte 20: *Natural Paint* faz parte da Instalação *Guten Touch* desenvolvida por Multitouch Barcelona e apresentado em Red Bull Music Academy, <http://www.multitouch-barcelona.com/>.

Por outro lado a utilização das paredes como elemento de visualização multimédia e de interacção com os utilizadores pode ser vista como um *desktop*, de grandes dimensões, tridimensional, permitindo uma disposição espacial da informação, pois todas as paredes de um espaço podem ser suporte da superfície Multitouch. Esta possibilidade pode ser utilizada nos mais variados contextos, como feiras tecnológicas, reuniões de apresentação de projectos, salas de aula, bancos, bolsas de valores ou museus. E pode ser utilizado como contentores de informação com motores de busca ou com aplicações informativas interactivas.

A aplicação *Mediatree* (ver figura 21) é um contentor de informação que permite os utilizadores navegarem através de diferentes conteúdos de multimédia. Este sistema tem por base a apresentação de informação em árvore e múltiplos utilizadores podem aceder a diferentes informações (texto, imagens, vídeos) ao mesmo tempo.

Estes exemplos que referimos revelam a potencialidade deste recurso tecnológico que com as devidas adaptações pode ser aplicado aos ambientes inteligentes.

Figura 21 – *Mediatree*



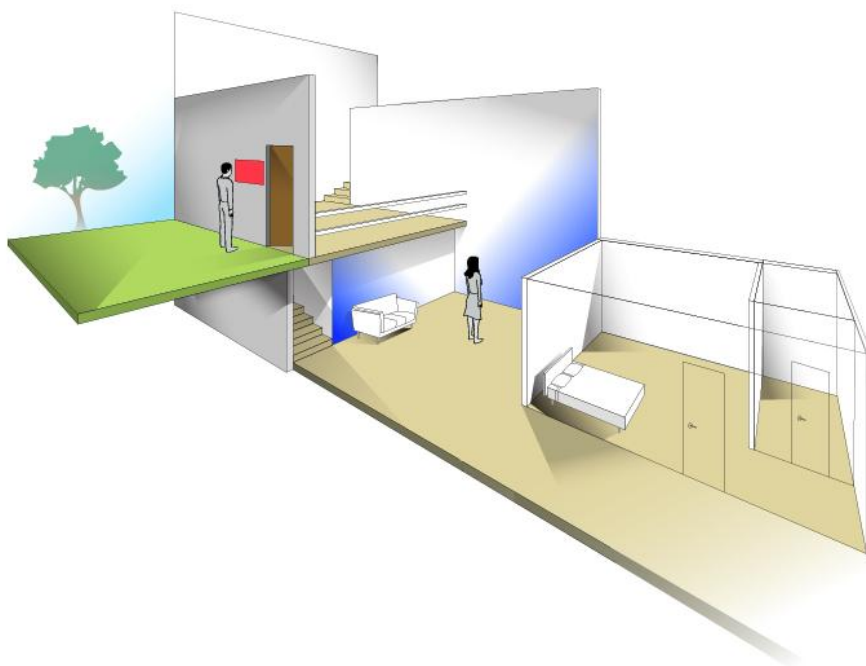
Fonte 21: *Mediatree Software*, *Struktale*, Strukt Design Studio, Aplicação desenvolvida para apresentar o Portfólio de três empresas em simultâneo na Medienmesse Wien, 2009, <http://strukt.com/2009/mediafair/>.

6. Descrição e Potencialidades da componente prática do Projecto

A componente prática deste projecto consiste na elaboração de um vídeo⁴⁶ (ver DVD no Apêndice II) que pretende ilustrar de que forma ocorreria a interacção entre o utilizador e o sistema das PIs. O vídeo demonstra que o projecto toma em consideração as cinco exigências principais da Arquitectura de Software subjacente à Inteligência Ambiente:

- Ubiquidade: O sistema deve ser integrado no ambiente do utilizador, as paredes existem em inúmeros locais, na habitação, no trabalho ou em locais de lazer.
- Interoperabilidade: Os diferentes dispositivos e os diferentes ambientes têm que comunicar e cooperar em conjunto. Cada espaço arquitectónico funciona como um todo; por exemplo numa habitação, todas as paredes estão interligadas.
- Autonomia: Um sistema tem de ser autónomo. Este sistema pretende ser sustentado a energia solar, permitindo desta maneira a sua autonomia.
- Dinâmico: um conjunto tem de ser extensível a novos dispositivos. Existe a possibilidade de interligar este sistema a um telemóvel e o utilizador recebe ou programa as informações das suas paredes através do telemóvel.
- Centrado no utilizador: O utilizador está no centro de todo este processo, a aplicação tem como principal objectivo conhecer o seu utilizador, para poder interagir da maneira mais aconselhável e conveniente.

Figura 22 – *Still Image/Frame* do cenário do vídeo



Fonte 22: Ana Maria Moutinho, 2010.

⁴⁶ A execução do vídeo teve o apoio de Diogo Marques Dias no que diz respeito à utilização do *Adobe After Effects*.

O Sistema Inteligente desenvolvido neste trabalho pode facilmente ser inserido num contexto artístico, assim como num contexto funcional, dependendo dos pressupostos definidos no processo de criação.

Embora a componente prática deste trabalho esteja exemplificada apenas no contexto funcional, não deixa de levantar algumas questões na sua relação com o contexto artístico.

Neste sentido, em relação à Arte Interactiva, tal como pretende Erkki Huhtamo, parece ser ingénuo considerar a Arte Interactiva como estando na sua infância (Huhtamo, 2002), chamando a atenção para um conjunto de artistas que desde a década de 1970 têm actuado neste domínio⁴⁷ (Huhtamo, 2004). Em conjunto com estes artistas acrescentamos os artistas e investigadores que foram apresentados ao longo deste trabalho⁴⁸ sendo que a questão que se coloca é que em quatro décadas, apesar das inúmeras inovações tecnológicas, a relação entre o utilizador e o objecto artístico não teve grande evolução. Também é certo que o objecto artístico continua na maioria dos exemplos a ser “naive celebrations of technology” (Huhtamo, 1993). Continuamos a assistir a uma contínua preocupação com a participação activa do utilizador associada a um fascínio pela apresentação das potencialidades da tecnologia em detrimento de todo um conjunto de factores que consideramos fundamentais para a expressão artística tais como o conceito, sentido, significado, contexto e a experiência do utilizador.

Assim, como é definido ao longo deste trabalho, foram apresentados conceitos que consideramos importantes no relacionamento entre o utilizador e o objecto (sistema) e conceitos estruturantes do objecto em si. Estes conceitos definidos anteriormente são essencialmente a interactividade, a comunicação, o *feedback loop*, a Inteligência Artificial e a Inteligência Social. Entendemos que um sistema Inteligente implica uma capacidade de aprendizagem, com base numa comunicação nos dois sentidos, estabelecendo um *feedback loop* entre os diferentes intervenientes (utilizador, sistema, ambiente envolvente).

Entendemos que é este tipo de sistema que permite o desenvolvimento de objectos artísticos que possam ultrapassar a experiência do utilizador na sua relação com o objecto artístico interactivo, em que o utilizador fecha um ciclo de interpretação do objecto nos primeiros instantes de contacto e de seguida a interacção torna-se monótona na medida em que o utilizador pode sem dificuldade prever o tipo de reacção do sistema. Este tipo de expressão artística frequentemente definida como Arte Interactiva, entendemos que deveria ser definida como Arte Reactiva/Responsiva.

⁴⁷ Myron Krueger (*Videoplace*, 1969), David Rokeby (*Very Nervous System*, 1986-90), Ken Feingold (*The Surprising Spiral*, 1991), Agnes Hegedues (*Handsight*, 1992-95), Grahame Weinbren (*The Erl King* 1983-86; *Sonata*, 1991-93), Luc Courchesne (*Portrait One: Marie*, 1990), Christa Sommerer e Laurent Mignonneau (*Interactive Plant Growing*, 1993; *A-Volve* 1993-94), Perry Hoberman (*Bar Code Hotel*, 1994), Paul Sermon (*Telematic Dreaming*, 1992), Toshio Iwai (*Piano as Image Media*, 1995).

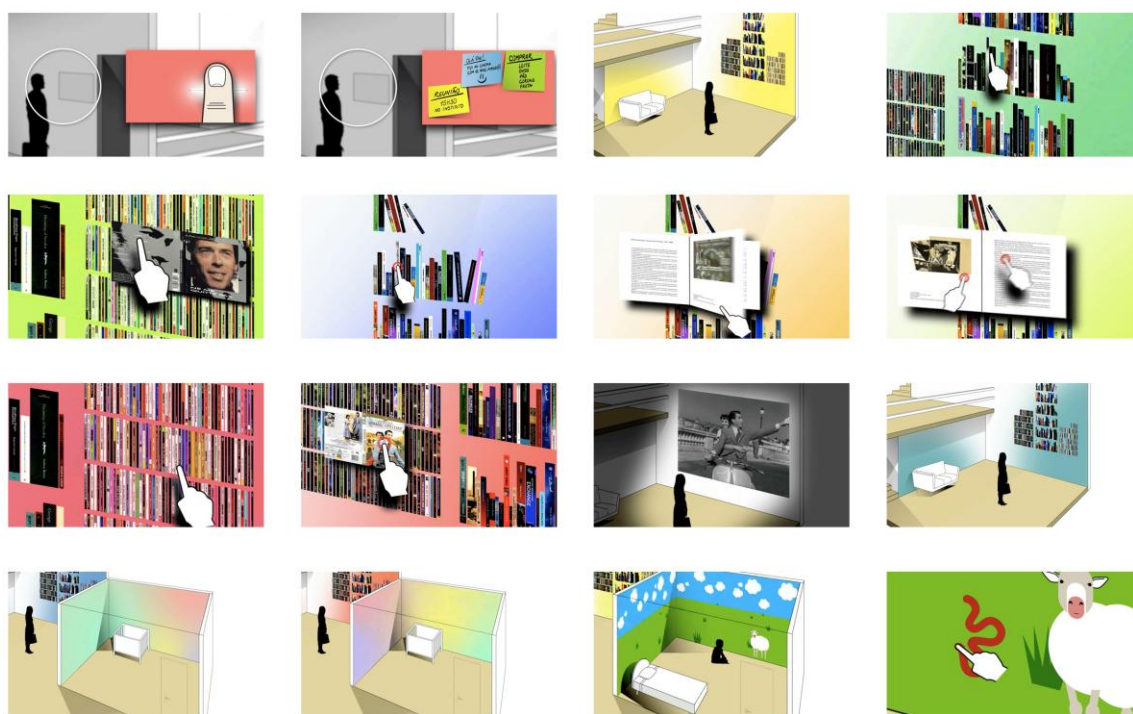
⁴⁸ David Benjamin e Soo-in Yang (*Living Glass*, 2007), Philip Beesley (*Hylozoic Soil*, 2009), Hyperbody (Prototype for an Emotive Wall, 2009; *Muscle Reconfigured*, 2004), Haque design + Research (*Scents of Space*, 2002), Daan Roosegaarde (*Dune* 2006-2009; *4D-Pixel*, 2004-2005).

Tal como Husman Haque e Paul Pangaro definem, a inteligência necessita de criatividade e do inesperado (Haque; Pangaro, 2006).

Assim como Cariani sugere, os sistemas capazes de “amplifying our own creativity” (Cariani, 1991) representam uma direcção positiva para investigação futura tanto dentro como fora do campo das artes. É no sentido da definição de uma “formula that perfectly integrates medium, content and participants has still to be invented and developed. Once it is found we will have the basis of an industry of new media turning the spectator into a visitor and the storyteller into an author of worlds in which the visitor is invited to behave and bears the consequences of his or her actions” (Courchesne, 2002), que este trabalho se processa.

O sistema inteligente neste trabalho tomou a forma de uma parede. A parede como elemento estrutural e de definição de espaços, por ser um elemento constante e de grande utilidade na vida do ser humano. Neste sentido, são apresentados alguns casos de aplicação no contexto funcional das paredes. No vídeo que acompanha o trabalho é exemplificado o contexto habitacional.

Figura 23 – Sequência de Imagens retiradas cronologicamente do vídeo



Fonte 23: Ana Maria Moutinho, 2010.

Conclusão

O presente trabalho procurou pôr em evidência a importância da relação da Ciência da Computação nos seus diferentes domínios com os elementos arquitectónicos que condicionam o espaço em que vivemos. Este trabalho mostrou a viabilidade de aplicar conceitos e tecnologias ao serviço da interactividade nos ambientes construídos. O que denominamos de Paredes Inteligentes revela-se um recurso da maior utilidade para o desenvolvimento da sociedade, apesar de em muitos casos estarmos actualmente no início de um processo exploratório. Na verdade, muitas das situações são ainda tratadas no campo das artes plásticas, mas cada vez mais existem projectos no âmbito do design e da arquitectura.

Muitos aparelhos estão distribuídos e escondidos no nosso ambiente. Um contínuo processo de miniaturização de componentes e sistemas mecatrónicos⁴⁹ vai tornar impossível reconhecê-los. A incorporação de Inteligência Ambiente no dia-a-dia, nos objectos ou na infra-estrutura de uma casa, escritório ou um aeroporto é como um “lobo em pele de cordeiro”, fingindo que esta tecnologia é inofensiva. A Inteligência Ambiente cria uma invisível e compreensiva rede de vigilância global que cobre uma parte inédita da vida pública e privada.

Devemos sentir-nos confortáveis, ou não, apesar de sabermos que o espaço que nos rodeia tem *olhos* e *ouvidos* que observam tudo o que fazemos. Devemos inclusive sentir-nos livres ao utilizarmos estes espaços quando precisamos de apoio nas nossas actividades.

Embora muitos conceitos já tenham sido testados, como protótipos, as repercussões desta ampla integração da tecnologia informática na nossa vida são difíceis de prever. Questões como perda de privacidade ou concentração de poder em grandes organizações, devem ser reflectidas e muitos grupos de investigação e comunidades estão a estudar os aspectos socioeconómicos, políticos, éticos e culturais da Inteligência Ambiente.

A redução do consumo de energia é certamente uma das preocupações primordiais do século XXI. Durante mais de metade do século passado, os sistemas de aquecimento, ventilação e climatização tornaram-se essenciais aos edifícios e proporcionam conforto e qualidade de vida às pessoas em diferentes espaços. Por outro lado, estes sistemas levaram a um aumento da degradação do ambiente através do uso de energias não renováveis. É precisamente neste ponto que um edifício inteligente pode ter também um papel importante na optimização e *performance* das estratégias sustentáveis passivas e activas.

Assim, os conceitos e as práticas exploradas ao longo deste trabalho, se por um lado aparentemente são inevitáveis, colocam em simultâneo questões de natureza ética que eventualmente podem pôr em causa os conceitos de privacidade, liberdade e segurança, pelo que a descoberta de novos horizontes no domínio da tecnologia não nos deve impedir de reconhecer que só fazem sentido se verdadeiramente forem colocados ao serviço da sociedade no seu todo.

⁴⁹ Um sistema mecatrónico é um sistema digital que recolhe sinais, processa e emite uma resposta através de actuadores, gerando movimentos ou acções sobre o sistema que vai actuar. Os sistemas mecânicos são integrados com sensores, microprocessadores e controladores.

Bibliografia

- Academia das Ciências de Lisboa e da Fundação Calouste Gulbenkian, (2001). Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea [DLPC]. Braga: Verbo Editora.
- Aarts, E. (2003), Ambient Intelligence: Building the Vision. In Ruyter, B. (eds). *365 day's Ambient Intelligence research in HomeLab*, (pp.2-5). Eindhoven: Philips Research. http://www.research.philips.com/technologies/projects/homelab/downloads/homelab_365.pdf. Acedido a 23 de Outubro de 2009 em <http://www.research.philips.com>.
- Aarts, E.; Appelo, L. (1999). *Ambient intelligence: Thuisomgevingen van de toekomst*. (9(99), pp. 7-11). IT Monitor.
- Aarts, E.; Encarnação, J. (2006). *True Visions: The Emergence of Ambient Intelligence*. Holanda: Springer-Verlag.
- Aarts, E.; Ruyter, B. (2009). New Research Perspectives on Ambient Intelligence. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, (vol.1 pp. 5-14).
- Backs, R.; Boucsein, W. (2000). *Engineering Psychophysiology: Issues and Applications*. New York, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bullivant, L. (2005). 4dspace: Interactive Architecture. *Architectural Design, Wiley-Academy*. (vol 75, Jan/Fev, No 1). London: Wiley-Academy.
- Bullivant, L. (2006). Responsive Environments: Architecture, Art and Design. *V&a Contemporaries*. New York: V&A Publications.
- Bullivant, L. (2007). 4dsocial: Interactive Environments. *Architectural Design, Wiley-Academy*, (vol 77, July/August, No 4.). London: Wiley-Academy.
- Cariani, P. (1991). Emergence and artificial life in *Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity*, (pp. 775-798). Santa Fe: Addison-Wesley.
- Courchesne, L. (2002). Experiential Art: Case Study. Acedido a 26 de Maio de 2010, em <http://ic.media.mit.edu/courses/mas878/pubs/courchesne-02-experiential-art.pdf>.
- Crawford, C. (2002). *The Art of Interactive Design: a euphonious and illuminating guide to building successful software*. San Francisco, CA: No Starch Press.
- Davidson, C., Nordenson, G., Raman, M.; Hoberman, C. (1995). "3 engineers sitting around talking." *ANY: Architecture New York*, (n.10, pp. 50-55). New York, NY.
- Dertouzos, M. (1999). The Future of Computing, *Scientific American Magazine* (281(2), August, pp. 52-55).

- Dicionário Universal Língua Portuguesa [DULP]. (1999). Nova Edição. Lisboa: Texto Editora.
- Fox, M.; Kemp, M. (2009). *Interactive Architecture*. New York: Princeton Architectural.
- Fraden, J. (2004). *Handbook of Modern Sensors – Physics, Designs and Applications*. New York: Springer.
- Frazer, J. (1995). *An Evolutionary Architecture*, London: Architectural Association Publications, Themes VII.
- Haque, U. (2006, Agosto). Architecture, Interactions, Systems. *AU : Arquitetura & Urbanismo* 149. Artigo on-line consultado a 23 de Outubro de 2009 em <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/149/artigo26764-1.asp>.
- Haque, U.; Pangaro, P. (2006). Paskian Environments. in *Game Set and Match II*. Delft, Netherlands.
- Huhtamo, E. (1993). It is interactive - but is it art? in *Computer Graphics Visual Proceedings: Annual Conference Series*. (pp. 133-135). New York: ACM Siggraph.
- Huhtamo, E. (2002). *Seven Ways of Misunderstanding Interactive Art*, University of Lapland. Acedido a 26 de Maio de 2010, em <http://sophia.smith.edu/course/csc106/readings/interaction.pdf>.
- Huhtamo, E. (2004). *Trouble at the Interface, or the Identity Crisis of Interactive Art*. Versão revista de um ensaio publicado em *Framework, The Finnish Art Review*. (2/2004). Acedido a 26 de Maio de 2010, em <http://www.mediaarthistory.org/Programmatic%20key%20texts/pdfs/Huhtamo.pdf>.
- Igoe, T. (2007). *Making Things Talk*. Sebastopol, CA: O'Reilly.
- Levin, G.; Lieberman, Z. (2004). *In-Situ Speech Visualization in Real-Time Interactive Installation and Performance*. Acedido a 1 de Abril de 2010, em http://tmema.org/messa/npar/messa_NPAR_2004_150dpi.pdf
- Ludovico, A. (2001). *Entrevista a Marcos Novak, em Abril de 2001*. Acedido a 18 de Novembro em <http://www.neural.it/english/marcosnovak.htm> pergunta: *How do you'd define future 'intelligent' architectures?*.
- Maccullough, M. (2005). *Digital Ground: Architecture, Pervasive Computing and Environmental Knowing*. Cambridge MA: MIT Press.
- Noble, J. (2009). *Programming Interactivity – A Designer's Guide to Processing, Arduino and OpenFrameworks*. Sebastopol, CA: O'Reilly.

- Oosterhuis, K. (2009). *InteractiveWall: Prototype For An Emotive Wall*. Acedido a 19 de Abril de 2010 em <http://www.bk.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=bff05884-fb66-4585-b270-0b9c4f079917&lang=en>.
- O'Sullivan, D.; Igoe, T. (2004). *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers*. Boston MA: Thomson Course Technology.
- Pallasmaa, J. (2005). *The eyes of the Skin Architecture and the Senses*. 2º ed. London: Wiley - Academy Press.
- Price, C. (2003). *The square book*. Chichester, UK:Wiley-Academy.
- Remagnino, P., Foresti, G.; Ellis, T. (2005). *Ambient Intelligence – A Novel Paradigm*. Boston: Springer.
- Ribeiro, C.; Pratschke, A. (2005). *Transdisciplinaridade e complexidade na arquitetura*, in II Congresso Mundial de Transdisciplinaridade, 2005, Vitória-ES. Anais do II Congresso Mundial de Transdisciplinaridade. Artigo on-line em http://www.cetrans.com.br/artigos/Clarissa_Ribeiro_e_Anja_Pratschke.pdf acedido a 23 de Outubro de 2009.
- Rushton, S. (2006). The Face – The Sweat Hog. Entrevista a Sissel Tolaas, 17º parágrafo, 27 de Agosto de 2006. *The New York Times*. Acedido a 10 de Novembro de 2009 em http://www.nytimes.com/2006/08/27/style/tmagazine/t_w_1530_1531_face_smells.html?pagewanted=all.
- Wang, L., Pereira, N.; Hung, Y. (2005). *Advanced Air and Noise Pollution Control*. Vol.2 /Totowa. NJ :Humana Press.
- Weiser, M. (1991). The Computer for the twenty-first century. *Scientific American* 265(3).
- Weiser, M.; Brown, J. S. (1995). *Designing calm technology*. Xerox PARC. Acedido a 18 de Novembro de 2009 em <http://nano.xerox.com/weiser/calmtech/calmtech.htm>.

Glossário

Acção é o *output* de um sistema relacionado com o *input* de informação recebida por um Sistema Inteligente. A acção altera o ambiente. A acção consiste na implementação da resposta seleccionada.

Adaptivo: capacidade de um ambiente para se transformar e adaptar de forma a responder às necessidades dos utilizadores.

Ambiente Envolvente: o ambiente envolvente de um sistema é a parte do universo que está em comunicação com o sistema, mas que não faz parte do sistema.

Antecipativo: capacidade de um ambiente para agir em nome do utilizador antevendo comportamentos.

Conceito: elemento básico do pensamento. É um armazenamento físico e material de informação. Todos os conceitos estão interligados na memória e formam uma rede.

Consciência: O sistema deve ter um estado interno que apresenta um comportamento consciente e transparente na sua interacção com as pessoas e que é reconhecido pelo utilizador com uma capacidade de consciencialização.

Context aware: o ambiente pode determinar o contexto no qual algumas actividades acontecem, onde é relacionada a informação significativa acerca das pessoas e do próprio espaço, tal como o posicionamento e identificação.

Empatia: relevância dada ao estado das emoções e motivações pessoais e o sistema deve identificar, adaptar-se e auxiliar o utilizador.

Estímulo: o estímulo é o *input* num sistema. O *input* é a comunicação que o sistema recebe, num determinado momento do seu ambiente envolvente.

Experiência: a experiência é algo que ocorre ao Sistema Inteligente durante alguns momentos de existência. Inclui a situação que ocorreu, a acção realizada e os resultados.

Inteligência Colectiva *Collective Intelligence* [CI]: consiste numa forma universal de distribuição de inteligência num grupo, constantemente reforçada e coordenada em tempo real. Orienta-se segundo: o aumento da capacidade de resolução de problemas, é orientado a comportamento específicos, Flexibilidade: habilidade de se adaptar a novas situações, efeitos sinérgicos de agentes de Inteligência Interactiva e a cooperação entre as pessoas.

Interoperabilidade: capacidade dos diferentes dispositivos e ambientes para comunicarem e cooperarem em conjunto.

Linguagem de Programação de alto nível: na Ciência da Computação a linguagem de programação de alto nível refere-se a um nível de abstracção relativamente elevado, mais distante do código de máquina e mais próximo da linguagem humana. As linguagens de programação de alto nível não estão directamente relacionadas à arquitectura do computador e são de aprendizagem mais fácil.

Linguagem de Programação de baixo nível: trata-se de uma linguagem de programação que compreende as características da arquitectura do computador e utiliza somente instruções do processador. Um programa executado em linguagem compilada é muito mais rápido.

Mecatrónica: A mecatrónica surge da combinação sinérgica de diferentes ramos da engenharia, entre as que destacam: a mecânica de precisão, a electrónica, a informática e os sistemas de controlo. O seu principal objectivo é a análise e desenho de produtos e de processo de fabricação automatizados.

Memória do Sistema: é o armazenamento físico de conceitos e respostas.

Mente: consiste nos processos e lembranças existentes no cérebro de um Sistema Inteligente. Os principais processos transformam as sensações em conceitos, representando a situação presente através de conceitos, escolhendo qual a resposta utilizar. Além disto os processos são a criação de conceitos em alto nível (tipo de linguagem).

Nanotecnologia: Capacidade de manipular um átomo, uma molécula ou um conjunto de moléculas. (Trata-se de uma disciplina que versa o problema da tecnologia em mecanismos com grandezas de nanómetro, ou seja, da ordem dos bilionésimos do metro.)

Personalização: capacidade dos ambientes serem personalizados para as necessidades individuais dos utilizadores. Pode reconhecer os utilizadores e ajustar-se de acordo. Tem a capacidade de automaticamente capturar os perfis de cada utilizador e filtrar apenas a informação relevante.

Portabilidade: diz-se de equipamentos de reduzidas dimensões com possibilidade de recarregar baterias, reconhecimento de impressão digital e propriedades multifuncionais.

Resposta: a resposta indica o que o Sistema Inteligente deve fazer numa determinada situação. É composta por um ou vários conceitos cuja execução pelas partes físicas do sistema produz uma mudança no ambiente.

Sistema Incorporado: Um Sistema Incorporado, também conhecido como Sistema Embutido (*Embedded System*) é uma combinação de hardware, software e possivelmente, componentes mecânicos para desempenhar uma função específica. É um sistema de computação baseado em microcontroladores, com resposta em tempo real, autónomo, interconectado e que opera em diversos ambientes.

Sistema Inteligente: é um sistema que aprende durante a sua existência, isto é, ele aprende para cada situação qual a resposta que permite alcançar os seus objectivos.

Situação: uma situação é construída com base numa série de conceitos que um Sistema Inteligente define no momento em que recebe informações do ambiente através de sentidos (sensores). O sistema expressa a situação com conceitos elementares ou de alto nível.

Socialização: os conceitos de interacção humana, implicam protocolos de comunicação que são complementares com as convenções sociais, isto é, através de regras sociais, tais como maneiras ou regras de etiqueta.

Apêndice I

Quadro 1 – Catalogação dos Sensores

Tipo de sensores	Descrição e Aplicações
Sensores de Ocupação e Detecção de Movimento	Os sensores de ocupação detectam a presença de seres vivos numa área monitorizada, enquanto que os detectores de movimento respondem apenas ao movimento de objectos. Estes sensores são geralmente aplicados em sistemas de segurança, vigilância, gestão de energia ou segurança individual.
Sensores de Pressão do ar	Detectam alterações na pressão atmosférica resultante de portas abertas ou janelas.
Sensores Capacitivos	Detectam a capacitância do corpo humano, isto é, quantidade de energia eléctrica que pode ser armazenada por uma determinada tensão e pela quantidade de corrente alternada que o atravessa numa determinada frequência.
Sensores Acústicos	Detectores de sons existentes.
Sensores Fotoeléctricos	A obstrução de um feixe de luz, indica que houve uma movimentação no espaço.
Sensores Opto-eléctrico	Detecção de variação na iluminação ou contraste óptico numa área protegida.
Tapetes de Pressão	Sensíveis à pressão, são colocadas tiras longas no chão de maneira a detectar o peso de um indivíduo
Sensores de Stress	Componentes incorporados em vigas de piso, escadas, ou outros componentes estruturais, podem determinar o batimento cardíaco.
Sensores de Vibração	Reagem à vibração das paredes e de outras estruturas dos edifícios e podem estar colocadas em portas ou janelas de forma a detectar movimento.
Sensores de Vidro Partido	Sensores que reagem a uma vibração específica produzida pelo despedaçar dos vidros.
Sensores Infra-vermelhos de movimento	Sensores sensíveis às ondas de calor emitidas por objectos em movimento.
Sensores de Microondas	Sensores responsivos a sinais microondas electromagnéticos reflectidos por objectos
Sensores Ultrasónicos	Semelhante às microondas, mas em vez de radiação

	electromagnética são ondas ultrasónicas. São sensores que medem distâncias, não necessita de haver contacto. Consiste num sensor que transmite um tipo de sinal e recebe o sinal reflectido.
Detector de movimento com equipamentos de vídeo	Equipamentos de vídeo comparam uma imagem parada guardada na memória com a imagem corrente capturada.
Sistemas de Reconhecimento facial	Analísadores de imagem que comparam características faciais com uma base de dados.
Sistemas de detecção por laser	Semelhante com os sensores fotoelétricos excepto que eles usam estreitas combinações de feixes luminosos e reflectores.
Sensores Triboelectricos	Sensores capazes de detectar cargas eléctricas estáticas realizadas por objectos em movimento.
Sensores de Fibra-Óptica	Podem ser usados com eficiência para determinar diferentes níveis de proximidade.
Detectores de Movimento optoelectricos	Os detectores de Movimento optoelectricos têm por base a detecção da luz (visível ou não) que é emitida pela superfície do objecto em movimento para o espaço envolvente. Esta radiação pode ser originada por uma luz exterior que reflecte no objecto ou o objecto pode ter uma fonte natural emissora de luz.
Potenciómetros	Um potenciómetro pode ser um transdutor que identifica o deslocamento de um objecto.
Sensores Gravitacionais	Estes sensores são geralmente usados nos tanques dos autoclismos. E permite medir a altura da água.
Detector de Inclinação	Os sensores de inclinação medem o ângulo, tendo como origem o centro de gravidade do Planeta Terra.
Velocidade e Aceleração	
Acelerómetro Piezoeléctrico	O efeito do piezoeléctrico permite percepcionar as vibrações e acelerações. Este efeito é uma conversão directa da energia mecânica em energia eléctrica.
Força, Esforço e Sensores Tácteis	Os sensores tácteis são um tipo de transdutores de força ou pressão, que são caracterizados por terem pouca espessura. Estes sensores são úteis em aplicações onde a força e pressão podem ser exploradas entre duas superfícies muito próximas entre si. Estes sensores podem ser usados no fabrico de ecrãs sensíveis ao toque.
Sensor flexível de pressão	Um piezoeléctrico também detecta alguma quantidade

	de força, no entanto se o objectivo é detectar quantidades maiores de força é necessário utilizar um sensor flexível de pressão. Estes sensores identificam a quantidade de força que é exercida sobre um material flexível electro-condutivo cujos valores normalmente variam entre 1 e 100 <i>pounds</i> ⁵⁰ de detecção de força máxima.
Sensores Acústicos	Microfones; hidrofone; sensores sísmicos.
Detectores de Luz	Sensores de luz: células solares; fotodíodos, fototransístores; tubos foto-elétricos; CCD's; radiómetro de Nichols; sensor de imagem.
Detectores de Temperatura	Termómetros, termopares, resistores sensíveis a temperatura (termístores) e termóstatos
Sensores de Orientação	Giroscópio, horizonte artificial, giroscópio de anel de laser
Sensores de Distância	Alguns sensores fornecem informação acerca da distância a um objecto. Enquanto que um simples sensor de movimento pode indicar que algo se movimentou dentro do seu alcance, um sensor de distância vai dizer inclusive a que distância esse objecto se movimentou. Existem duas tecnologias muito utilizadas: ultrasónico e infravermelhos. Os sensores ultrasónicos detectam quanto tempo demorou uma onda sonora a retornar de um objecto. O sensor fornece um <i>output</i> que indica quanto tempo demora o eco do sinal a retornar ao sensor e a magnitude do atraso do eco é proporcional à distância.

⁵⁰ 1 *Pound* = 0.45359237 Kilogramas.

Apêndice II

DVD

Vídeo de Descrição da Componente Prática do Projecto