

Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto
Dissertação de Mestrado Integrado

O Casulo Simbiótico:

Por Uma Arquitectura Interactiva

Mafalda Isabel Sardinha Mendes Lucas
Orientador: Professor Doutor Gonçalo Furtado
Porto, Setembro de 2011

A todos os que me apoiaram e incentivaram a concretizar esta dissertação.

Pela amizade, força, compreensão, paciência, estímulo, apoio (bibliográfico e prático), um enorme Bem-Haja.

Ao Orientador Gonçalo Furtado, Mãe Aida, Belmiro Marques, João Lopes, Nuno Lopes, Sandra Fernandes, Raquel Rodrigues, Hélia Cassapo, Francisco Santos, Pedro Proença, Engº Jorge Lino, Rui Fonseca, aos Tios, Primos e Amigos, à Avó Serafina e ao Pai Lucas.

Abstract / Resumo	6
Introdução	9
 Parte I – Enquadramento Teórico	
1 Arquitectura Multissensorial - Sentidos e Significados	15
2 Antevistas Cinematográficas	21
3 Novas Expressões arquitectónicas	23
3.1 Arquitectura <i>Media</i>	26
3.1.1 Exemplos de Projectos de Arquitectura <i>Media</i>	29
3.2 Arquitectura Domótica	38
3.2.1 Exemplos de Projectos de Domótica	41
3.3 Arquitectura, Interação e Arquitectura Interactiva	43
3.3.1 Exemplos de Projectos de Arquitectura Interactiva	46
4 Potencialidades	53
4.1 Estrutura, Movimento	53
4.2 Materialidade	62
4.3 Computação, <i>Hardware</i> e <i>Software</i>	67
4.3.1 A Computação Física	71
4.3.2 Exemplos de Projectos Interactivos	76
4.4 O Tempo e a Situação	82
 Parte II – Desenvolvimento Prático	
1 Projecto	87
2 Protótipo	89
2.1 O Momento Reactivo – Interactivo	91
2.2 Prototipagem	94
2.2.1 <i>Inputs</i> e <i>Outputs</i> dos Sentidos	95
2.2.2 O Módulo – Manufatura	99
2.2.2.1 Estereolitografia	100
2.2.2.2 <i>Hand-lay-up</i>	102
2.3 Avaliação	104
 Conclusão	 109
Índice de Imagens	113
Bibliografia	119

Abstract

The contemporary architecture of today is deeply marked by new technologies, based on the phenomenon of digital information. Cemented to a culture characterized by communication, made through social networks and new interfaces, which expresses the change in our notion of interaction.

These changes also imply new architectural challenges. The architecture as a discipline, now faces the challenge of these developments, emerging the idea of an interactive architecture, which simultaneously expresses the ideas of an augmented reality, multisensory, multidimensional.

The new ways of social life can be supported by new spaces which possess the ability to be both physical and digital, and especially interactive and mutable when appropriated by man. In this sense, it is of best interest to promote more communicative buildings, in terms of relationship between man and matter built.

The dissertation "Symbiotic Cocoon: For an Interactive Architecture", is inspired and reflects on this possible architectural paradigm shift, which includes changes not only in the construction but in the new ways of inhabiting.

Defends the possibility of an interaction in the architecture that stimulates the highest number of senses, in order to achieve communication with the architectural space.

The development of this work was linked to the multidisciplinary project PP99, which have investigated and used various materials and systems, to explore the idea of interactive architectural spaces and surfaces, thereby materializing the exposed concept.

This opens the possibility of what we call the "Symbiotic Cocoon", the multi-functional shelter, which appealing to technology, interacts with Men in a creative and meaningful way.

Resumo

A arquitectura contemporânea encontra-se hoje profundamente marcada pelas novas tecnologias, com base no fenómeno da informação digital. Sedimentou-se uma cultura, caracterizada pela comunicação, realizada através das redes sociais e dos novos interfaces, o que expressa a alteração da nossa noção de interacção.

Estas mudanças implicam também novos desafios arquitectónicos. Esta, enquanto disciplina, enfrenta hoje o desafio destes progressos, emergindo a noção de uma arquitectura interactiva, que simultaneamente exprima as ideias de uma realidade aumentada, multissensorial e multidimensional.

Os novos modos de vida social poderão ser suportados por novos espaços, que possuam a capacidade de serem simultaneamente físicos e digitais e sobretudo interactivos e mutáveis, quando apropriados pelo homem. Neste sentido interessa-nos promover edifícios mais comunicativos, em termos de relação entre o homem e matéria construída.

A dissertação *“Casulo Simbiótico: Por Uma Arquitectura Interactiva”*, inspira-se e reflecte sobre esta possível mudança de paradigma arquitectónico, que comporta não só alterações na construção como nos novos modos de habitar. Defende-se a possibilidade de uma interacção na arquitectura que estimule o maior número de sentidos, por forma a alcançar a comunicação com o espaço arquitectónico.

O desenvolvimento desta prova esteve articulado com o projecto pluridisciplinar PP99, onde se investigaram e utilizaram variados materiais e sistemas, para explorar a ideia de superfícies e espaços arquitectónicos interactivos e reactivos, materializando-se desta forma o conceito exposto.

Este inaugura a possibilidade do que apelidamos de “Casulo Simbiótico”, o abrigo multifuncional, que recorrendo à tecnologia, interage com o homem de forma criativa e significativa.

“Tudo o que distingue um edifício do outro é um revestimento de 450mm, produzido por um limitado número de fabricantes de revestimentos. Não se pode definir individualmente o modo como a arquitectura é vista, observada e como se interage com ela. Eu defendo que aquilo que a arquitectura transmite, pode apenas ser pessoal (...)”¹.

¹ SPILLER, Neil, “Plectic Architecture, Rumor a uma Teoria da Arquitectura Pós – Digital”, in Revista Arq./a., Nº70, Mediações Tecnológicas, 2009, p.76-79

Introdução

A arquitectura, a arte de projectar e edificar construções tem sofrido historicamente inúmeras alterações, nomeadamente após a revolução industrial. Nos finais do século XIX surgiram novos materiais como o ferro e o vidro, assim como novas potencialidades e condicionantes, como a luz eléctrica e as novas tecnologias da imagem, do telégrafo, até ao cinema.

Na segunda metade do século XX, o advento dos *microchips* veio acelerar os ritmos sociais, prometendo novos desenvolvimentos, como o computador pessoal, telemóvel e a internet. Estas mudanças acabaram por alterar a relação entre o homem e o ambiente construído.

O Arquitecto Gonçalo Furtado faz referência relativamente a uma “segunda ordem” de relacionamento entre Arte e Tecnologia e o seu Reflexo na Arquitectura, expondo que a Arquitectura, a Arte e a Ciência constituem domínios que ao longo de diferentes períodos da história se têm reencontrado e afastado.

A versão do autor refere como períodos de encontro destas três vertentes o *“Dadaísmo, o Surrealismo, o Construtivismo, o Futurismo, a Arte Bruta, o Novo Realismo, entre outras; sendo que com o Happening, a Performance e as Instalações, deu-se uma significativa revolução que fez o espectador passar de passivo a activo.”*²

Constata-se também, na contemporaneidade, o destaque que se pretende dar aos edifícios, nas densas cidades, através de uma estética marcada pela cultura digital.

No interior destes edifícios e nos novos espaços domésticos promove-se a automatização de funções que facilitam o desempenho de muitas tarefas, assim como uma poupança energética e de desperdícios.

Nestes, a multifuncionalidade é o tema crucial, procurando-se que num mesmo espaço se consigam desempenhar inúmeras funções, como se habitasse-mos o mundo digital das redes computacionais.

² FURTADO, Gonçalo, “Algumas Notas Sobre Uma ‘Segunda Ordem’ de Relacionamento entre Arte e Tecnologia e Seu Reflexo na Arquitectura”, in AR: FAUTL, Julho 2006, pp.50-57

Como foi referido por Derrick Kerckhove “*A Nova Architectura está dentro e fora do computador, é feita de redes de comunicação (...) a electricidade é agora a ligação com o mundo.*”³

Neste contexto as fachadas *media*, os espaços interactivos, assim como a implementação cada vez mais frequente de sistemas de domótica, acabam por ser apelativos na arquitectura contemporânea, isto para o encontro de novas significações.

Espera-se então que a comunicação entre homem e matéria construída se torne mais intensa e significativa, pelo recurso às tecnologias de interacção, já presentes em objectos de escala menor.

A presente dissertação intitulada “*Casulo Simbiótico: Por Uma Architectura Interactiva*”, pretende contribuir para a reflexão das ideias expostas anteriormente, assim como sobre a possibilidade de concretizar a simbiose destas vertentes, no espaço arquitectónico.

Esta foi realizada em articulação com o Projecto Pluridisciplinar nº 99 (PP99),⁴ apoiado pela RUP e pelo Santander e desenvolvido por uma equipa pluridisciplinar, em que se associaram as vertentes funcionais, comunicativas e interactivas da arquitectura às novas tecnologias. Como refere Kerckhove “*A nossa realidade é tecnodependente, muda cada vez que uma nova tecnologia aparece.*”⁵ Podemos pois beneficiar da sua disponibilização em prole de uma experiência mais estimulante e multissensorial, sendo o contacto entre homem e matéria, concretizado de forma prática através do protótipo de uma superfície arquitectónica interactiva, concretizado através da participação no PP99.

A superfície realizada neste projecto materializa, de forma análoga, a mesma ideia de pele arquitectónica do casulo que intitula esta dissertação.

Na dissertação expomos algumas arquitecturas, *media* e interactivas existentes, assim como alguns projectos construídos capazes de estimular activamente a nossa vivência e acção.

³ KERCKHOVE, Derrick de, *A Pele da Cultura, Uma Investigação Sobre a Nova Realidade Electrónica*, Trad. Luís Soares e Catarina Carvalho, Relógio de Água Editores, 1997, p.123

⁴ Veja-se o Formulário de Candidatura para o projecto PP99, “*Superfícies Arquitectónicas Interactivas, Modeladas em Materiais Compósitos*”, entregue na Reitoria da Universidade do Porto, em 2010

⁵ KERCKHOVE, Derrick de, *A Pele da Cultura, Uma Investigação Sobre a Nova Realidade Electrónica*, Relógio de Água, Lisboa, 1997

Descrever-se-ão também uma série de materialidades distintas, não esquecendo a sua aplicabilidade na arquitectura pela finalidade comunicativa.

A dissertação insere-se numa linha conceptual que propõe alterar a visão estática da forma e materiais, assim como a reflexão da construção, a passividade com que os habitantes as utilizam, acentuando a ideia de interacção entre arquitectura/homem.

O estudo explicita a experimentação tecnológica, face ao desenvolvimento cultural e tecnológico, com vista a definir novos recursos e significações para a arquitectura. Para muitos outros estas novas significações poderão não ter qualquer sentido face a uma prática mais tradicional. Contudo, creio que o usuário é quem tem a capacidade de unir todas as vertentes projectuais, ao sentir e compreender o espaço construído, seja qual for a sua forma.

Partilha-se das abordagens que apelam para a dinâmica arquitectónica, as superfícies flexíveis, computadorizadas, reactivas⁶ e comunicativas. Podemos ainda conceber outras situações que podem ampliar a riqueza da experiência humana, comunicando com o indivíduo, nomeadamente mediante o uso e aplicação de inteligência e sensibilidade artificiais.

No limite a dissertação interessa-se sobre o que denominamos de casulo simbiótico, o lugar da simbiose e comunhão entre homem e matéria tecnológica. Neste novo habitat, que se imagina único e multifuncional, o indivíduo adquire a possibilidade e a capacidade de controlar e interagir com ambientes exteriores e interiores.

Em suma os objectivos da dissertação são contribuir para a reflexão sobre as novas tecnologias e as possibilidades que a sua aplicação oferece. Cremos que a sua aplicação poderá favorecer o estímulo dos sentidos humanos, a comunicação entre homem e matéria arquitectónica, influenciar determinados comportamentos, assim como acentuar a definição e caracterização do espaço, para pessoas com dificuldades.

⁶"Que faz reagir, que provoca reacção", Moderno Dicionário da Língua Portuguesa, Tomo 2, M/Z, Lexicoteca, Circulo de Leitores, 1985, p. 867

Como já foi referido a dissertação “O Casulo Simbiótico: Por Uma Arquitectura Interactiva”, foi desenvolvida em articulação com o PP99, coordenado pelo orientador desta dissertação e onde tive a oportunidade de participar, no âmbito de iniciação à investigação. No PP99 exploramos superfícies arquitectónicas que fomentem a interacção multissensorial do habitante com o espaço arquitectónico em que se insere. Nesta dissertação reflectimos sobre o “Casulo Simbiótico” e descrevemos a experiência prática que obtivemos no PP99.

O desenvolvimento do proposto foi estruturado em duas fases. A primeira parte, de âmbito teórico, cruza textos, conceitos e projectos, centrados no tema da arquitectura comunicativa, *media* e interactiva, procurando compreender a comunicação que se pode estabelecer com o público.

Seguidamente focamos os meios através dos quais a interacção poderá acontecer, isto é, quais os recursos, o *hardware* – (controladores, *arduinos*, motores e sensores), os *softwares*, entre outros que poderão fazer parte destes projectos.

A segunda parte, de âmbito prático, está relacionada com a minha participação, no PP99. Neste projecto, para além de se ter aprofundado o referido na primeira parte do trabalho, chegou-se ao projecto do protótipo de uma superfície arquitectónica com capacidade de alterar o espaço onde se insira e estabelecer a comunicação interactiva com os usuários do mesmo.

Parte I

Enquadramento Teórico

1 | Arquitectura Multissensorial

Sentidos e Significados

Na cultura contemporânea em que a imagem foi ganhando poder de forma desenfreada, é pertinente uma reflexão que reclame a participação de todos os sentidos, assim como a presença do corpo humano no fenómeno arquitectónico.

De acordo com o dicionário de língua portuguesa, os sentidos são a “*função psicofisiológica que consiste em experimentar certa espécie de sensação*”⁷, sendo na realidade todos eles importantes para a comunicação entre o homem e as formas naturais. É com base neles que o ser humano sente a arquitectura.

Desde a revolução industrial, às preocupações com a higiene e salubridade, que a relação do corpo com o espaço atenuou-se.

Maurice Merleau-Ponty defendia que o corpo humano deveria de estar no centro da vivência de uma experiência, sustentando que o corpo humano fosse considerado como um todo, para se compreender as consequências a um dado conjunto de estímulos.⁸

Juhani Pallasmaa, teórico de arquitectura, interessou-se pela compreensão do espaço, segundo os sentidos, tendo escrito:

*“I confront the city with my body; my legs measure the length of the arcade and the width of the square; my gazes unconsciously project my body onto the façade of the cathedral door, and my hand grasps the door pull as I enter the dark void behind. I experience myself in the city, and the city exists through my embodied experience. The city and my body supplement and define each other. I dwell in the city and the city dwells in me.”*⁹

Recorde-se que o arquitecto Le Corbusier, constituiu também uma referência, ao ter encarado o corpo como referencial arquitectónico e dessa forma ter definido o *Modulor*. Contudo o Movimento Moderno cultivou a mecanização e a procura de um padrão humano, pelo que as questões da sensibilidade e sentidos humanos foram minorizados. “*Desde a industrialização, o corpo integrou-se*

⁷ COSTA, J. Almeida, MELO, A. Sampaio e, *Dicionário da língua Portuguesa*, 6ª edição, Dicionários Editora, Porto Editora, p.1513

⁸ MERLEAU-PONTY, Maurice, *Phénoménologie de la Perception*, Gallimard, Paris, 1945

⁹ PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005, p. 40

como mera engrenagem incluída no dispositivo mecânico.”¹⁰ No entanto, para nós deverá ser a justificação mais verdadeira e importante para a arquitectura.

A estetização, enquanto encontro do belo, a estética da imagem, tornaram-se uma condição cultural, invadindo toda a sociedade. Segundo Neil Leach a arquitectura também se inseriu nesta condição, convencendo-se “*que os arquitectos devem ver o mundo através de representação visual – planos, secções, alçados, perspectivas (...). O mundo do arquitecto é o mundo da imagem.*”¹¹ Isto acabou por reduzir o significado projectual e comunicativo que a arquitectura deve conter. “*O facto de se privilegiar a imagem levou a uma compreensão empobrecida do espaço construído.*”¹² Geralmente as imagens são insuficientes para traduzir todo o significado de um espaço.

Como refere Pallasmaa “*Anthropological literature describes numerous cultures in which our private senses of smell, taste and touch continue to have collective importance in behavior and communication.*”¹³

Já Henri Lefebvre dizia que “*a imagem mata*”¹⁴ por esta não poder substituir totalmente a experiência e a riqueza do vivido ou sentido.

No seguimento desta exposição, a arquitectura, segundo Joseph Montañola, ao longo da história reflectiu inúmeras revoluções, acabando por se tornar “*insensível*”¹⁵, uma vez que este desenvolvimento a afastou do homem. Mais recentemente, com o desenvolvimento das tecnologias, foi possível a arquitectura experimentar os espaços virtuais, espaços que vinham sendo enunciados pela ficção.

Os momentos que registávamos com enorme riqueza pela captação sensorial foram perdendo o seu significado, como tal, neste contexto interessa-nos ressaltar porque é que as características do homem lhe permitem unir-se intensamente com o referencial construído, atendendo à sua importância na prática arquitectónica.

¹⁰ FURTADO, Gonçalo, FEIO, António, “O Corpo no Espaço da Técnica Digital”, *06 O Limite da Pele Arquitectónica*, FAUP, 2002

¹¹ LEACH, Neil, *A Anestésia da Arquitectura*, Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, p.25

¹² LEACH, Neil, *A Anestésia da Arquitectura*, Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, p.25

¹³ PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005, p.24

¹⁴ LEACH, Neil, *A Anestésia da Arquitectura*, Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, p.26

¹⁵ THORNBURG, Joseph Montañola, *Arquitectura y Transhumanismo*, vol. 1 de «Arquitectónica Séries», Barcelona, Edicions UPC, 2001, p.52

Expondo a questão dos sentidos, os **aromas** (por vezes associados ao paladar, devido à nossa memória gustativa) remetem-nos para as profundezas da nossa intimidade e memória, porque mais do que características da matéria arquitectónica, acabam por ser referências de quem habita a arquitectura. Segundo David Howes “o odor de um compartimento é a alma de um apartamento.”¹⁶

E Pallasmaa descreve, “*We need only eight molecules of substance to trigger an impulse of smell in a nerve ending, and we can detect more than 10,000 different odours. The most persistent memory of any space is often its smell. I cannot remember the appearance of the door to my grandfather’s farmhouse in my early childhood, but I do remember the resistance of its weight and the patina of its wood surface scarred by decades of use, and I recall especially vividly the scent of home that hit my face as an invisible wall behind the door. Every dwelling has its individual smell of home.*”¹⁷

O **som**, num espaço, permite caracterizar a sua dimensão e ocupação. Tais aspectos podem ser adulterados, intensificados ou atenuados, por forma a distorcer a nossa percepção do espaço real.

Nas palavras de Pallasmaa “*Sight isolates, whereas sound incorporates; vision is directional, whereas sound is omni-directional. The sense of sight implies exteriority, but sound creates an experience of interiority.*”¹⁸

Refere-se no entanto que o som pode fazer-nos aproximar ou afastar, e isso encontra-se dependente da sensibilidade de cada um perante um som.

O **tacto** como modo de descrição da plasticidade dos materiais, forma e temperatura, é importante para quem lê com as mãos. Não só é importante para sentir os obstáculos, como para criar relações de afinidade ou repugnância.

Mais uma vez Pallasmaa refere “*The skin reads the texture, weight, density and temperature of matter. The surface of an old object, polished to perfection by the tool of the craftsman and the assiduous hands of its users, seduces the stroking of the hand.*”¹⁹

¹⁶ HOWES, David, *Empire of the Senses: The Sensual Culture Reader, Sensory Formations Series*, New York, Berg Publishers, 2005, p.169

¹⁷ PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005, p. 54

¹⁸ PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005, p. 49

¹⁹ PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005, p. 56

Em suma o que conseguirmos ver na arquitectura deverá de ser mais do que um conjunto de volumes que ficam bem numa revista. As qualidades da luz, no desenho do espaço, definem a intensidade da arquitectura e caracterizam o espaço, mais do que meramente o sentido visual que se tem apoderado da natureza multissensorial da experiência arquitectónica.

Tendo em conta a importância do multissensorial, porque são os nossos sentidos que nos fazem perceber o construído, que nos atraem ou repelem, podemos referir a hipótese destes serem trabalhados e mediados através das novas tecnologias.

Sabendo que tudo afecta a compreensão da arquitectura, a união com as novas tecnologias pode contribuir para o restabelecimento do encontro com os sentidos, não esquecendo também que o mundo da simulação hiper-real anda a par com a cultura digital.

Segundo Peter Cook, *“Architecture is only a small part of city environment in terms of real significance; the total environment is what is important, what really matters. The object was to determine the effect total environment has on the human condition, the response it generates – and to capture, to express, the vitality of the city. We must perpetuate this vitality or the city will die at the hands of the hard planners and architect-aesthetes. (...) In the living city all are important. The triviality of lighting a cigarette, or the hard fact of moving two million commuters a day are both facets of the shared experience of the city.”*²⁰

Um exemplo comercial e prático que enfatiza a presença dos sentidos tem sido os avanços tecnológicos nas salas de cinema. O que inicialmente se via no grande ecrã, tornou-se intensificado com o associar do som *surround*. A experiência expandiu-se por todos os pontos da sala, mediante o uso realista do som. Posteriormente surgiu a visualização 3D, que pela utilização de óculos específicos, enriquece a nossa percepção fílmica, sentindo que fazemos parte da projecção.

Para o futuro fala-se na comercialização dos *smell buckers*, os livrinhos de cheiro que nos acompanharam nos filmes do cinema, enriquecendo a toda a experiência sensorial.

²⁰ COOK, Peter, *Archigram*, Princeton Architectural Press, 1999, New York, p. 20

Autores como Juhani Pallasmaa, referido anteriormente, e Alberto Perez-Gómez não fazem alusão, especificamente, à cultura contemporânea digital, mas o seu trabalho é de enorme importância pela referência que fazem ao envolvimento de todos os sentidos, que têm perdido significado em detrimento ao sentido visual.

A pergunta que poderíamos criticamente fazer, seria – e aqueles que não possuam capacidades visuais? Estarão impotentes para vivenciar a arquitectura? E como poderá a arquitectura transmitir as suas qualidades e potencialidades para além do percebido pelo olhar? O intuito deverá de ser o encontro e a presença de todos os sentidos na compreensão do espaço.

Ao fazer arquitectura, os arquitectos devem ser humildes, constatando que aquilo que se vê ou se sente, não é sentido da mesma maneira pelos demais. Como tal a arquitectura deve possuir permeabilidade com vista a oferecer respostas sensitivas e estimulantes a todos os que com ela comuniquem.

2 | Antevisões Cinematográficas

Muito do que os arquitectos futuristas anseiam para o futuro é antevisto, por exemplo, no cinema de ficção. A atenção a estas situações mostra-nos possibilidades antes de serem materializadas, propiciando uma tomada de opinião e a constatação sobre a sua viabilidade.



1. Filme Metrópolis, de Fritz Lang

Por exemplo, o cineasta Fritz Lang expressou no seu filme *Metrópolis*²¹ de 1927, aquilo que ele entendia como a vida nas cidades do futuro. Neste filme, todo o enredo é projectado para o século XXI, numa grande cidade governada por um empresário. Os trabalhadores vivem no subsolo, subjugados à acção das máquinas que sustentam toda uma cidade de arranha-céus, carros voadores e viadutos. O filme em si constituiu uma crítica à industrialização, cujo significado era a subjugação do homem à máquina e a perda dos seus sentimentos.²²

No entanto ao nível arquitectónico, o filme antevê a vida nas cidades, em parte tal como hoje a conhecemos. Uma antevisão das grandes metrópoles, em que a ocupação do solo na vertical, oriunda do advento do elevador, as máquinas e a mobilidade, tornaram-se numa premissa real.

Mais recentemente filmes como *The Gamers*,²³ *Surrogates*,²⁴ *Tron: Legacy*,²⁵ por exemplo, permitem-nos a possibilidade de conhecer uma realidade virtual, ligada à cibernética que se mistura com a realidade física.

²¹ "Metropolis is a 1927 German Expressionist film in the science-fiction genre directed by Fritz Lang. Produced in Germany during a stable period of the Weimar Republic, Metropolis is set in a futuristic urban dystopia makes use of this context to explore the social crisis between workers and owners inherent in capitalism, expressed by Karl Marx and Friedrich Engels." Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Metropolis_%28film%29 [consultado em Agosto de 2011]

²² LANG'S, Fritz, *Metropolis, Cinematic Visions of Technology and Fear*, Edited by Michael Minden and Holger Bachmann, Camden House, 2000

²³ "The Gamers is a 2002 very-low-budget cult film written and directed by Matt Vancil and produced by independent movie company Dead Gentlemen Productions. It is an affectionate spoof of role-playing games, and often shown at gaming conventions. (...) The movie flips between following a group of gamers in a dorm immersed in a role-playing game, and their characters (played by the same actors) as they journey through a world of fantasy and wonder to defeat a being known as "The Shadow" and rescue a princess."

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/The_Gamers_%28film%29 [consultado em Agosto de 2011]

²⁴ "Surrogates is a 2009 American science fiction-action film, based on the 2005–2006 comic book series of the same name. Directed by Jonathan Mostow, it stars Bruce Willis as FBI Agent Tom Greer who ventures out into the real world to investigate the murder of surrogates (...). The film's main concept centers around the mysterious murder of a college student linked to the man who helped create a high-tech surrogate phenomenon that allows people to purchase remote controlled humanoid robots through which they interact with society. These fit, good-looking, remotely controlled robots ultimately assume their life roles, enabling people to experience life vicariously from the comfort and safety of their own homes." Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Surrogates_%28film%29 [consultado em Agosto de 2011]

²⁵ "Tron: Legacy is a 2010 American science fiction film directed by Joseph Kosinski and produced by Steven Lisberger. It is a sequel to the 1982 film Tron(...)." Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Tron:_Legacy [consultado em Agosto de 2011]

Nestes filmes, as pessoas habitam os seus pequenos abrigos físicos, ampliando o espaço de forma virtual, através de interfaces, robots e computadores. A maioria do quotidiano é vivida num mesmo espaço, que através de componentes electrónicos abre a possibilidade de habitar segundo diferentes padrões. Talvez estes filmes sejam antevisões do que poderá vir a ser parte do futuro arquitectónico e vivencial próximo, em que o espaço da sala, o quarto ou até mesmo o escritório, tornar-se-ão parte de nós, e por sua vez, nós tornar-nos-emos parte deles.



2. Filme *The Gamers*, de Matt Vancil



3. Filme *Surrogates*, de Jonathan Mostow

Em *The Gamers*, as pessoas habitam o seu casulo, enquanto alguém robotizado representa a sua vida exterior. Todo o processo concretiza-se no momento em que se estabelece uma relação física entre o homem e o ecrã de computador ou de televisão.

Em *Surrogates*, dá-se a passagem do jogo, como acontece em *The Gamers*, para a vida no mundo real, vivida por robots, que ocupam o nosso lugar e desempenham as nossas tarefas em qualquer parte do mundo. Neste filme o homem liga-se a estes *cyborgs*, por um sistema que substitui o seu corpo na vivência, evitando riscos, acidentes e até mesmo o sentir de emoções.

A todos os filmes abordados fazemos uma referência crítica à crescente perda sensitiva, que afasta o lado sensível e humano do que é vivencial.

Tal sugere o possível desenvolvimento da vivência lado a lado ao híbrido mediado tecnologicamente, entre o físico e o digital. Na nossa opinião desejamos que tal não acarrete a perda da proximidade e a mistura da percepção sensitiva humana, ao contrário do que actualmente se antevê de forma frágil e desumanizada.

É necessário ressaltar que a experiência arquitectónica deve reflectir um explorar sensitivo. Deste modo a união da tecnologia à arquitectura deve ser feita para intensificar a experiência. De tal união devemos procurar experiências multissensoriais significativas e mais intensas.

3 | Novas Expressões Arquitectónicas

Neste capítulo da dissertação, pretende-se fazer referência à relação entre arquitectura e tecnologia diferenciando arquitectura *media*, arquitectura interactiva e domótica.

Todas estas vertentes arquitectónicas recorrem ao uso de tecnologias, baseando-se no entanto em ideologias diferentes entre si. O desafio é compreender como tais projectos estabelecem a comunicação com o homem, uma vez que o estudo remete para uma interacção multissensorial.

Relativamente aos projectos *media*, estes recorrem ao uso de pontos de luz – revestindo-se edifícios com imagens e mensagens para criticar a desenfreada proliferação de ecrãs digitais.

Os projectos de domótica visam solucionar problemas funcionais, automatizando a maioria das funções.

Relativamente aos projectos de arquitectura interactiva estes recorrem ao uso de superfícies digitais mas apelam à participação directa do homem na caracterização da pele ou do espaço, passando o homem de espectador a participante.

Com vista a perceber diferenças e comparações procedemos à análise de alguns projectos – casos de estudo, com o objectivo de compreender a relação/estímulo que estes estabelecem com o homem e de que forma com ele comunicam. Com este intuito a nossa atenção focou-se no tipo de sentidos estimulados e nos elementos a que se recorre para tal.

A escolha destes projectos não foi casual, estamos cientes que desde sempre que a arquitectura estabelece relações físicas e de comunicação com o homem. No entanto a maioria das situações acontece sem recurso a elementos tecnológicos, mas pela forma, materiais, cores, texturas e dimensões dos edifícios.

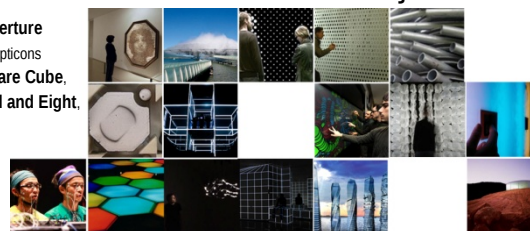
Centro Pompidou, Richard Rogers e Renzo Piano; **Arab World Intitut**, Jean Nouvel; **Eggs of Winds**, Toyo Ito; **Centro Cultural de Blois**, Herzog de Meuron; **Visions of Japan**, Toyo Ito; **My little piece of Privacy**, Niklas Roy; **D-Tower**, Nox; **Media Park**, Jean Nouvel; **Wooden Mirrors**, Daniel Rozin; **Blur**, Diller e Scofidio; **Concert Hall**, Jean Nouvel; **SenseWall**, Sense Bloom; **BIX**, Realities United e Peter Cook; **Aperture Façade Installation**, 4D Pixel, Daan Roosegaarde; **SPOTS**, Realities United; **Infinity Mirror**, Wind Silos, Ned Kahn; **Sleepwalkers**, Doug Aitken; **Kiefer Technic Showroom**, Ernst Gisellbrecht; **Led Action Façade**, Langarita Navarro; **Dreaming Wall**, A. Scarponi, S. Massa, F. Pedrini e B. Galassi; **Flip- Disc Display**; **100years HfG-Building**, Richard Roberts; **FLARE**, Staab Architects; **Sustainable dance Floor**, Daan Roosegaarde; **Crystal Mesh**, Realities United; **PP99**; **Living Light**, David Benjamin e Soo-in Yang; **Square Cube**, 1024 (Ex-EXYZT); **555-Kubik**, Urban Screen; **Articulated Cloud**, Ned Kahn; **Electric Stimulus**, Daito Manabe; **N- Building**, Teradadesign + Qosmo; **Kinetic Sculpture**, Joe Gilbertsons; **One Hundred and Eight**, Nils Völker; **Ada-**

Intelligent Room, INI; **Kinetic chandelier SILKE**, Sebastian Neitsch; **New Angles**, Supernature; **Goethe Institute in Barcelona**, Sebastian Neitsch; **Dynamic Tower**, Davis Fischer



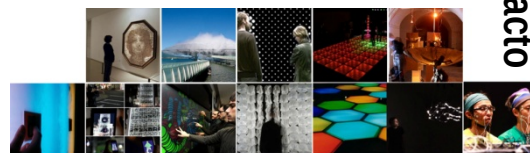
VISUAL

Wooden Mirrors, Daniel Rozin; **Blur**, Diller e Scofidio; **Aperture Façade Installation**, 4D Pixel, Daan Roosegaarde; **Panopticons Singing Ringing Tree**, Tonkin Liu; **Flip- Disc Display**; **Square Cube**, 1024 (Ex-EXYZT); **Sense Wall**, Sense Bloom; **One Hundred and Eight**, Nils Völker; **PP99**; **Electric Stimulus**, Daito Manabe; **Ada-Intelligent Room**, INI; **Kinetic chandelier SILKE**, Sebastian Neitsch; **Goethe Institute in Barcelona**, Sebastian Neitsch; **Dynamic Tower**, Davis Fischer; **Sound Pavilion**, Doug Aitken;



AUDIÇÃO

Wooden Mirrors, Daniel Rozin; **Blur**, Diller e Scofidio; **Aperture Façade Installation**; **Sustainable dance Floor**, Daan Roosegaarde; **Hearing a reality**, Richard Roberts; **PP99**; **N-Building**, Teradadesign + Qosmo; **sense Wall**, Sense Bloom; **One Hundred and Eight**, Nils Völker; **Ada- Intelligent Room**, INI; **Kinetic chandelier SILKE**, Sebastian Neitsch; **Electric Stimulus**, Daito Manabe



Tacto

Blur, Diller e Scofidio; **In/Odore**, Diverseright Studio; **PP99**



oLFACTo

4. Compilação de casos de estudo e os sentidos com que estabelecem a comunicação com o homem

A figura (figura nº4) ilustra a recolha realizada de vários projectos e a sua separação segundo os sentidos estimulados. Na presente dissertação não serão apresentados todos os projectos expostos mas apenas os que para nós são os mais exemplificativos do que se pretende expor.

Percepcionamos um espaço quando ao percorre-lo se identificam tonalidades de luz, que ao longo do dia desenham diferentes ambientes, ouvimos o ranger do abrir de uma porta ou janela, assim como o cheiro da madeira ou da pedra embutida, ou sentimos as texturas dos diferentes materiais. Todos estes factores constituem estímulos sensoriais que conseguimos descrever de olhos fechados.

No entanto a actual cultura digital, oferece-nos recursos *media* e reactivos, construindo-se a interacção segundo dois factores - o objecto (e a variada possibilidade de situações que este pode oferecer) e o homem (dotado de capacidades psicofisiológicas que lhe permite interagir e modificar as possibilidades oferecidas pelos próprios objectos). Interessa-nos pensar numa arquitectura que promova a capacidade de presentear escolhas ao homem.

De um ponto de vista menos tecnológico e mais sociológico, recorda-se que a interactividade também teve lugar, inicialmente, sem o recurso à máquina.

Por exemplo, os primeiros livros interactivos eram aqueles em que o leitor escolhia o rumo da história. Durante a leitura eram-lhe oferecidas possibilidades de escolha e este avançava rumo a uma situação ou a outra segundo as opções que tomava.

As telenovelas, também têm oferecido esta possibilidade, através da escolha e interacção colectiva (e não singular, como nos referidos livros). No decorrer do enredo emitido, o espectador pode enviar uma mensagem telefónica, ditando o rumo da história e progressivamente o seu fim.

Em suma o significado de interacção é permitir escolher, intervir, participar, à procura de novos parâmetros de significação, e é isso que nós também procuramos para a arquitectura.

3.1| Arquitectura *Media*

Na nossa opinião a arquitectura *media* exhibe, não nos permite fazer escolhas. Trata-se de uma arquitectura que usa elementos digitais como elemento projectual, mas reduz esses elementos apenas ao revestimento de edifícios, atribuindo-lhe qualidades comunicativas e simbólicas. Normalmente está associada ao uso de leds e *neons* que funcionam como *pixéis*.

De certa forma os projectos de arquitectura *media* tinham o intuito de contestar a excessiva utilização de *billboards*²⁶ e ecrãs digitais, nossos conhecidos por caracterizarem a paisagem de grandes cidades, como Nova Iorque, Las Vegas ou Tóquio.

A *media* arquitectura, em grande medida refere-se a edifícios cujas superfícies funcionam como ecrãs digitais, de grandes dimensões, contudo a sua incorporação é antevista desde o início do projecto, sendo incorporados como parte da arquitectura, contrariando os ecrãs digitais propagandistas colocados em cima da pele dos edifícios, como algo autónomo ao projecto.

Peter Cook, co-fundador dos Archigram refere *"'Fashion' is a dirty word, so is 'temporary', so is 'flashy'. Yet it is the creation of those things are necessarily fashionable, temporary or flashy that has more to do with the vitality of cities than 'monument buildings'. The pulsation of city life is fast, so why not that of its environment? It reflects rise and fall coming and going...change. So why not build for this?"*²⁷

Conceptualmente é diferente ter um edifício que serve de suporte para propagar uma mensagem, ou ter um edifício em que ele próprio é a mensagem que se pretende comunicar. No caso da arquitectura *media* são incorporadas peles digitais ou fachadas *media* que comunicam com o homem. Este absorve o conteúdo simbólico do edificado, recordando-se memoravelmente do edifício e não de uma campanha publicitária.

²⁶ "A billboard is a large outdoor advertising structure, typically found in high traffic areas such as alongside busy roads. Billboards present large advertisements to passing pedestrians and drivers. Typically showing large, ostensibly witty slogans, and distinctive visuals, billboards are highly visible in the top designated market areas." Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Billboard> [consultado em Maio de 2011]

²⁷ COOK, Peter, *Archigram*, Princeton Architectural Press, 1999, New York, p.23

Durante a nossa recolha deste tipo de projectos, encontramos situações em que há a consciência de que qualquer elemento comunicativo deverá de fazer parte da arquitectura - ser arquitectura. Noutras situações apercebemo-nos que estes tipos de elementos não são pensados enquanto acto do projecto arquitectónico, mas como uma qualidade adaptativa, inerente a um acontecimento (evento ou publicidade), perdendo em parte o conceito inicial deste desenvolvimento.

A ter em conta é também a questão da estética, se estamos presentes edifícios portadores de imagens – que de forma intrínseca suportam elementos *media*, ou se são edifícios que ao longo do tempo acabam por ser totalmente descaracterizados, porque a sua existência nunca foi pensada para comportar este tipo de situações.

Muitos autores, perante este tipo de projectos, não só criticaram o excesso de imagem e publicidade, como também o falsear de uma realidade arquitectónica empobrecida, contrapondo em cima dos edifícios devolutos imagens-cartaz do edifício em pleno estado de ascensão, em prole do belo e sedutor. Em cidades como Roma, Barcelona, Moscovo, e até mesmo no Porto, edifícios em ruína são vestidos de imagens-cartaz, ou *posters*, acabando por falsear a ideia verdadeira da cidade.



5. The New York Times Tower

Historicamente foi no século XIX, que a luz eléctrica trouxe dinamismo às cidades e habitações. Após a sua inserção cada vez mais densa, em cidades como Nova Iorque surge o primeiro edifício com uma fachada *media* – o New York Times Tower (1928).²⁸ A fachada transformava-se num ecrã girante que dava a conhecer diversas notícias e mensagens.



6. De Volharding, de W. Buijs e J. Lursen

No mesmo ano, De Volharding, projecto de W. Buijs e J. Lursen, com uma enorme fachada envidraçada, continha uma banda horizontal de painéis que também emitiam diversas informações. *“Designed to facilitate nighttime advertising, silhouetted letters placed behind glass panels and bricks carried messages for the Dutch socialist cooperative, De Volharding.”*²⁹

²⁸ BRILL, Louis M. *“Its first actual connection to the sign industry was in 1928 when the New York Times encircled its building with its famous “zipper” headliner. This was one of the earliest outdoor incandescent message reader boards that provided the passing public with electronic messages about the breaking news as it happened. In an interesting note, Times Square is now flooded with various evolved reader boards (Reuters, ABC, Morgan Stanley, etc) all based on the original 1928 Times Tower electric message board.”*

Veja-se <http://nyc-architecture.com/MID/MID104.htm> [consultado em Maio de 2011]

²⁹ Veja-se <http://creativity-online.com/news/nocturnal-skins/141116> [consultado em Julho de 2011]

Estes dois edifícios anteciparam uma relativa revolução na arquitectura. No entanto a desenfreada aplicação de sistemas digitais em edifícios existentes deu origem ao que Neil Leach apelidou de “*cultura de consumo irreflectido (...) O Design arquitectónico é reduzido a um jogo superficial de formas de sedução (...)*”³⁰ vazias e sem significado.

O ambiente arquitectónico caiu de forma inconsciente num excesso de imagens e informação incapazes de serem absorvidas pelo homem – originando um “*êxtase da comunicação.*”³¹

Jean Baudrillard defendia que vivíamos num mundo com cada vez “*mais informação mas menos sentido.*”³² Outros autores debateram esta questão e Guy Debord publicou um livro após a publicação de *Complexity and Contradiction in Architecture* de Robert Venturi, onde critica e opõem-se ao mundo das imagens que Venturi defendeu, alegando que culminaríamos numa sociedade alienada.

Nas palavras de Debord “*In Societies dominated by modern conditions of production, life is presented as an immense accumulation of spectacles. Everything that was directly lived has receded into a representation.*”³³ Nesta obra, o prólogo de Feuerbach, explicita toda a mensagem que se pretende indagar, de forma bastante directa: “*But for the present age, which prefers the sign to the thing signified, the copy to the original, representation to reality, appearance to essence...truth is considered profane, and only illusion is sacred. Sacredness is in fact held to be enhanced in proportion as truth decreases and illusion increases, so that the highest degree of illusion comes to be the highest degree of sacredness.*”³⁴

Certo foi que toda a sedução inerente a cidades como Nova Iorque, Las Vegas ou Tóquio, tornou-se excessiva e carente de significados, uma visão de

³⁰ LEACH, Neil, *A Anestésia da Arquitectura*, Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, p.7

³¹ BAUDRILLARD, Jean, *The Ecstasy of Communication; Semiotext (e)*, Nova Iorque, 1988, in LEACH, Neil, *A Anestésia da Arquitectura*, Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, p.13

³² BAUDRILLARD, Jean, *The Implosion of Meaning in the Media*, in *Simulacra and Simulation*, Trad. Sheila Faria Glaser, University of Michigan Press; Ann Arbor, 1994, p.79. [“A Implosão do sentido nos media”, in *Simulacros e Simulação*, Trad. M^o João da Costa Pereira, Relógio d’Água, Lisboa, 1991, p.104

³³ DEBORD, Guy, *Society of the spectacle*, Rebel Press, London, p.7, http://books.google.com/books?id=yBB4f_dQ3rIC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false [consultado em Agosto de 2011]

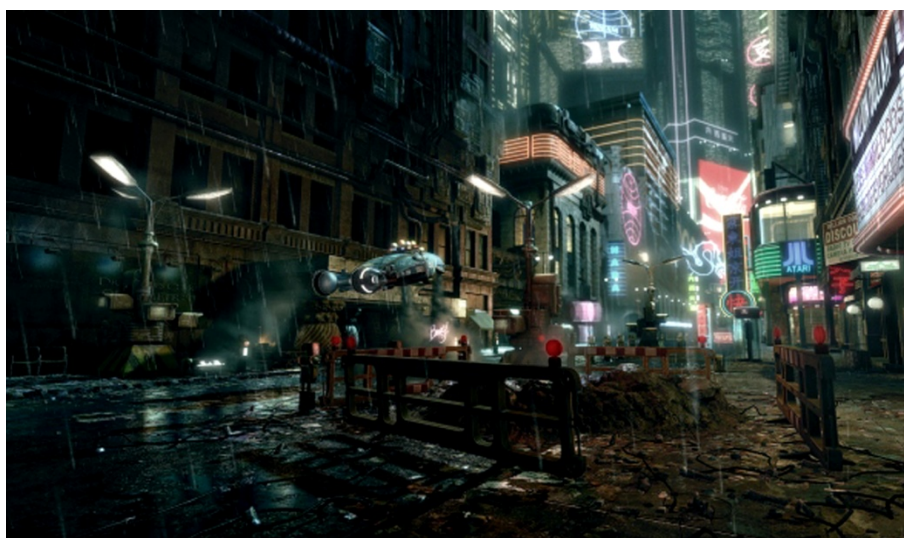
³⁴ DEBORD, Guy, *Society of the spectacle*, Rebel Press, London, p.6, http://books.google.com/books?id=yBB4f_dQ3rIC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false [consultado em Agosto de 2011]

espectáculo para deliciar os olhos dos espectadores,³⁵ uma vez que tal “*sedução reprime qualquer busca de significado*.”³⁶

Respondendo ao problema de falta de inserção e conteúdo destes meios na arquitectura, ao longo do século XXI, registaram-se novos projectos *media*. Edifícios que apostaram nas tecnologias para criar *landmarks* e registar significados.

3.1.1 | Exemplos de Projectos de Arquitectura *Media*

Tentando compreender o fenómeno complexo do mundo dominado pela electrónica, Toyo Ito, critica a cidade e um estilo de vida simulado pelo excesso de imagem, realizando alguns projectos de arquitectura *media*. Munindo-se de influências cinematográficas, como por parte do filme *Blade Runner*,³⁷ caracterizado por uma cidade elevada na vertical onde perpetuam, em todos os pontos da mesma, a iluminação artificial dos reclames, dos *néon* e dos ecrãs digitais.



7. Filme Blade Runner, de Ridley Scott

O projecto Egg of Winds (1990-91) de Toyo Ito, é uma escultura localizada na entrada do complexo residencial Okawabata Rivercity, em Tóquio. A forma

³⁵ LEACH, Neil, *A Anestésica da Arquitectura*; Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, pp.106-127

³⁶ LEACH, Neil, *A Anestésica da Arquitectura*; Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, pp.106-127

³⁷ “Blade Runner is a 1982 American science fiction film directed by Ridley Scott (...).The film depicts a dystopian Los Angeles in November 2019 in which genetically engineered organic robots called replicants—visually indistinguishable from adult humans—are manufactured by the powerful Tyrell Corporation as well as by other “mega-manufacturers” around the world.” Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Blade_Runner [consultado em Agosto de 2011]



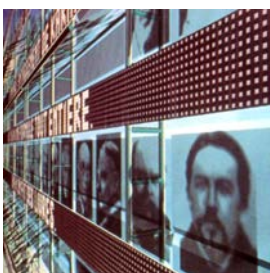
8. Egg of Winds, Toyo Ito
Vista de dia

ovalada parece que paira no ar, sendo pouco perceptível durante o dia, porque apenas reflecte a luz solar. Durante a noite cinco projectores instalados no interior do edifício projectam diversas imagens sobre a sua superfície, chamando assim à atenção para a perda de realidade da vida urbana, frequentemente associada à cultura visual.³⁸



9. Egg of Winds, Toyo Ito, Vista de noite

Visions of Japan (1991) é outro projecto em que Toyo Ito pretendeu mostrar as suas visões sobre a cidade japonesa, através de projecções em fachadas de cristal líquido, no museu Victoria and Albert em Londres, aliando as propriedades do vidro a projecções.

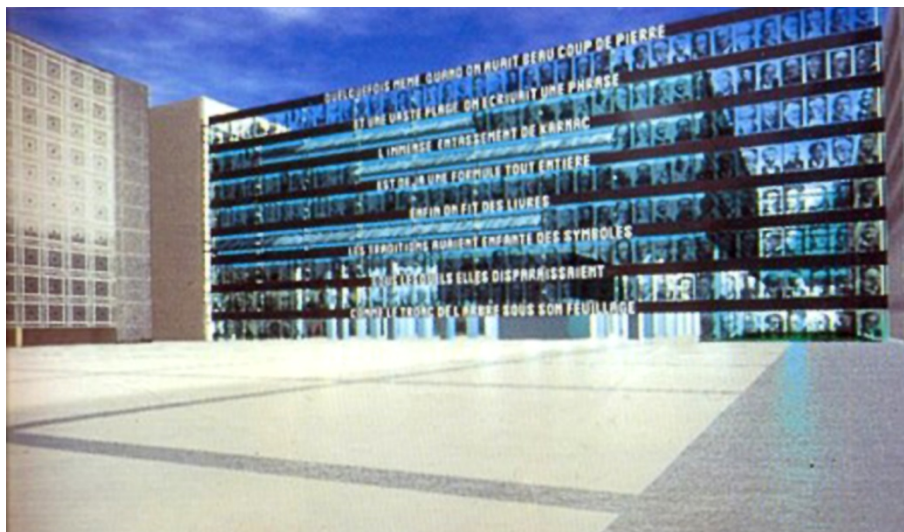


10. Centro Cultural de Blois,
Herzog de Meuron
Pormenor da Fachada

Ainda na década de 90, Herzog de Meuron apresentaram um projecto, que apesar de não ter sido construído introduzia também a linguagem electrónica na superfície do edifício do Centro Cultural de Blois. Neste projecto, faixas de painéis electrónicos horizontais complementavam a estrutura de toda a superfície. As faixas verticais exibiam imagens que eram ritmadas por mensagens que apareciam nas faixas horizontais, conferindo-lhe uma dinâmica de mudança, associada à velocidade. Neste, os arquitectos tentaram articular dois modos diferentes de desenhar a fachada – o físico e estrutural (estático) em

³⁸ "Toyo Ito is one of the world's most innovative and influential architects. Ito is known for creating extreme concept buildings, in which he seeks to fuse the physical and virtual worlds. He is a leading exponent of architecture that addresses issues of the contemporary 'simulated' city." Fonte: <http://www.designboom.com/eng/interview/ito.html> [consultado em Abril de 2011]

paralelo com os textos e imagens (dinâmico), propondo a exploração desta estética na arquitectura.



11. Centro Cultural de Blois, Herzog de Meuron

Jean Nouvel foi também outro arquitecto que explorou as qualidades dos materiais em sintonia com as novas tecnologias. Cruzando uma estética *media*, num registo acentuadamente visual, o autor procurava dissimular o edifício Media Park (1990).

Tal como Toyo Ito, em *Visions of Japan*, Nouvel, considerava as propriedades do vidro interessantes para a arquitectura, pelas variações que nele podem ocorrer ao longo do dia. Nas palavras de Pallasmaa “*Transparency and sensation of weightlessness and flotation are central themes in modern art and architecture.*”³⁹

Neste projecto, Nouvel pretendia comunicar a identidade programática interior do edifício. Na fachada frontal deste, pretendia dissolver a espacialidade estrutural, pela artificial e simbólica espacialidade das imagens projectadas, assim, Nouvel criou um edifício tela com imagens estáticas por detrás da fachada. Simultaneamente associavam-se os movimentos das pessoas, no seu interior, como o movimento dos elevadores, atribuindo um contraste rítmico entre as deslocações verticais e horizontais.

Desta forma o arquitecto aludiu ironicamente à proibição do modernismo purista, segundo o qual a arquitectura deve representar-se a si mesmo.⁴⁰

³⁹PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005, p. 32

⁴⁰RUBY, Ilka & Andreas, *Räumliche Kommunikation, Über Eine Qualität Von Medienarchitektur in der Arbeit von Realities: United / Spatial Communication, a New Quality of Media Architecture in the Work of Realities: United*, p.41

Do mesmo arquitecto podemos ainda referir o projecto para o *Concert Hall*, onde no interior de um volume translúcido são projectadas imagens de vídeo. A parede translúcida é atravessada por imagens em direcção ao exterior, originando um volume imponente, que actua como um todo azul brilhante. Tais imagens são projectadas numa tela translúcida presa à estrutura do edifício. O seu interior, rico em projecções, acaba por criar uma experiência aos visitantes entre o real e o virtual.



12. Concert Hall, Jean Nouvel



13. BIX, Realities United e Peter Cook
Pormenor da fachada, os néons

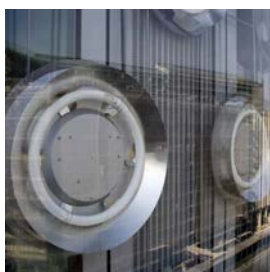
Mais recente, o edifício BIX⁴¹ (2003), da autoria de Peter Cook (co-fundador da Archigram) e Colin Fournier, no centro histórico de Graz, propõe a fusão da fachada com os novos *media*. Atribui o significado de ponto de luz a *pixel*, de forma que os pontos de luz, correspondem a *pixéis* de uma imagem dinâmica, definindo a pele deste edifício. Segundo uma dada programação este funciona como um ecrã de ritmos que acompanham as dinâmicas citadinas.

Neste projecto os dispositivos tecnológicos encontram-se integrados, conferindo vivacidade ao edifício, de acordo com os variados impulsos de luz. BIX dispõe de uma tecnologia de baixa resolução capaz de exibir animações nos seus 900m² de superfície. Toda a estética deriva das animações especiais, diferenciando-se do que antes era alvo de ataque por descaracterizar a arquitectura.

⁴¹ Veja-se http://www.realities-united.de/#PROJECT_69,1 [consultado em Dezembro de 2010]



14. BIX, Realities United e Peter Cook



15. Spots, Realities United
Pormenor da fachada

O projecto Spots⁴² (2005) de Realities United tem um cariz diferente dos projectos expostos anteriormente, onde se critica o colocar de peles artificiais sobre edifícios existentes. Contudo o projecto é em parte a reabilitação de um edifício de escritórios desocupado em Potsdamer Platz. A ideia foi a de atrair possíveis investidores para este edifício, tornando-o, com uma estética *media*, numa espécie de *landmark* da cidade.

Poderia ter sido aplicado um revestimento exterior convencional para a reabilitação deste, contudo a cultura digital ditou a solução para este projecto.

Recorde-se a profunda heterogeneidade intrínseca ao movimento pós-moderno que desenha a cidade e o edifício em âmbitos distintos, desencadeando alguma desqualificação. Neste projecto a utilização de diferentes tipos de lâmpadas, como se cada uma fosse um *pixel*, possibilitou um ecrã gigante, de baixa resolução, que apelava à atenção das pessoas. O edifício funde-se nas dinâmicas citadinas, relacionadas com o movimento dos veículos e o brilho nocturno das luzes da cidade.

⁴² Veja-se <http://www.realities-unique.de/#PROJECT,81,1> [consultado em Dezembro de 2010]



16. Spots, Realities United



17. Crystal Mesh, Realities United
Pormenor da fachada

Outro projecto pertinente de se referir é o projecto Crystal Mesh⁴³(2009), de Realities United, uma fachada *media* para o complexo de edifícios ILUMA em Singapura. Nos projectos anteriormente apresentados, dá-se a importância da utilização do *led*, pelas suas propriedades e baixo custo, o que não acontece neste. A fachada é definida por 3000 módulos, de policarbonato, onde 2/3 dos quais contêm tubos de luz fluorescente. À noite, as barras de luz sobrepõem-se à estrutura, dividindo a fachada segundo diferentes tipos de padrões. O edifício define ritmos que contradizem os ritmos citadinos, dinâmicas marcadamente verticais contrastam com os ritmos horizontais dos veículos e das pessoas. As dinâmicas fluidas definidas pelos pontos de luz hexagonais, remodelam a sua forma, quebrando virtualmente a rectidão das suas linhas construtivas.

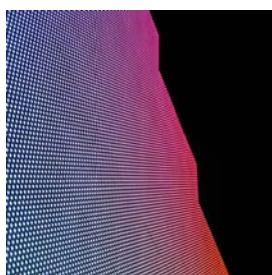
Comum a todos estes projectos, é o aliar de dinamismo que se sobrepõe à envolvente estática. Os seus brilhos acabam difundidos e reflectidos no ambiente próximo.

Relativamente ao conceito do projecto Crystal Mesh, este foi criticado por se utilizarem *néons*, existentes desde os anos 60. Contudo podemos interpretar este conceito de fachada dinâmica como interessante dado que para distorcer a imagem do edifício recorre ao movimento dos módulos de policarbonato. Durante o dia a fachada distorce a luz solar e à noite distorce a luz artificial. Por outro lado este projecto é também uma crítica ao uso excessivo de *leds*, presentes no mercado, demonstrando uma diferença estética.

⁴³ Veja-se http://www.realities-union.de/PROJECT_138_1 [consultado em Janeiro de 2011]



18. Crystal Mesh, Realities United



19. Led Action Facade, Langarita Navarro Arquitectos
Pormenor da fachada

O projecto Led Action Facade⁴⁴ (2008), de Langarita Navarro Arquitectos é um exemplo de fachada *media*, também sobreposta a um edifício já existente, contudo não com o intuito de dinamizar o edifício onde se insere, mas sim a praça envolvente. Segundo os autores, houve a necessidade de actualizar a cidade não só ao nível das infra-estruturas mas também relativamente à aplicação das tecnologias no espaço publico.⁴⁵ A ideia foi a comunicação com a envolvente, fazendo com que se construi-se uma identidade para o lugar, sem que essa fosse comercial, como acontece em Times Square.

A superfície consiste numa matriz regular de *leds* RGB dispostos em cones de alumínio, resultando numa fachada *media*, que comunica e aproxima os visitantes e moradores daquele espaço. Complementarmente definiu-se um ponto de encontro no espaço publico. Pela ocupação e dinâmica artificiais da empena de um edifício, acaba por haver uma ocupação presencial e interventiva por parte dos moradores, que saem à rua, reunindo-se neste novo ponto de encontro citadino.

A ocupação é relacionada com as características vivas de um local que se pretende oferecer para se ocupar, e este oferece não só o abstracto de algumas imagens dinâmicas, como informações sobre a envolvente próxima, dadas de outra perspectiva (como a rasterização da envolvente, mapas da cidade, vista de edifícios próximos, entre outros conteúdos).

⁴⁴ Veja-se <http://www.langarita-navarro.com/eng/index.php?/project/led-action-screen/> [consultado em Abril de 2011]

⁴⁵ Veja-se <http://www.langarita-navarro.com/eng/index.php?/project/led-action-screen/> [consultado em Maio de 2011]



20. Led Action Facade, Langarita Navarro Arquitectos

Para finalizar a nossa exploração sobre a arquitectura *media*, onde explicitámos as vertentes simbólicas, de qualificação de espaço e de comunicação com o homem, deste tipo de arquitectura, através do sentido visual, mencionamos mais um projecto.

Este recorre a um sistema de projecções desconstruindo o construído, conduzindo-nos para um mundo para lá do simbólico – para o imaginário.

Este projecto é um misto de projecções, performance, arquitectura e artes visuais, promovendo o encontro com um espaço ficcional, possível de ser simulado e percebido pelo sentido visual.

O projecto intitula-se 555Kubik,⁴⁶ dos Urban Screen e é bastante irreverente porque ousa quebrar a visão estática. Trata-se de uma projecção bidimensional, cujo mapeamento nos alude à terceira dimensão, numa escala de grandes dimensões, em toda a fachada da Galeria de Arte Contemporânea em Hamburgo. O revestimento modular, original do edifício, permitiu acentuar a ideia de tridimensionalidade, assim como a desmaterialização da própria fachada, através de projecções que nos conduzem a um mundo visualmente próximo do virtual.

⁴⁶Veja-se <http://www.urbanscreen.com/usc/41> [consultado em Novembro de 2010]

O projecto é descrito nos seguintes termos: *“The conception of this project consistently derives from its underlying architecture – the theoretic conception and visual pattern of the Hamburg Kunsthalle. The Basic idea of narration was to dissolve and break through the strict architecture of O. M. Ungers “Galerie der Gegenwart”. Resultant permeability of the solid facade uncovers different interpretations of conception, geometry and aesthetics expressed through graphics and movement. A situation of reflexivity evolves – describing the constitution and spacious perception of this location by means of the building itself.”*⁴⁷



21. 555Kubik, Urban Sreen

Após a análise de alguns projectos existentes é nos possível referir que a estética destas animações, diferente das tradicionais imagens publicitárias, atribuindo ao edifício uma imagem única e dinâmica, contudo fazemos crítica à forte presença do sentido visual, como o único a estabelecer a comunicação no reconhecimento destas novas ‘estéticas’.

⁴⁷Veja-se <http://www.urbanscreen.com/usc/41> [consultado em Novembro de 2010]

3.2| Arquitectura Domótica



22. As várias aplicações da Domótica quando instalada numa habitação

A exposição que se segue centra-se numa outra vertente arquitectónica que tem ganho relevância contemporânea e uma crescente aplicação nos edifícios.

A Domótica é talvez o que temos mais próximo em arquitectura, que recorre a componentes electrónicos para responder a problemas funcionais, melhorar a nossa qualidade de vida e reduzir consumos energéticos.

De certa forma constitui algo que também estabelece a interacção entre a arquitectura e o usuário, interligando espaços e actividades de forma automática, automatizando funções e contribuindo para uma melhor vivência.

Fernandes e Cannatá elegem Luís Kanh para reflectir sobre o espaço doméstico, *“Façamos uma reflexão...sobre as características abstractas de ‘a casa’, ‘uma casa’, ‘a nossa casa’. ‘A casa’ é a abstracta definição de espaço, bom para viver. A casa é a forma; na mente deveria residir sem um aspecto preciso, sem dimensões. ‘Uma casa’ é a interpretação condicionada destes espaços. Isto é o projecto. Na minha opinião, a qualidade do arquitecto depende mais da sua capacidade de entender o que é a casa, do que do seu projecto de uma casa, que é um acto contingente. ‘A nossa casa’ indica a casa e quem nela habita. Torna-se diferente para cada um dos habitantes.”*⁴⁸

Com o intuito de aprofundar um pouco mais a temática desta dissertação e do PP99 frequentamos um *workshop* intitulado – “A Domótica na Casa do Futuro,” da empresa TouchDomo. Tal permitiu-nos compreender os sistemas existentes e de que forma esses actuam na arquitectura.

O seu ênfase é sobretudo funcional, associado ao conceito de automatização de funções, tanto em edifícios de habitação como de serviços (no caso dos grande edifícios é chamada de gestão técnica centralizada – GTC).

Correntemente a domótica é também apelidada de ‘casa inteligente’, porque nela introduzem-se elementos que melhoram a eficiência e controlo de energia, conforto e segurança de habitações, e tudo isso pode ser controlado por um interface, dentro da habitação, ou fora da mesma, permitindo que as pessoas poupem tempo para outras actividades. Controla também os gastos numa habitação, atenuando os desperdícios e diminuindo as despesas.

⁴⁸ KAHN, Luís, in FERNANDES, Fátima e CANNATÀ, Michele, *Casa Inteligente protótipo de casa contemporânea*, Concreta, Edições ASA, 2002

Refira-se que as aplicações da domótica são variadas, e cada vez mais comuns. Incluem o controlo da iluminação, a abertura de persianas e toldos da casa, permite melhoras significativas e menores falhas na segurança através de sistemas de alarme avançados e dispositivos de infravermelhos que detectam a presença de intrusos.

Dispõem de serviços de apoio a pessoas com dificuldades especiais, e permite que o sistema de climatização seja o mais eficaz, estabelecendo relações de temperatura segundo meios naturais ou artificiais, por forma a manterem-se níveis ideais. Adequa também o sistema de rega do jardim e a temperatura da água da piscina, assim como oferece soluções para criar ambientes seguros e confortáveis, através de sistemas de alerta em caso de fuga de gás ou de alguma intrusão no espaço habitacional.

A incorporação e actuação do cérebro domótico, em edifícios, é algo que já não nos impressiona. No entanto para o sistema entrar em acção é necessária uma base tecnológica. Existem inúmeros sistemas, segundo diferentes fornecedores, como o X10⁴⁹, o LonWorks⁵⁰, KNX⁵¹, entre outros.

A empresa TouchDomo, tomada aqui como exemplo da prática da Domótica, aposta na tecnologia KNX.

Esta tecnologia utiliza um único cabo de comunicação e/ou de redes sem fios, sendo que este cabo realiza uma ligação em serpente por todo o edifício, chegando aos pontos que devem estar interligados. Ao contrário do sistema tradicional em que havia um sensor exterior para cada aplicação, na domótica tal não acontece e o controlo pode acontecer com apenas um único interface.

⁴⁹ "X-10 é um protocolo que permite comunicar e controlar iluminação, e ou dispositivos electro-electrónicos de uma casa através da instalação eléctrica 110-220V existente. X10 é talvez o sistema de automação com mais módulos e software, o sistema pode utilizar a rede do sector 220/110V para transmitir sinais, usar rádio frequência, controlar sistemas de temperatura ou presença, dispositivos, comunicar pela internet ou sms, usar video cams remotas, utilizar integração com sistemas de wireless, exercer e controlar sistemas de segurança e prevenção de acidentes (Detecção de fumos, incêndios e inundações." Fonte: <http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/70/44/> [consultado em Agosto de 2011]

⁵⁰ "Lonworks é um padrão de protocolo de rede especificamente dirigida ao desempenho, confiabilidade de aplicações de controlo. A plataforma é construída em um protocolo de baixa largura de banda criado pela estado-unidense Echelon Corporation na década de 1990 para dispositivos de controlo para funcionar sobre par trançado, transmissão de dados sobre a rede eléctrica, cabo de par trançado, fibras ópticas e rádio frequência. É muito popular para automação de varias funções prediais como a iluminação, ar condicionado e climatização (HVAC)." Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/LonWorks> [consultado em Agosto de 2011]

⁵¹ "KNX is a standardized (EN 50090, ISO/IEC 14543), OSI-based network communications protocol for intelligent buildings. KNX is the successor to, and convergence of, three previous standards: the European Home Systems Protocol (EHS), BatiBUS, and the European Installation Bus (EIB or Instabus). The KNX standard is administered by the KNX Association." Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/KNX_%28standard%29 [consultado em Agosto de 2011]

Por outro lado, no sistema tradicional, quantas mais fossem as aplicações pretendias maior seria o investimento. Com a domótica a proporção é inversa, *“quanto mais aplicações individuais forem utilizadas no projecto, maior será o retorno em termos de custos.”*⁵²

(Que não se conclua que a domótica dispensa o sistema eléctrico tradicional; a domótica utiliza antes um único cabo para relacionar funções, mas estas têm o seu sistema eléctrico de alimentação normal).



23. Sistema de instalação da Domótica

Paralelamente ao desempenho do dispositivo domótico desenrola-se a acção humana aliada ao sistema. De facto para que a acção se dê é necessária a intervenção do homem através de um interface - telemóvel, computador ou comando, fazendo com que a casa inteligente funcione.

A nosso ver, o homem para viver num ambiente interactivo e automatizado, deve usufruir da interacção mais do que se subjugar a um interface.

Se há muito que a automatização é possível, esta sempre foi despoletada pela acção humana e o que se deseja destes projectos é que a acção humana seja identificada por meio de sensores que actuem no ambiente exterior e interior segundo tal, substituindo a utilização de interfaces.

Desta forma a habitação será constituída por uma rede de sensores para a captação de diversos parâmetros (presença de pessoas, temperatura interior ou

⁵² CD de apresentação do Workshop *A Domótica na Arquitectura do Futuro*, QMSC Formação e TouchDomo, diapositivo 22 de 133

exterior, a falta de energia, gestão de água ou gás, incêndio, luminosidade, vento, humidade, os níveis de CO₂) e paralelamente existiriam actuadores que controlavam os elementos, melhorando o conforto.

Suplementarmente poderíamos ainda ter os interfaces ou comandos para o caso de ser necessário o controlo manual. Se o espaço se automatiza-se para as nossas necessidades, não teríamos que nos preocupar com a sua programação.

Nestes contextos, o espaço habitacional acabou por deixar de ser directamente reconhecido pelas suas dimensões sensoriais. A aceleração dos acontecimentos e novidades dificulta a toma de opções consistentes. No entanto há projectos de domótica relevantes, que aliam as tecnologias aos sentidos e necessidades humanas.

3.2.1| Exemplos de Projectos de Domótica



24. Nano House, James Muir

A NanoHouse (2002) é um modelo de casa inteligente, desenvolvido na Austrália pelo arquitecto James Muir. Este demonstra como os novos materiais (derivados da pesquisa nano tecnológica) poderão ser aplicados na arquitectura, reduzindo custos de manutenção. A aplicação da nano tecnologia pode exemplificar-se com métodos de limpeza automática das janelas, ou superfícies de madeira que resistem a danos ultravioletas. As nano tecnologias oferecem inúmeras soluções para prolongar a vida útil dos materiais de construção, assim como melhorar a sua performance.⁵³



25. Casa do Futuro Inclusiva, Tomás Taveira

A Casa do Futuro Inclusiva (2004), de Tomás Taveira, é outro projecto de uma casa inteligente, que pretende ser intuitiva para quem habita o espaço.

O projecto resultou de duas fases, numa primeira fase o projecto denominava-se por “Casa do Futuro Interactiva” (2003). Neste pretendia-se que o reconhecimento e contacto com os elementos tecnológicos fosse empírico e desse resposta a questões como conforto, segurança, entre outras situações.⁵⁴

Na segunda fase a proposta foi desenvolvida, passando a intitular-se “Casa do Futuro Inclusiva”, dando atenção a problemáticas particulares, como as deficiências e carências físicas humanas. “A ‘Casa do Futuro’ tornou-se Inclusiva, isto é, humanizou-se. Pessoas com necessidades especiais ligadas à

⁵³ Veja-se <http://www.nano.uts.edu.au/about/australia.html> [consultado em Fevereiro de 2011].

⁵⁴ Veja-se <http://www.fpc.pt/FPCWeb/museu/displayconteudo.do2?numero=18848> [consultado em Fevereiro de 2011]

mobilidade, à cognição, à visão, à audição e à fala, têm hoje, à sua disposição, tecnologias preparadas para as ajudar a integrar-se mais facilmente no seu universo de vida."⁵⁵

Para além disso, este espaço constituiu-se numa plataforma de experimentação de novas soluções e aplicações tecnológicas.

O projecto House_n, do MIT, é um exemplo de investigação de como as novas tecnologias aplicadas na arquitectura podem *"dar vida a espaços dinâmicos, evolutivos, que respondem de forma personalizada às necessidades dos indivíduos."*⁵⁶

A House_n funciona segundo três vertentes, a de laboratório, a de espaço de testes de novos modelos e de criação de um protótipo habitável a ser construído no campus do MIT.

Para além dos referidos, existem inúmeros outros projectos, sendo que a aplicação na arquitectura tende a responder aos estilos de vida dos habitantes destes espaços, de forma inteligente e automática. Para tal é necessário, desde logo a existência de um sistema (artificialmente inteligente) que controle e coordene o funcionamento dos edifícios.

⁵⁵Veja-se <http://www.fpc.pt/FPCWeb/museu/displayconteudo.do2?numero=18848> [consultado em Agosto de 2011]

⁵⁶Veja-se <http://www.aveirodomus.pt/scid/avd4/defaultCategoryViewOne.asp?categoryId=314> [consultado em Fevereiro de 2011]

3.3| Arquitectura, Interacção e Arquitectura Interactiva

A arquitectura define-se como a arte e técnica de construir edifícios que abriguem os homens. Segundo o dicionário de língua portuguesa é a *“arte de edificar ou traçar planos para a construção de edifícios, com alguma qualidade estética.”*⁵⁷

No mesmo dicionário o significado para a palavra interacção refere tratar-se da *“acção recíproca entre dois corpos.”*⁵⁸

Como tal, poderemos definir arquitectura interactiva como a arte de edificar ou traçar planos para a construção de edifícios, com alguma qualidade estética e que medie a acção recíproca entre dois corpos, neste caso a acção entre o corpo arquitectónico e o corpo humano.

Refira-se que a interacção pode acontecer de várias maneiras, sem recurso a inovadoras tecnologias. No entanto no âmbito desta dissertação não se pretende reflectir sobre a história existente de interactividade e comunicação na arquitectura. Por outro lado pretende-se atender à potência da presente era digital e estudar projectos que intencionalmente têm recorrido a componentes electrónico-computacionais, pela sua oferta de situações de mistério, surpresa, interacção, despertando as nossas emoções e memória.

Este tipo de projectos poderão também contribuir para o educar de comportamentos, melhorar as questões de segurança e ampliar o seu número de significados.

Refira-se que a questão das formas arquitectónicas influenciarem ou não o comportamento humano, há muito que é debatida. Lebbeus Woods considerava que as pessoas eram de facto influenciadas e que os projectos bons também poderiam contribuir para um mundo melhor. No entanto se Woods defendia que a arquitectura e suas formas poderiam oferecer espaços que conduzissem a certas práticas, mais ou menos correctas ou educativas.⁵⁹ A nosso ver formas

⁵⁷ COSTA, J. Almeida, MELO, A. Sampaio e, *Dicionário da língua Portuguesa*, 6ª edição, Dicionários Editora, Porto Editora, p.152

⁵⁸ COSTA, J. Almeida, MELO, A. Sampaio e, *Dicionário da língua Portuguesa*, 6ª edição, Dicionários Editora, Porto Editora, p.950

⁵⁹ “Woods não é obviamente o único a considerar que as formas arquitectónicas podem, em certo sentido, determinar o comportamento humano, e que os bons projectos contribuem para um mundo melhor. (...) No entanto, segundo Michel Foucault, a forma arquitectónica não pode por si mesma determinar estas questões. (...)” In LEACH, Neil; *A Anestésia da Arquitectura*; Trad. Carla Oliveira; Edições Antígona, 2005, p.58

com componentes electrónicos adequados poderão dar lugar a efeitos mais significativos.

Como recorda Neil Leach, o ser humano desenvolve reflexos e respostas adequadas ao ambiente exterior.⁶⁰

Estes padrões comportamentais de cópia e de adaptação foram enunciados no já referido filme *Metropolis*, de Fritz Lang, em que os seres humanos começavam a adoptar os comportamentos das máquinas.

O ser humano é um ser naturalmente incompleto e necessita das invenções do *design* e da arquitectura para se sentir completo. Os objectos de *design* podem ser entendidos como próteses para o homem, permitindo-lhe alcançar aquilo que o corpo realiza com dificuldade.

Heidegger era da opinião que o excesso de tecnologia, neste caso a máquina, poderia ter repercussões negativas na sociedade, sendo necessário ter um conhecimento profundo sobre esta matéria para que esta não se aproprie de nós. Esta noção de apropriação remete-nos, também, para a relação de familiaridade que acabamos por adquirir com os objectos, aos quais por vezes atribuímos significados simbólicos e funcionais, podendo originar uma espécie de dependência tecnológica. Por outro lado, há autores que argumentam que a tecnologia pode oferecer ao homem referências simbólicas e educativas – a mimese, mas para tal acontecer é obviamente necessário estarmos abertos para o mundo tecnológico.

Segundo Freud, por meio do impulso mimético, “o ser vivo *identifica-se com objectos existentes no meio que o rodeia*”⁶¹, sendo a mimese um termo com grande potencial para a estética.⁶²

A nosso ver a forma como nos envolvemos com a arquitectura deve de ser encarada não como uma condição estática mas como um processo dinâmico. O homem precisa do seu tempo para adaptar-se e familiarizar-se.

O que anteriormente reconhecíamos e adoptávamos segundo os factores locais, as nossas raízes, acabou por se transformar, adaptar e actualizar numa mimese tecnológica, onde as “*unidades de processamento em cooperação com os*

⁶⁰ LEACH, Neil; *A Anestésica da Arquitectura*; Trad. Carla Oliveira; Edições Antígona, 2005, pp.76-77

⁶¹ Theodor Adorno, “Functionalism Today”, in LEACH, Neil, *Rethinking Architecture, a Reader in Cultural Theory*, Routledge, London, 1997, p.10

⁶² “...Creio que, se se adoptar a mimese ideária, ela pode ser igualmente útil noutros ramos da estética (...).” in FREUD, Sigmund, *Jokes and Their Relation to the Unconscious* (1905), Trad. James Strachey, London: Routledge, 1960, p. 193

*interfaces interactivos já não se limitam a representar os fenómenos reais, mas todos os outros, e noutros casos a representação dá lugar à simulação.”*⁶³

Para além destas referidas questões da mimese e da cópia (segundo as formas que podem ser referências para o homem), podemos reflectir sobre projectos interactivos, que reagem segundo o comportamento humano, com base nas questões da adaptação.

Neste sentido e atendendo que o homem é um ser incompleto, sentimento que se refere não só às questões fisiológicas, como também às questões psicológicas, elege-se a arquitectura interactiva como meio de resposta ao desejo do homem se sentir completo fisicamente e atenuar, também, as suas carências face a acontecimentos que lhe preencham a alma.

Nas palavras de Peter Cook, *“In most civilized countries, localities and their local cultures remain slow moving, often undernourished and sometimes resentful of the more favoured metropolitan regions (such as New York, the West Coast of the United States, London and Paris). Whilst much is spoken about cultural links and about the effect of television as a window on the world (and the inevitable global village) people still frustrated. Younger people even have a suspicion that they are missing out on things that could widen their horizons. They would like to be involved in aspects of life where their own experiences can be seen as part of what is happening.”*⁶⁴

A exploração desta ideia requer que estejamos atentos aos tipos de estímulos existentes. Ao procedermos à análise de uma série de projectos que estimulam o homem, interessou-nos compreender quais os sentidos que participam no momento interactivo.

Uma observação a fazer, é que existem inúmeras situações, ditas de projectos interactivos, quando na realidade são projectos de intervenção que apenas estimulam o olhar, sem qualquer participação por parte do homem, que age como um espectador passivo.

Na análise realizada aos projectos *media*, apercebemo-nos disso, do destaque que se dá ao sentido visual, negligenciando-se outros sentidos.

⁶³ VAIRINHOS, Mário; *Interactividade e Mediação*; Colecção Novos Media; Mimesis; 2002, p. 43

⁶⁴ COOK, Peter, *Archigram*, Princeton Architectural Press, 1999, New York, p. 86

Neste caso de projectos interactivos, o destaque visual dilui-se, havendo a participação de outros sentidos no momento interactivo.

Para além disso há também a importância do corpo, enquanto elemento que participa e pertence ao espaço arquitectónico. Mário Vairinhos refere *“Tanto na realidade como num dispositivo que implementa o modelo emergente, a interactividade é um processo que envolve todos os aspectos do corpo.”*⁶⁵

A arquitectura encarada como abrigo, como forma de protecção corpórea, *“pode hoje, através das novas tecnologias, assumir novos significados. As tecnologias hoje são mediadores da relação Espaço/Corpo, pelo que, a sua problematização pode ser um importante re-significador da arquitectura,”*⁶⁶ como referiu Furtado em *Arquitectura-Prótese do Corpo*.

3.3.1| Exemplos de Projectos de Arquitectura Interactiva



26. Institut du Monde Árabe, Jean Nouvel

O projecto Institut du Monde Árabe (1981-1987) de Jean Nouvel é um exemplo de arquitectura interactiva mecânica, constituindo nomeadamente um protótipo de uma fachada interactiva. A fachada é constituída por uma matriz de diafragmas (idênticos aos das máquinas fotográficas), que tem por objectivo controlar a luz que entra no edifício, reagindo mecanicamente à intensidade do sol. Neste caso é a intensidade da luz que medeia a interacção.

Noutros projectos como D-tower, de Lars Spuybroek/Nox e Q.S. Serafijin, Blur de Diller e Scofidio, e N-Building de Qosmo e Teradesign, a metamorfose despoletada expressa-se visualmente, mas os factores que a despoletam estão dependentes da acção humana.

No caso da D-Tower (2003), projecto do grupo NOX, na Holanda, para que a cor da superfície da escultura se altere é necessária a participação pública através de um questionário disponível na internet.⁶⁷ Só de acordo com a estatística das respostas públicas é possível que a D-Tower se metamorfoseie através da cor.

⁶⁵ VAIRINHOS, Mário; *Interactividade e Mediação*; Colecção Novos Media; Mimesis; 2002, p. 72

⁶⁶ FURTADO, Gonçalo, LIMAS, I., MOREIRA, I. (eds), *Arquitectura-Prótese do Corpo*, Porto: E. A. – Hangar-FAUP, 2002, pp. 10-11

⁶⁷ Veja-se <http://www.d-toren.nl/site/> [consultado em Agosto de 2010]

As cores que esta adquire simbolizam as emoções da população de Doetinchem, concretamente são o reflexo de sentimentos como a felicidade, amor, medo e raiva.



27. D-Tower, NOX, Amor, Medo, Felicidade e Ódio



28. Blur, Diller e Scofidio
Vista Aérea

No projecto Blur, de Diller e Scofidio, quis-se ir mais longe quanto à discussão das questões interactivas. Na exposição em 2002 na Suíça, adoptaram um conceito que aproximou a tecnologia e a arquitectura ao homem.

Roupa impermeável inteligente, ou *braincoats* (com tecnologia computadorizada incorporada), são emprestadas aos visitantes do espaço. Estas adquirem um estado cromático e luminoso segundo a personalidade daqueles que as usam. À entrada do edifício, os visitantes respondiam a um questionário que definia o seu perfil. Sincronizando-se esse perfil à capa iniciava-se o momento interactivo e comunicativo acentuado no deambular por entre outros visitantes.

As luzes e cores para além de localizar as pessoas no espaço eram sinónimo de emoções e sensações. Para além disso um sistema interligado via *wireless*, transmitia o que poderia ser percebido pelo corpo. A capa, aqui, é uma espécie de prótese epidérmica que conduz o visitante no edifício e leva-o a interagir com outros visitantes através de vibrações, luzes, sons e cores, onde cada um destes elementos tem um significado específico nas relações pessoais e sociais.

Blur vem questionar os limites da arquitectura e da relação do homem com o espaço construído e simbólico.



29. Blur, Diller e Scofidio



30. ADA – The Intelligent Room, INI, Pormenor do pavimento

Um outro projecto exemplo de um espaço interactivo é o ADA – The Intelligent Room. O projecto também foi desenvolvido para a Expo 2002, na Suíça, pelo Instituto de Neuroinformática (INI) da ETHZ, e funciona como uma espécie de organismo artificial, que interage com os visitantes.

A sala projectada com inúmeros sensores reage em tempo real pelo som, luz e cor, de acordo com a captura dos movimentos e comportamentos de quem visita o espaço.

O piso da sala é sensível à pressão, que dependendo do peso e da velocidade com que os visitantes a pisam, muda de cor e produz diferentes sons. Também possui câmaras que detectam os movimentos, localizando cada visitante no espaço.

Os microfones presentes nesta sala, não só reproduzem os sons que captam, como ao reconhecerem sons de presença emitem outros tipos de sons.

Desta forma são estimulados vários sentidos humanos. Toda a experiência é sequenciada em seis diferentes salas. Os tipos de comportamentos incorporados neste projecto, são segundo Lucy Bullivant “tracking, indentifying, grouping and playing with visitors”⁶⁸, por forma que os visitantes construam uma perspectiva da obra construída assim como também deles próprios.

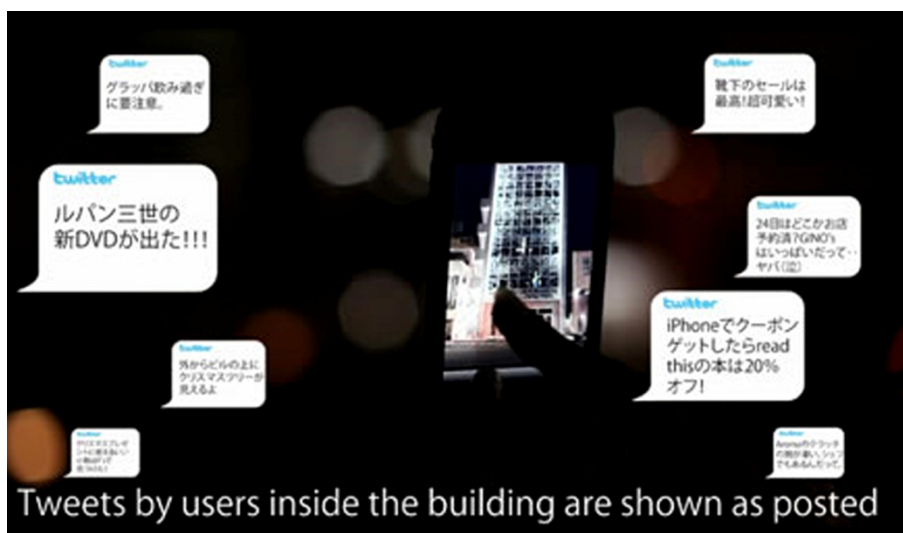
⁶⁸ BULLIVANT, Lucy, *AD – 4D Space: Interactive Architecture*, Architectural Design, p.55-58



31. ADA – The Intelligent Room, INI

No edifício N-Building (2009) dos Teradadesign + Qosmo, em Tóquio, a relação com o homem ocorre através do uso do telemóvel. O transeunte pode comunicar com o edifício através de um *Qr Code* (Quick Response),⁶⁹ uma aplicação de telemóvel que permite obter informações das lojas existentes no seu interior.

Todas as mensagens são projectadas na superfície arquitectónica, havendo uma participação colectiva, uma troca de ideias, sentimentos e emoções dentro da comunidade.



32. N- Building, Teradadesign + Qosmo, O edifício visto através do ecrã de um telemóvel

⁶⁹ "QR codes were developed in 1994 by a subsidiary of Toyota. The 'QR' stands for "Quick Response." (...) a QR code was created as a much faster way of scanning data at high speed.", WEIR, Michael, *QR Codes & Mobile Marketing for Small Business Owner*, Createspace Publisher, 2010, p.11

Segundo Qosmo, *“Our goal is to provide an incentive to visit the space and a virtual connection to space without necessarily being present.”*⁷⁰

O projecto interactivo para este edifício vem opor-se ao confuso caos que caracteriza a imagem da cidade de Tóquio e aproximar o indivíduo pelo diferente despertar da sua atenção.

O *Qr Code* é um código abstracto acessível através de um interface no telemóvel, hoje usado em diferentes áreas para o acesso a diversas informações. A sua percepção é dinâmica e assegura a passagem para a realidade aumentada.

Sem recorrer a elementos físicos agregados ao edifício, o indivíduo apercebe-se da desmaterialização do construído e pelo uso do telemóvel contacta com aqueles que estão no seu interior. O *Qr Code* encontra-se inscrito estaticamente na fachada, no entanto tudo o resto é dinâmico porque depende do que se encontra no interior e exterior do mesmo.



33. N-Building, Teradadesign + Qosmo

Da análise síntese dos projectos apresentados concluímos que muitas das vezes há a tentativa de fazer espaços/imagens como se a arquitectura fosse uma mera imagem publicitária e privilegiando a componente visual, acaba por negligenciar os outros sentidos.

⁷⁰ QOSMO, in <http://www.buzz-beast.com/2010/01/n-building-featuring-augmented-reality.html> [consultado em Agosto de 2011]

Na nossa opinião, a conclusão a retirar é que a maioria destes projectos é incompleto, no que se refere à questão interactiva e adaptativa do homem face à arquitectura.

Sabemos que o sentido visual não é o mais marcante ao nível psicológico, o sentido olfactivo é aquele que mais depressa chega ao nosso cérebro e desperta emoções e o sentido tátil e auditivo são os que melhor nos conseguem fazer conhecer um espaço. Dai a importância de identificar projectos onde a escala humana também seja pertinente, para se compreender até que ponto o estímulo de diferentes sentidos influencia a nossa forma de vivenciar e comunicar com um espaço.

O arquitecto Pallasmaa defendeu que *"vivenciando uma arquitectura multissensorial as qualidades da matéria, o espaço e escala são medidos em conjunto pelos olhos, ouvidos, nariz, pele, língua esqueleto e músculos."*⁷¹ Para este autor, por exemplo, o sentido tátil é dos mais importantes na experiência e compreensão do mundo.

*"All the senses, including vision, are extensions of the tactile sense; the senses are specializations of the skin tissue, and all sensory experiences are modes of touching and thus related to tactility."*⁷²

Tal contrapõem o que para ele se tinha instalado de forma comum – as imagens visuais, *"A rush of images from different spaces almost simultaneously, collapsing the world's spaces into a series of images on a television screen (...)"*.⁷³

Proliferando uma abordagem multissensorial será pertinente completarmos o levantamento já apresentado com projectos de instalações, onde muitos mais sentidos interagem e participam. Contudo primeiramente fazer-se-à uma reflexão sobre algumas condicionantes e as suas potencialidades.

⁷¹ PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005, p. 25

⁷² PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005, p. 10

⁷³ PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005, p. 21

4 | Potencialidades

É importante acentuar que associado à questão interactiva, *media* ou domótica, estão associados diferentes tipos de estrutura, movimento, materiais, assim como *hardware* e *software*. Como tal procedeu-se à sua referência, dada a importância que tais elementos têm para a concretização prática deste tipo de projectos.

4.1 | Estrutura⁷⁴ e Movimento⁷⁵



34. Ville Spatiale, Yona Friedman



35. Instant City, Peter Cook

Começando pela ideia de arquitectura móvel, refere-se este conceito, sugerido com Yona Friedman, em 1958, aquando a publicação do seu manifesto.

A ideia de mobilidade diz aqui respeito à possibilidade de um habitat ser definido por aqueles que o habitam.

São exemplos de arquitectura móvel a Ville Spatiale (1960) de Friedman e a Instant City dos Archigram. No caso de Friedman a ideia era a adaptação e localização das arquitecturas em qualquer sítio. No caso de Peter Cook, a ideia era a de uma cidade comunicativa em mutação, associada a objectos tecnológicos portáteis e destinada a uma população sem referenciais, em movimento.

Cook defendia o conceito, a mobilidade das cidades como utopia de cidade ideal, The Walking City e os edifícios transportáveis.⁷⁶ No entanto acentua-se que o movimento aqui referido consiste numa mudança de referencial não como uma premissa com capacidade de alterar um mesmo espaço.

Recorde-se que na exposição anterior de projectos *media*, interactivos e de domótica, referimos dois projectos que contêm o conceito de movimento como definidor de dinâmicas.

⁷⁴ "1. Disposição ou organização das partes que formam um todo. (...) 4. Esqueleto ou armação de um edifício" in *Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*, Tomo 1, A/L, Lexicoteca, Circulo de Leitores, 1985, p. 1005

⁷⁵ "1. Acção ou efeito de mover ou de se mover. 2. Mudança de lugar ou de posição. 3. Deslocação. (...)", in *Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*, Tomo 2, M/Z, Lexicoteca, Circulo de Leitores, 1985, p. 250

⁷⁶ SCHUMACHER, Michael, SCHAEFFER, Oliver, VOGT, Michael-Marcus, *MOVE- Architecture in motion – dynamic Components and elements*, Birkhäuser Verlag AC, Basel, Boston, Berlin, 2010, p.40

Isto aconteceu nos projectos Crystal Mesh e Institut du Monde Árabe. Nestes não há uma mudança de referencial, do edifício enquanto todo, mas uma mudança de posição dos seus constituintes. A uma estrutura arquitectónica estática foi associada uma pele caracterizada pelo dinamismo do movimento dos seus componentes.

Desta forma obtiveram-se dinâmicas na forma do edifício mas também na caracterização da envolvente, uma vez que as dinâmicas e mutações naturais acabam por ser quebradas com este tipo de dinâmicas artificiais.

As estruturas arquitectónicas podem ter variadas configurações, segundo as características e propriedades dos materiais que as constituem. Normalmente o movimento acentua a poética arquitectónica. Desde há muito que este está enraizado na construção, principalmente ao nível dos seus elementos interiores (como portas, janelas e algumas divisórias).

Para que o movimento aconteça é necessário uma estrutura, compreendendo-se pois que estrutura e movimento são dois parâmetros indissociáveis, uma vez que só poderá existir movimento se estiver associado a uma estrutura móvel ou flexível, caso contrário, se a estrutura for estática e inalterável o movimento não poderá ser directamente relacionado com esta, não permitindo a sua deformação mas apenas a sua mudança de posição no espaço.

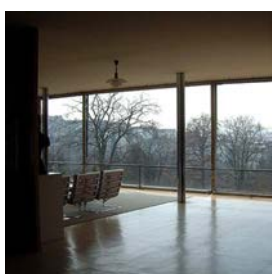
Recentemente o movimento adquiriu uma nova ideologia, a mutação segundo influências naturais (como por exemplo o aproveitamento da luz solar faz-se mediante a rotação da estrutura, segundo um eixo).

Como no projecto UAE – Dynamic Tower de David Fisher para o Dubai, em que os oitenta andares que o definem rodam segundo um comando de voz e o movimento permite desfrutar da luz natural.

Este projecto permitiu alterar não só uma apropriação espacial (que difere segundo as nossas vontades e necessidades), como também permitiu ao edifício diferentes formas e estéticas.



36. Dynamic Tower, David Fisher



37. Villa Tugendhat, Mies Van Der Rohe



38. Total Furniture, Joe Colombo

Podemos também fazer referência à criação de outro tipo de dinâmicas, neste caso interiores, como no projecto para a Villa Tugendhat (1930) de Mies Van Der Rohe. Trata-se de uma das primeiras casas a reivindicar o estilo moderno, adoptando a flexibilidade mediante paredes interiores que se movem segundo as necessidades de conforto de quem habita.

O projecto Total Furniture (1972) de Joe Colombo é outro exemplo de mutações espaciais interiores associadas ao movimento. Este projecto consiste numa unidade transportável, em que todos os apetrechos domésticos se encontram unidos numa célula dinâmica, mutável de acordo com o modo de vida desejado.

O movimento, quando ocorre, proporciona alterações ao nível da nossa percepção, ocupação e apreciação do espaço. Havendo movimento, tanto destes elementos como dos próprios usuários dentro de um espaço arquitectónico a percepção do mesmo é alterada. Ainda que seja o arquitecto a desenhar o projecto, são os futuros utilizadores do espaço que têm a possibilidade de moldá-lo segundo as suas necessidades.

O movimento tem a capacidade de alterar a forma e volume, de criar sons e a velocidade com que este acontece interfere na melhor ou pior percepção do espaço.

Segundo vários autores, como Michael Schumacher, Oliver Schaeffer e Michael-Marcus Vogt existem variados tipos, formas, origens e sistemas de movimento.

Interessa-nos referenciar o maior número destas situações para se compreender a influência que o movimento tem ou poderá ter na arquitectura e de que forma os arquitectos poderão recorrer a este.

De acordo com o livro *MOVE- Architecture in Motion – Dynamic Components and Elements*,⁷⁷ podemos referir os movimentos premeditados (de acção humana) e os movimentos cíclicos que acontecem de forma natural. O movimento associado à natureza pode ser exemplificado pelo nascer e pôr-do-sol – geometria solar, pelo crescimento da flora, que acaba por influenciar os espaços arquitectónicos e a nossa percepção sobre os mesmos.

Quando o movimento é premeditado pelo homem, de forma automática ou não, dá-se uma acção com capacidade de alterar a nossa compreensão do espaço. É neste campo que os arquitectos têm mais possibilidades de gestão.

Relativamente aos tipos de movimento existem o analógico e o digital, que se diferenciam pela maneira como são desencadeados. Diferencia-se os intervenientes e a velocidade com que a acção se desenrola, sendo que o processo analógico depende de um interveniente e acaba por ser mais lento que o digital. Neste ponto os processos manuais e automáticos estabelecem uma relação.

A construção de elementos arquitectónicos móveis depende da participação de elementos mecânicos, com diferentes graus de complexidade, os quais se encontram dependentes da escala e propriedades dos materiais utilizados assim como das tipologias de movimento pretendidas.

A 'rotação' e a 'translação' estão entre as tipologias associadas ao movimento. A rotação ocorre normalmente segundo um único eixo; a translação é a mudança de posição de um corpo no espaço enquanto este permanece inalterável. A associação da rotação e da translação acaba por dar lugar a um movimento mais complexo resultante da combinação das duas.

Às referidas tipologias acresce a materialidade dos constituintes que participam na acção, as quais condicionam o movimento. Entre os materiais a que podemos

⁷⁷ SCHUMACHER, Michael, SCHAEFFER, Oliver, VOGT, Michael-Marcus, *MOVE- Architecture in Motion – Dynamic Components and Elements*, Birkhäuser Verlag AG, Basel, Boston, Berlin, 2010

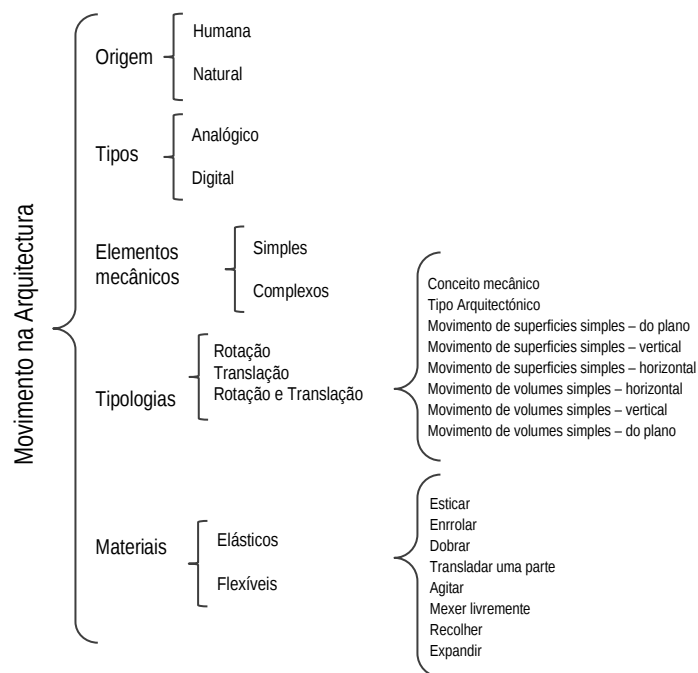
associar de forma directa o conceito de movimento encontram-se os materiais deformáveis, os flexíveis ou elásticos.

Os materiais flexíveis quando são deformados adquirem outra forma, não conseguindo voltar à original. Os materiais elásticos após a deformação conseguem voltar à forma inicial.

Existem ainda as formas pneumáticas que são aquelas que mediante uma insuflação de ar adquirem a tridimensionalidade. É certo que normalmente, os referidos tipos de materiais não são aplicados na arquitectura, no entanto podemos concluir que a escolha de materiais varia de acordo com a função que se pretende desempenhar assim como o local de aplicação.

Para se realizar uma escolha assertiva há que ter em conta quais os mecanismos para o movimento, se os elementos são estáticos, o tipo de superfície, a força e a resistência do material escolhido.

O seguinte esquema é uma síntese da abordagem realizada ao conceito de movimento.



39. Síntese Movimento

Após esta exposição podemos dizer que o movimento associado à arquitectura deve-se ao facto de possuir elementos mecânicos que accionados executam um movimento, e/ou porque possuiu materiais que permitem a deformação.

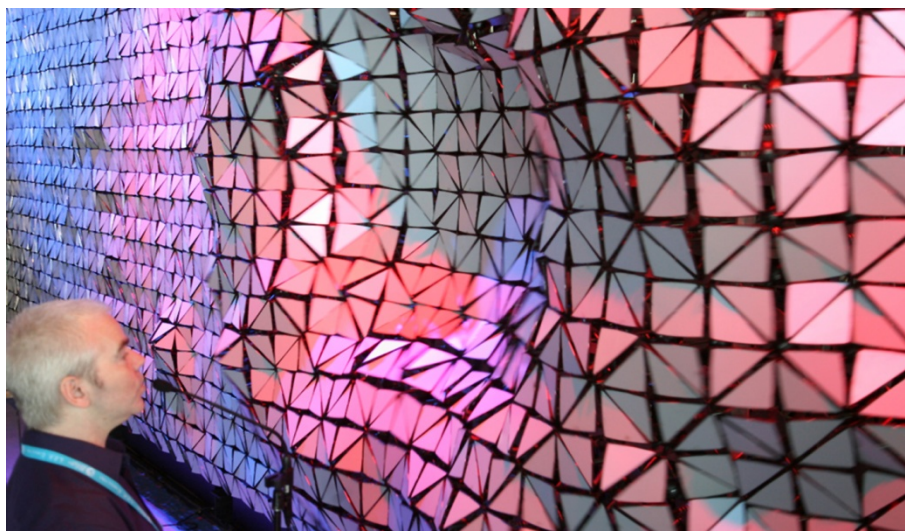
Refira-se o caso da arquitectura interactiva, em que por vezes, para além de componentes mecânicos e sensores, se associam também componentes que permitem o movimento. É neste sentido que podemos falar de uma hibridização arquitectónica. Como Cook refere *"Hybrid that is something machine, sometimes architecture, sometimes animal-like growth, sometimes electrical circuit, sometimes part of mathematical progression and sometimes completely random (...)"*⁷⁸.

Para a automatização são necessários sensores que captam a informação do mundo real e actuadores que actuam durante o processo. A resposta segundo este processo advém da programação por parte de controladores. Neste desenvolvimento a escolha dos materiais, mais uma vez, é importante. Por exemplo se pretendemos a deformação de uma superfície não poderemos escolher como material a aplicar algo rígido, as propriedades que os caracterizam atribuem-lhes formas e reacções diferentes. Quando se dá uma combinação acertada destes componentes podemos obter estruturas e superfícies de arquitectura inteligentes.

Por exemplo o projecto para o Institut du Monde Árabe, de Jean Nouvel, como referido anteriormente, é composto por uma matriz de diafragmas, que abre e fecha (move-se), fazendo com que a superfície da fachada estabeleça uma relação diferente com o exterior/interior, dado que tal abertura depende da intensidade do sol.

Outro exemplo de superfície interactiva que comporta o conceito de movimento (aqui associado à comunicação com o homem) é o Aegis Hyposurface (2001) de Mark Goulthorpe dos DeCOI Architects. Esta superfície mecânica é composta por peças metálicas (rígidas) que se movem segundo uma estrutura de pistões. As peças metálicas reflectem a imagem espelhada, a qual se vai deformando de acordo com o movimento (aqui o material escolhido não tem interferência quanto à acção do movimento mas para a caracterização e estética do mesmo). Neste projecto o movimento da estrutura é accionado de acordo com a ocupação do espaço, pela deslocação/presença dos visitantes, assim como pelos sons que os usuários produzem.

⁷⁸ COOK, Peter, *Archigram*, Princeton Architectural Press, 1999, New York, p. 51



40. Aegis Hyposurface, Mark Goulthorpe

Flare (2009), dos Staab Architects, é outro projecto de um sistema modular, neste caso aplicado na fachada exterior de um edifício, actuando como se este possui-se uma pele viva. O sistema é composto por módulos metálicos que se movem através de cilindros pneumáticos, quebrando a ideia de estaticismo visual, pelos reflexos dinâmicos da envolvente espelhada e desconstruída na superfície.



41. Flare, Staab Architects

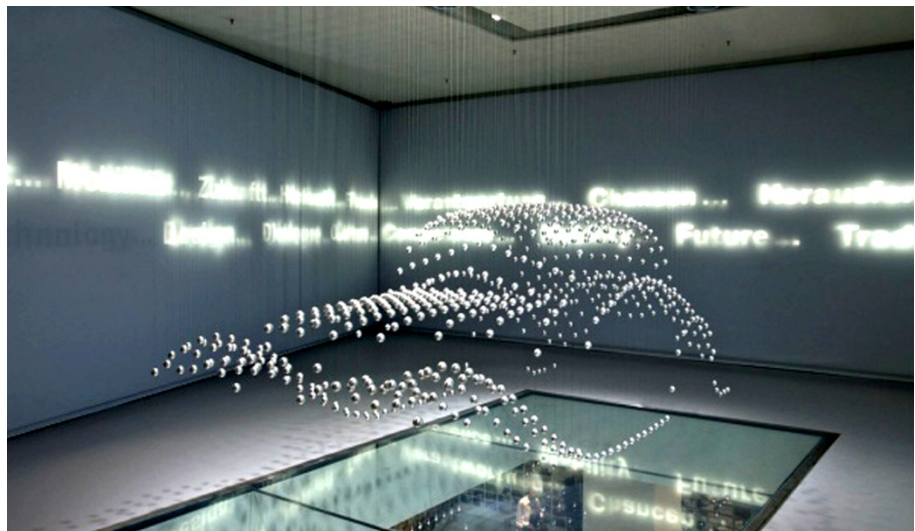
Um outro exemplo de fachada dinâmica, de acção mecânica é a Kiefer Technic showroom (2007) de Ernst Giselbrecht e Partner ZT Greenish. A fachada incluiu-se num edifício de escritórios, podendo o seu movimento controlar a luminosidade interior do mesmo.

A fachada muda continuamente a cada hora do dia, atribuindo ao edifício uma imagem única. Neste projecto a acção mecânica permite flexibilizar espaços e controlar a luminosidade natural.



42. Kiefer Technic showroom, Ernst Giselbrecht e Partner ZT Greenish

Singular é também o projecto Kinetic sculpture de Joe Gilbertson. Não se trata de um projecto arquitectónico, mas a maneira de este definir uma forma para publicitar os veículos da BMW é pertinente. O projecto é constituído por 714 esferas metálicas, e o seu movimento no espaço define a forma do veículo desejado.



43. Kinetic sculpture, Joe Gilbertson

Todo o espectáculo acontece pela utilização de motores e manivelas, associados a um *software* que faz com que as esferas subam e desçam segundo a altura pretendida e definam a forma do veículo desejada.

Ainda que não se trate de um projecto interactivo é pertinente a sua referência pelas qualidades que apresenta, relacionadas com a criação de formas através de sistemas de movimento simples.

Após a exposição destes casos, podemos constatar que na maioria os materiais utilizados não são deformáveis, mas antes acoplados a estes encontra-se uma estrutura mecânica com capacidade de deformação.

Recordamos as palavras de Heidegger, *“O que dá às coisas a sua consistência (das Ständige) e a sua nuclearidade e o que origina simultaneamente o tipo do seu afluxo sensível, o colorido, o sonoro, a dureza, o maciço é a materialidade. Nesta determinação da coisa como matéria está já implicada a forma. A firmeza (das Ständige) de uma coisa, a consistência (die Konsistenz) reside no facto de uma matéria se conjugar com uma forma. A coisa é uma matéria enformada. Esta interpretação da coisa reclama-se da perspectiva imediata, com a qual uma coisa nos interpela através do seu aspecto. Com a síntese de matéria e forma, está finalmente encontrado o conceito de coisa, que se aplica igualmente bem às coisas da Natureza e às coisas do uso.”*⁷⁹

⁷⁹ HEIDEGGER, Martin, *A Origem da Obra de Arte*, Biblioteca de filosofia contemporânea, Edições 70, 1977, Trad. Maria da Conceição Costa

4.2| Materialidade⁸⁰

Relativamente à materialidade, a recente tendência tem sido a procura em reunir num mesmo material diferentes tipos de características e propriedades, com vista a obter uma diversificada resposta a variadas funções.

O leque de ofertas é cada vez maior, procurando-se escolher aplicações cada vez mais singulares e inteligentes. Se anteriormente para resolvermos um dado problema tínhamos que nos sujeitar ao recurso dos materiais existentes, hoje em dia tal tende a acontecer menos frequentemente.

Os materiais são tipos de elementos, com diferentes características que aplicamos para a construção de tudo o que é palpável. Na arquitectura a sua presença é parte integrante, não só de edifícios como também de instrumentos de auxílio à construção. Refira-se que existem inúmeras famílias de materiais estando a escolha dependente das suas propriedades e intuito de aplicação.

Ao nível da sua classificação e divisão em classes de materiais, esta poderá ser realizada de variadas maneiras. Segundo a utilização do *software* EduPack 2010,⁸¹ optámos por dividi-los nas seguintes categorias: cerâmicos e vítreos, híbridos, metais, plásticos e elastómeros. Por motivos que explicaremos de seguida, focamos a nossa atenção em especial nos compósitos (que pertencem a uma subdivisão dos híbridos).

Relativamente aos materiais cerâmicos e vítreos, trata-se de um tipo de material composto que possui elementos metálicos e não-metálicos, acabando por ser fracos condutores de electricidade e de calor. São duros mas também muito quebradiços e mais resistentes a altas temperaturas e ambientes agressivos do que os metais e os polímeros. Dentro desta classificação localizam-se as argilas, os refractários e os vidros.

Relativamente aos metais, trata-se de outro tipo de material conhecido pelas suas características de peso, força, resistência e deformabilidade.

⁸⁰ "Qualidade do que é material" in Moderno Dicionário da Língua Portuguesa, Tomo 2, M/Z, Lexicoteca, Circulo de Leitores, 1985, p. 99

⁸¹ "CES EduPack Standard Edition includes the Materials and Processes Database—a unique, comprehensive, browsable information resource covering engineering materials (ceramics, metals and alloys, composites, polymers and elastomers) and processes (shaping, joining, surface treatment). For each material or process, the database contains descriptive text, explanatory images, and technical, economic, and eco properties.", Fonte: <http://www.grantadesign.com/education/index.htm>, [consultado em Abril de 2011]

Hoje em dia tenta-se combinar estas características com outras de outros materiais, dando origem a materiais compósitos e híbridos, na procura de metais mais complexos e com melhor desempenho (normalmente os metais são combinações de elementos metálicos – as ligas).⁸²

Podemos ainda referir os materiais semicondutores, que são aqueles que apresentam propriedades entre as dos condutores e dos isoladores, as suas propriedades eléctricas são extremamente sensíveis à presença de pequenas quantidades de impurezas atómicas e originaram os circuitos integrados que revolucionaram a indústria electrónica e computadores.

Relativamente aos materiais naturais, podemos ter o *“bamboo, a cortiça, as madeiras, o papel e o cartão, entre outros que podem ser transformados industrialmente, obtendo diferentes graus de transparência e resistência.”*⁸³

E os têxteis são materiais flexíveis que resultam da combinação de diversas fibras, *“a sua origem pode ser natural, orgânica, mineral, sintética ou química.”*⁸⁴

Relativamente aos polímeros, maioritariamente são compostos orgânicos derivados dos plásticos ou borrachas. São feitos de carbono, hidrogénio e outros elementos não-metálicos, têm baixa densidade e são muito flexíveis.

As suas características principais são a versatilidade, durabilidade e maleabilidade.⁸⁵ Ao nível da sua constituição, estes podem ser subdivididos em termoplásticos, elastómeros e termofixos.

Segundo o livro *“Materiais compósitos – Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico,”*⁸⁶ os termoplásticos ganham forma através de determinada temperatura, a qual poderá ser refeita inúmeras vezes. Exemplos de materiais termoplásticos são o ABS, Poliuretano, polietileno, poliestireno, PVC, politereftalato de etileno, entre outros.

⁸² SCHUMACHER, Michael, SCHAEFFER, Oliver, VOGT, Michael-Marcus, *MOVE- Architecture in motion – dynamic Components and elements*, Birkhäuser Verlag AC, Basel, Boston, Berlin, 2010, p.52

⁸³ SCHUMACHER, Michael, SCHAEFFER, Oliver, VOGT, Michael-Marcus, *MOVE- Architecture in motion – dynamic Components and elements*, Birkhäuser Verlag AC, Basel, Boston, Berlin, 2010, p.53

⁸⁴ SCHUMACHER, Michael, SCHAEFFER, Oliver, VOGT, Michael-Marcus, *MOVE- Architecture in motion – dynamic Components and elements*, Birkhäuser Verlag AC, Basel, Boston, Berlin, 2010, p.54

⁸⁵ SCHUMACHER, Michael, SCHAEFFER, Oliver, VOGT, Michael-Marcus, *MOVE- Architecture in motion – dynamic Components and elements*, Birkhäuser Verlag AC, Basel, Boston, Berlin, 2010, p.53

⁸⁶ MOURA, Marcelo F. S. F. de, MORAIS, Alfredo B. de, MAGALHÃES, António G. de, *Materiais compósitos – Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico*; 2ª Edição, Plubindústria

Os elastómeros são um tipo de material que possuiu uma forma pré-definida, que pode ser alterada pela sua elasticidade, voltando ao seu estado normal quando deixa de estar sobre tensão.

Os materiais termofixos são um tipo de plástico que não pode ser moldado, a sua forma é fixa. O poliéster, as resinas epóxicas e o poliuretano são exemplos de materiais termofixos.

Os Materiais Compósitos são aqueles que são constituídos por mais do que um tipo de material, apresentando as melhores características de cada um dos seus componentes, *“Um material diz-se compósito quando resulta da combinação de dois ou mais materiais distintos.”*⁸⁷

*“Em sentido lato, a combinação de dois ou mais materiais constitui um compósito. No entanto, os compósitos reforçados com fibras distinguem-se neste contexto genérico na medida em que os constituintes, além de serem diferentes ao nível molecular, são mecanicamente separáveis.”*⁸⁸

Ao nível dos materiais compósitos podemos subdividir a sua análise em fibras e matrizes, sendo que as fibras *“têm como principal função conferir rigidez, resistência mecânica, estabilidade térmica e outras propriedades estruturais ao compósito; permitir a condutibilidade eléctrica ou isolamento, dependendo do tipo de fibra utilizada.”*⁸⁹ E as matrizes *“têm como função dar forma estável ao compósito, assegurar a distribuição eficiente de carga pelas fibras; protecção contra o ataque de agentes ambientais e evitar a danificação mecânica nomeadamente por atrito; permitir uma superfície com bom acabamento.”*⁹⁰

O que caracteriza as excelentes propriedades dos materiais compósitos é o facto de as fibras apresentarem propriedades mecânicas superiores às dos materiais idênticos, em forma maciça.

A associação de fibras com matrizes dá origem aos materiais compósitos. As fibras não podem ser utilizadas directamente em aplicações estruturais de engenharia, uma vez que cabe às matrizes dar a forma estável aos compósitos,

⁸⁷ MOURA, Marcelo F. S. F. de, MORAIS, Alfredo B. de, MAGALHÃES, António G. de, *Materiais compósitos – Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico*; 2ª Edição, Plublindústria, p.1

⁸⁸ MOURA, Marcelo F. S. F. de, MORAIS, Alfredo B. de, MAGALHÃES, António G. de, *Materiais compósitos – Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico*; 2ª Edição, Plublindústria, p.34

⁸⁹ MOURA, Marcelo F. S. F. de, MORAIS, Alfredo B. de, MAGALHÃES, António G. de, *Materiais compósitos – Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico*; 2ª Edição, Plublindústria, pp.34-35

⁹⁰ MOURA, Marcelo F. S. F. de, MORAIS, Alfredo B. de, MAGALHÃES, António G. de, *Materiais compósitos – Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico*; 2ª Edição, Plublindústria, pp.34-35

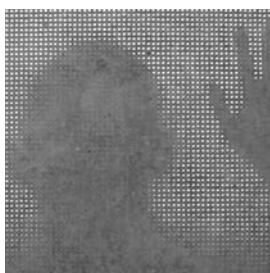
de assegurar a distribuição eficiente de cargas pelas fibras e de proteger as superfícies.

Refira-se que existem diferentes tipos de fibras, provenientes de diferentes materiais e com propriedades diferentes entre si, como as fibras de vidro, as fibras de carbono, as fibras aramidicas, o amianto, sisal, as poliamidas, cerâmicas, entre outras.

As matrizes também apresentam algumas diferenças entre si, podendo ser termoplásticas (poliamida, poli-éter-éter-cetona, polisulfureto, entre outras) e matrizes termoendurecíveis (poliésteres insaturados, resinas de venilister, resinas fenólicas, resinas de epóxido, entre outras).

Após esta abordagem relativa à variedade de materiais existentes, assim como as suas propriedades (sendo estes compósitos ou não), interessou-nos realizar uma procura de materiais sofisticados, utilizados no *design*, onde muitos dos tipos de materiais expostos anteriormente aparecem agregados a outros componentes, adquirindo novas funcionalidades e aplicações. Foi por este motivo que referimos de forma síntese algumas materialidades existentes.

Acentua-se que a procura de novos materiais, ou aplicação de materiais híbridos, tornou-se recorrente na resolução de projectos de arquitectura *media*, de domótica e interactivos. Porque novas funções apresentam diferentes necessidades, cujas respostas normalmente só podem ser geradas através de novas materialidades.



44. Pixel Panels

Os denominados novos materiais, ou “*transmateriais*”⁹¹ por conterem inúmeras combinações de materiais, permitem-nos propriedades e qualidades anteriormente inimaginadas, como por exemplo a sua reactividade.

Por exemplo, ao nível dos betões, os projectos para Pixel Panels, desenvolvido por Bill Price e o Pixa da autoria de Abhinand Lath, permitiram atribuir ao betão características como a transparência ou translucidez.

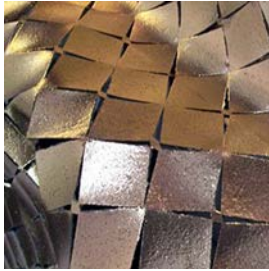
⁹¹ “Transmaterial”, veja-se <http://transmaterial.net/>
Trans + Material

Trans – “*designativo de além de, para além de (...)*” in *Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*, Tomo 2, M/Z, Lexicoteca, Circulo de Leitores, 1985, p. 1411;

Material – “*constituído por matéria*” in *Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*, Tomo 2, M/Z, Lexicoteca, Circulo de Leitores, 1985, p. 99



45. Protude Flow



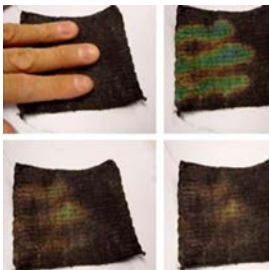
46. Laser - Cut Cork



47. Luna



48. Pulp-Based Computing



49. Fabcell

Relativamente a projectos para os novos metais, o Based Upon Surfaces e Protrude Flow, acentuam a sua maleabilidade, permeabilidade e impermeabilidade.

Às madeiras também foi possível conferir-lhe propriedades como a maleabilidade e translucidez, como exemplificam os projectos PLY e Laser - Cut Cork.

Relativamente aos plásticos registaram-se inúmeras sofisticações pelos variados tipos de dureza, cores, flexibilidade, translucidez, entre outras propriedades, como exemplos podemos referir o projecto Intelligent Bioplastic e o Bio-Based Foams.

Nas borrachas também têm sido possível atribuir-lhes diferentes propriedades que têm melhorado a sua flexibilidade e resistência.

Relativamente ao vidro, é possível conferir-lhe propriedades de absorção da luz do dia, tornando-se fluorescente durante a noite (por integrar químicos fluorescentes), como exemplos podemos referenciar o projecto Luna e o Green Pix.

O papel como o Pulp-Based Computing é um exemplo da aquisição de inteligência e sensibilidade.

Também os tecidos digitais adquirem novas flexibilidades por serem constituídos por fibras, cristais líquidos e fios condutores. No projecto Fabcell, a conexão a estes materiais com electricidade de baixa voltagem, permite que quando se altera a sua temperatura a sua cor também mude.

De facto as combinações possíveis são cada vez mais variadas dando origem a uma verdadeira hibridização, o que é exponencial de futuras aplicações. Aos arquitectos é vantajoso este conhecimento para a gestão de diversas soluções.

4.3| Computação, *Hardware* e *Software*

A disponibilidade de tecnologias, assim como a computação permitiram uma nova cultura arquitectónica, onde os arquitectos recomendam que códigos de programação e *softwares* cada vez mais complexos, podem resolver problemas conceptuais e projectuais. A disponibilidade de tecnologias e o aparecimento do computador, para além de influenciarem a prática arquitectónica, influenciaram também o planeamento de cidades, edifícios e os modos de habitar.

Segundo Sousa e Furtado *“Entendido como hardware e software, o computador apresenta-se como o denominador comum de toda uma história de acelerada de evolução e progresso; à qual a incorporação e articulação com as tecnologias de comunicação vieram dar um novo significado. (...) O computador apresenta-se hoje como uma entidade inteligente, capaz de se conectar em rede, convidando à interacção.”*⁹²

O desenvolvimento técnico nesta área remete-nos ao primeiro computador de 1946, construído para o exército norte-americano. Na década de 50 a invenção do transístor permitiu que os computadores pudessem ser mais pequenos, e na década de 70 com o aparecimento do microprocessador, aparecem os primeiros computadores portáteis, sendo que a partir desse momento, *software* e *hardware* tiveram um enorme crescimento.

A internet foi uma descoberta importante que reuniu muitos desenvolvimentos, concretizando a grande revolução nos anos 80. Na mesma altura deu-se a introdução do reconhecimento de voz, da realidade virtual e da visualização de dados, exponenciando-se os primeiros produtos digitais.

Refira-se que os primeiros contactos entre homem e máquina eram um pouco limitados, as linguagens eram redutoras, assim como a relação com os interfaces.

Na década seguinte surgiram novas tendências tecnológicas – a computação móvel, os infravermelhos e os sensores, vieram potenciar a criação de aplicações ainda mais interactivas, atractivas e funcionais.

⁹² FURTADO, Gonçalo, SOUSA, José Pedro, “A Era Digital – A Realidade é Tecnodependente; muda cada vez que é invadida por uma nova tecnologia”, 2001

Actualmente o quotidiano da sociedade encontra-se cada vez mais integrado no mundo da tecnologia, electrónica e informática. Neste contexto, a arquitectura tem o desafio de aliar materiais correntes ou transmateriais a elementos tecnológicos, criando novos padrões artísticos e soluções que podem atribuir capacidades sensoriais à arquitectura.

Interessa-nos agora identificar o *hardware* enquanto ferramenta essencial para o processo criativo. *Hardware* define-se como o conjunto de componentes electrónicos, que estabelecem relações entre outros componentes, através de determinados *softwares* (a parte programável).

A reflexão sobre as novas tecnologias é relevante dado o seu papel mediador na nossa relação com o mundo.

Dentro do *hardware* damos destaque aos microcontroladores, que actuam como cérebros de todos os elementos tecnológicos. Em 2005 foi criado o *Arduino*⁹³, um microcontrolador usado para o desenvolvimento de objectos interactivos. Associado a este podem adaptar-se inúmeros outros componentes electrónicos, que permitem mediar a relação entre o espaço físico e o ambiente de programação, pelo uso de sensores, motores, LCD, microfones, entre outros.



50. Arduino

⁹³ Veja-se <http://arduino.cc/en/>

Paralelamente a estes componentes electrónicos desenvolveram-se outros elementos que nos podem auxiliar na realização de projectos. Trata-se de programas com determinadas sequências de instruções que permitem organizar a modificação de informação, dando origem à simulação.

A prática arquitectónica sofreu o impacto da sua presença, estes facilitam a concepção de protótipos, assim como avaliar a sua viabilidade de produção. Refere-se que existem inúmeros tipos de *softwares*, muitos com funções idênticas entre si, sendo que cada grupo existente pode auxiliar determinada fase conceptual e projectual.

Dentro destes destacamos os *softwares* CAD (*computer-aided desing*), que são programas que auxiliam o desenho vectorial. Normalmente costumam ser utilizados nas áreas de engenharia, arquitectura, *design*, entre outras, facilitando o desenho técnico a duas dimensões (AutoCad, Vectorworks, ArchiCad, 3DS Max, etc.), sendo que alguns destes softwares têm a particularidade de combinar o desenho 2D com o 3D ao mesmo tempo, assim como a modelação e renderização e projectos.

Os *softwares* CAM, (*Computer-aided manufacturing*), são programas direccionados ao processo de fabricação, permitindo a verificação da viabilidade da manufatura, sendo as áreas de engenharia e industria as que mais os utilizam (Moldflow, Rhinoceros, etc.).

Os *softwares* CAE (*Computer-Aided Engineering*) auxiliam o desenvolvimento de projectos, realizando a sua análise. Concretizam análises estáticas, dinâmicas, térmicas, magnéticas, de fluidos, acústicas, de impacto e simulações, conseguindo prever antecipadamente o comportamento dos produtos (DS Catia, AucoplanEICad).

Os *Software* 3D CG (3D Computer-Graphics) são programas de modelação tridimensional de imagens e animações, permitindo a renderização realista e texturização de materiais. Combinam as técnicas do desenho 2D com o 3D, entre outras ferramentas e a maioria possuiu a técnica *nurbs* que permite com grande facilidade a modelação de curvas e superfícies de forma a criar objectos complexos (3DS Max, Blender, SketchUp, Nuke, ZBrush, etc.).

Relativamente aos *softwares* de programação tratam-se daqueles em que é necessário utilizar uma linguagem de programação, escrita por código, por forma a criarem-se outros softwares, páginas web ou acções.

No caso de se visar projectos interactivos, segundo um *input* origina-se um *output*, sendo necessária a criação de uma programação em código (*softwares* exemplos disso são o arduino IDE, o Processing ou ActionScript, entre outros).

Para finalizar, esta exposição de *softwares* que poderão ter interesse para o desenvolvimento deste tipo de projectos de arquitectura interactiva, devemos referir os *softwares* de interacção. Estes incluem os programas que servem de interface entre o meio físico e o digital – vocacionados para situações específicas que têm de ser criadas ou revistas, como o áudio, a acústica, o controlo da luz, entre outros (Reason, Ableton, LightWaveSyntheyes, etc.).

Ainda relacionados com os grupos de *softwares* descritos, encontram-se os *plug-ins*,⁹⁴ que são uma espécie de aplicação que se pode utilizar nos softwares, com vista a facilitar a realização de determinadas funções, complementando o que os programas na sua forma inicial não possibilitam realizar.

A exposição síntese de alguns *softwares* é apenas exemplo do quão expandida se encontra esta área.

Para além de virem auxiliar a prática arquitectónica, na década de 90, alguns arquitectos começavam a aperceber-se de que o virtual, que viam através do interface computador, simulava o que mais tarde poderia vir a ser construído, e mais do que o desenho assistido, era também um espaço arquitectónico novo, que funcionava com regras diferentes do espaço real.

Para criar o que muitas das vezes seria impossível de ser construído, segundo uma linguagem de programação computacional o *scripting*, começaram a experimentar-se as primeiras transarquitecturas.

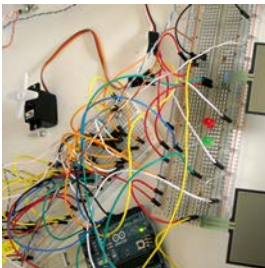
Marcos Novak foi uma dos primeiros arquitectos a reflectir sobre esta situação. No seu ensaio *Liquid Architectures in Ciberspace*, Novak mostrou o caminho a

⁹⁴ "Na informática, um *plugin* (também conhecido por *plug-in*, *add-in*, *add-on*) é um programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores, provendo alguma funcionalidade especial ou muito específica." Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Plug-in> [consultado em Julho de 2011]

descobrir do ciberespaço, que pode conter arquiteturas líquidas – as arquiteturas que flutuam e se alteram no espaço fluido do digital, segundo definições matemáticas algorítmicas.

É no entanto necessário questionar esta virtualização. Pierre Lévy, questionando-se sobre o virtual, defende que este não vem contrariar o sistema real nem opor-se a ele, “a virtualização não é uma desrealização (a transformação de uma realidade num conjunto de possíveis), mas uma mutação de identidade, um deslocamento do centro de gravidade ontológico do objecto considerado: em vez de se definir principalmente por sua actualidade (uma ‘solução’, a entidade passa a encontrar sua consciência essencial num campo problemático.”⁹⁵A vida num mundo virtual é passível de acontecer, se for vista como complemento do real.

4.3.1| A Computação Física



51. Arduino, Breadboard e algumas ligações

Após a exploração de novas tecnologias, de novos materiais e suas propriedades, assim como o estudo do *hardware* e *software*, gostaríamos de partilhar a nossa participação num workshop relacionado com a proximidade a este mundo digital e real – a computação física, com o componente de *hardware* *Arduino*.

O *Arduino* constituiu uma plataforma *open-source* de prototipagem electrónica desenvolvida a pensar em artistas, *designers*, *tinkers*, e todos aqueles que pretendam criar ambientes interactivos e reactivos.⁹⁶

No fundo trata-se de um microcontrolador com voltagem de 5V, sendo a sua voltagem de *Input* dos 7 aos 12V (sendo o limite 20V). Ao nível de entradas e saídas, varia de *board*⁹⁷ para *board* podendo ter várias, entre as digitais (LOW/HIGH) e analógicas 0 (0/255) – PWM, ou analógicos I (in), de entrada

⁹⁵ LÉVY, Pierre, *O Que é a Virtual?*, Trad. Paulo Neves, Editora 34, SP Brasil, 1996, pp.17-18

⁹⁶ “*Arduino is an open source physical computing platform based on a simple input/output (I/O) board and a developed environment that implements the Processing language. Arduino can be used to develop standalone interactive objects or can be connected to software on your computer (such as Flash, Processing, VVVV, or Max/MSP). The boards can be assembled by hand or purchased preassembled: the open source IDE (Integrated Development Environment) can be download for free from www.arduino.cc.*” in BANZI, Massimo, *Getting Started With Arduino*, Make: makezine.com, O'REILLY, 2009, p.1

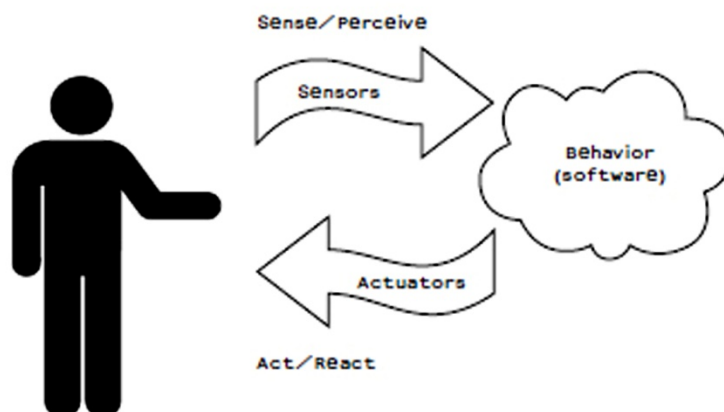
⁹⁷ “*A printed circuit board, or PCB, is used to mechanically support and electrically connect electronic components using conductive pathways, tracks or signal traces etched from copper sheets laminated onto a non-conductive substrate.*”, Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Printed_circuit_board [consultado em Agosto de 2011]

(0/1023), variando a escolha da sua utilização segundo os componentes que queiramos utilizar e a maneira como escrevemos o seu código de programação.

Durante o *workshop* foram discutidas variadas temáticas que apresentaremos faseadamente. No entanto a grande conclusão a retirar da participação é que tudo pode ser controlado, interactivo e reactivo, desde que lhe consigamos acoplar corrente eléctrica para criar um circuito e depois programa-lo através do computador. Esta ideia marcou os vários exercícios realizados durante o *workshop*, sendo importante reflectir essa ideia e o seu impacto ao nível arquitectónico, uma vez que alimenta a possibilidade de criar circuitos eléctricos nos materiais e componentes arquitectónicos, tornando-os interactivos.

No início da participação foram analisadas algumas definições e conteúdos, importantes para o contacto com a computação física, como a electricidade, a *breadboard*, o *arduino*, alguns sensores e a sua programação.

Cada vez mais há a noção que a arquitectura se socorre de outras áreas para a realização dos seus projectos. Se pretendermos realizar um projecto de arquitectura interactivo, temos de apropriar os nossos conhecimentos assim como contar com uma equipa polivalente e pluridisciplinar.



52. O Processo Interactivo

Relativamente à computação física, é a forma como o homem comunica através de computadores. Este processo envolve a comunicação humana através de

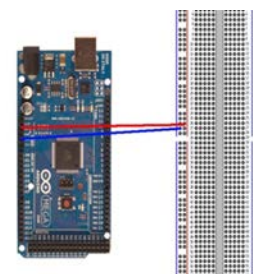
sensores e actuadores, mediante a utilização de *softwares* e programações específicas por forma a criar ambientes interactivos e reactivos.



53. Ambiente gráfico do *software* *arduino*

O processamento deste tipo de informação acontece com recurso ao *software* *arduino* (de programação). Trata-se de uma plataforma IDE – *Integrated Development Environment*, dotada de um ambiente gráfico intuitivo, semelhante ao de outros *softwares* de programação.

Contudo possui uma linguagem específica – “C++”. A tabela seguinte (ver figura 55), expõe alguns dos códigos e funções que são necessários saber para o início à programação.



54. *Arduino* e Breadboard
A ligação ente ambos acontece segundo o GNR (*arduino*) ao (-) da breadboard e 5V (*arduino*) com (+) na breadboard

Outro elemento a ter em conta é a *breadboard*,⁹⁸ esta serve para realizar de forma rápida a ligação entre o *arduino* e os componentes em circuito, sem que seja necessário soldar os componentes entre si. Isto facilita bastante o início dos protótipos, tornando-os mais eficazes e fáceis de concretizar e testar.

As ligações que se estabelecem através da *breadboard* são realizadas por linhas interligadas que seguram os componentes e garantem o contacto eléctrico entre eles. Nas filas de pontos (+) e (-) o contacto é realizado na vertical. Nas filas 1a, 1b, 1c, 1d, 1e... o contacto é realizado na horizontal.

Tendo como base a ideia para um projecto interactivo, os materiais que desejamos aplicar e uma dada programação, podemos concretizar projectos comunicativos que segundo um dado *input*⁹⁹ originem um *output*.¹⁰⁰

⁹⁸ “The process of getting a circuit to work involves making lots of changes to it until it behaves properly; it’s a very fast, iterative process that’s something like an electronic equivalent to sketching. The design evolves in your hands as you try different combinations. For the best results, use a system that allows you to change the connections between components in the fastest, most practical, and least destructive way. These requirements clearly rule out soldering, which is a time-consuming procedure that puts components under stress every time you heat them up and cool them down. The answer to this problem is a very practical device called the solder less breadboard. As you can see from Figure A-1, it’s a small plastic board full of holes, each of which contains a spring-loaded contact. You can push a component’s leg into one of the holes, and it will establish an electrical connection with all of the other holes in the same vertical column of holes. Each hole is a distance of 2.54 mm from the others.”, In BANZI, Massimo, *Getting Started With Arduino*, Make: makezine.com, O’REILLY, 2009, p.93

⁹⁹ “Input is the term denoting either an entrance or changes which are inserted into a system and which activate/modify a process. It is an abstract concept, used in the modeling, system(s) design and system(s) exploitation. It is usually connected with other terms, e.g., input field, input variable, input parameter, input value, input signal, input port, input device and input file (file format).”

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Input_%28disambiguation%29 [consultado em Junho de 2011]

¹⁰⁰ “In human-computer interaction, output is information produced by the computer program and perceived by the user. The kinds of output the program produces, and the kinds of input the program accepts, define the user interface of the program. In this context, feedback and output are often used interchangeably. However, output tends to refer specifically to explicit output, something that is intentionally provided for the user, whereas feedback also encompasses byproducts of operation that happen to contain information (see low-key feedback).”, Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Output> [consultado em Junho de 2011]

Símbolos

;	Cada instrução dada ao arduino pelo computador é terminada com "ponto e vírgula".
// ou */ /*	Serve para escrever comentários ao longo da programação sem que o arduino leia esse texto.

Constantes

HIGH	Para ligar – ON
LOW	Para desligar - OFF
INPUT	Para especificar qual o pin de entrada.
OUTPUT	Para especificar qual o pin de saída.

Variáveis

boolean	Poderá ter dois valores – verdadeiro ou falso.
char	Representa um carácter único
byte	Define um número entre 0 e 255 (utiliza apenas um byte de memória)
int	Representa números entre -32.768 e 32.767 (utiliza dois bytes de memória)
unsigned int	É tal como o int (utiliza apenas dois bytes de memória) contudo não permite a utilização de números negativos. Como tal vai de 0 a 65.535.
long	Tem o dobro do tamanho de um int e aceita números compreendidos entre -2.147.483.648 até 2.147.483.647.
unsigned long	É versão oposta do long, e compreende valores do 0 até 4.294.967.295.
string	Aceita um tipo de caracteres ASCII que são usados em linguagem textual, por exemplo para escrever mensagens que deverão aparecer em displays LCD.

Matrizes de Controlo

If...else	Esta estrutura toma decisões na nossa programação. O if deve de ser seguido com uma questão específica, se esta for verdadeira deverá de dar origem a uma causa.
For	Serve para repetir um bloco de código segundo um número de vezes específico.
Switch case	Este comando deixa que a programação tome variadas direcções, consoante o valor da variável.
While	Parecido com o if, executa um bloco de código quando uma certa condição é verdadeira.
Do...while	Tal como o while, com a excepção deste código funcionar depois da condição ser avaliada.
Break	Deixa o loop ser executado de forma continuada, mesmo que o código apareça depois do loop.
Continue	Quando o utilizamos dentro do loop, faz com que o código interior seja forçado a ser verificado.
return	Para de executar uma função e inicia-a nesse ponto de paragem.

Símbolos de Comparação

=	Igual a
!=	Diferente de
<	Menor que
>	Maior que
<=	Menor ou igual que
>=	Maior ou igual que

Símbolos Booleanos

&& ou	São usados quando queremos combinar variadas condições.
-------	---

Símbolos Compostos

Value	É usado para tornar o código mais conciso.
Value ++	É usado para tornar o código mais conciso, positivamente mais acentuado.
Value --	É usado para tornar o código mais conciso, negativamente mais acentuado

Funções de Input ou Output

pinMode()	Para definir um pin como input ou output
digitalWrite()	Atribuir um valor ao pin (LOW/HIGH)
digitalRead()	Ler o valor do pin (0/1)
analogWrite()	Atribuir um valor aos pins PWM (0/255)
analogRead()	Ler o valor do pin analógico (0/1023)
delay()	Parar o processamento por tempo determinado (msecs)
int analogRead	Lê a voltagem a picada a um input analógico e transforma essa leitura num número compreendido entre 0 e 1023, que representa a voltagem entre 0 e 5V.
int digitalRead	Lê o estado de um pin input, e estabelece a posição HIGH se o pin detectar qualquer voltagem, ou LOW se não se aplicar nenhuma voltagem.
ShiftOut	Atribui um valor ao registo definido por vários outputs digitais
Unsigned long pulseIn	Mede a duração de um impulso oriundo de um digital input.
millis()	Ler o tempo de execução do arduino (sendo feito o reset automático ao fim de mais ou menos 5 dias)
Unsigned long millis	Retoma o número em milissegundos passados desde que o sketch foi iniciado.

Funções Matemáticas

Min(x,y)	Retoma ao mais pequeno em x ou em y.
Max(x,y)	Retoma ao maior em x ou em y.
Abs (x)	Retoma ao valor absoluto em x, o que transforma números positivos em negativos.
Constrain(x,a,b)	Retoma ao valor de x, constante entre a e b.
Map	Transforma um valor entre o fromLow e o maxLow para o toLow ou toHigh.
Double pow	Retoma o sepultado de um número em valor exponencial.
Double tan	Retoma a tangente de um ângulo num específico radiano.

55. Linguagem para a programação de projectos com o Arduino

```

/*
  Button

  Turns on and off a light emitting
  diode(LED) connected to digital
  pin 13, when pressing a pushbutton
  attached to pin 2.

```

The circuit:

```

* LED attached from pin 13 to ground
* pushbutton attached to pin 2 from
+5V
* 10K resistor attached to pin 2 from
ground

```

```

* Note: on most Arduinos there is
already an LED on the board
attached to pin 13.

```

created 2005

by DojoDave <<http://www.0j0.org>>

modified 28 Oct 2010

by Tom Igoe

This example code is in the public domain.

```

http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Button
*/

```

```

// constants won't change. They're
used here to
// set pin numbers:
const int buttonPin = 2;    // the
number of the pushbutton pin
const int ledPin = 13;    // the number
of the LED pin

```

```

// variables will change:
int buttonState = 0;    // variable for
reading the pushbutton status

```

```

void setup() {
  // initialize the LED pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  // initialize the pushbutton pin as an
input:
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

```

```

void loop(){
  // read the state of the pushbutton
value:
  buttonState = digitalRead(buttonPin);

```

```

  // check if the pushbutton is pressed.
  // if it is, the buttonState is HIGH:
  if (buttonState == HIGH) {
    // turn LED on:
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  }
  else {
    // turn LED off:
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}

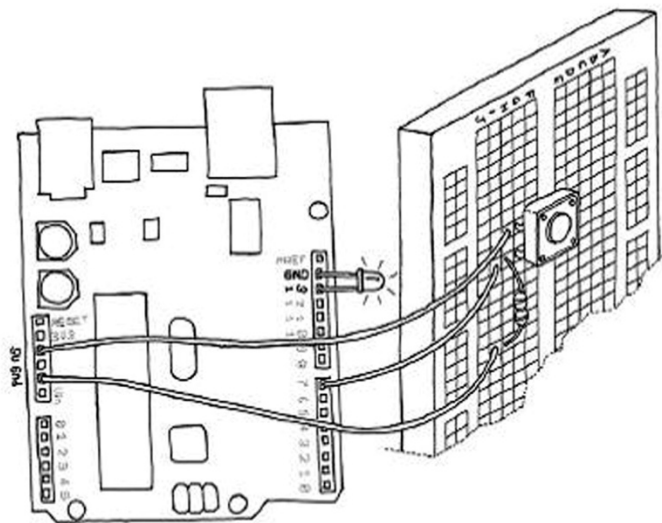
```

57. Programação para o Arduino IDE para input – botão e output - led

No decorrer do *workshop*, e também por forma a constatarmos que podemos colocar elementos correntes nos nossos projectos, tanto ao nível dos *inputs*, como dos *outputs*, realizamos dois exercícios em que utilizamos moedas e um fecho *éclair*.

No caso das moedas criamos uma espécie de botão. Pelas moedas furadas passamos fio condutor que ligamos à *breadboard*. Quando as duas moedas se tocavam, utilizando um código de programação e um *led*, o *led* acendia. Escolhemos um *led*, mas podíamos ter utilizado um *piezo buzzer* (coluna), e criar uma espécie de alarme, ou outro tipo de componente. A posição que as moedas adquiriram neste exercício foi a de botão.

O exercício do fecho *éclair* teve a mesma lógica e a mesma programação (ver figura 57). Soldando fio condutor ao fecho, quando o abríamos ou fechávamos estávamos a operar com uma espécie de interruptor, para accionar outros componentes ligados em circuito fechado.



56. Exemplo de ligação entre o *arduino* e a *breadboard*, segundo um circuito constituído por um botão e um *led*

A ideia a reter é que neste campo não há limites. Os sistemas poderão nem sempre ser fáceis de criar, mas com alguma persistência podemos viabilizar a concretização de projectos complexos.

Em todos os projectos que nos foram dados a conhecer, assim como outros realizados, deparamo-nos com a existência de um registo de simulação do real e tentativa de despertar e estimular de forma activa o homem.

Na maioria das vezes, estes projectos aparecem como experiências criativas, ou focados em eventos específicos, como efémeros ou instalações, no âmbito arquitectónico ainda é raro encontrar este tipo de expressões.

Outra conclusão que retiramos é que nestes projectos já não é tão marcante a predominância do sentido visual. Este na maioria das vezes encontra-se em interacção com outros sentidos.

Associado ao uso do *hardware* (neste caso específico o microcontrolador *arduino*), existem inúmeros projectos interactivos, a maioria não alusivo à escala arquitectónica enquanto um todo, no entanto esta abordagem é bastante pertinente, ao nível arquitectónico, até como ponte de passagem entre o experimental e algo que possa ser concretizado na arquitectura. A maioria dos projectos seleccionados eram nossos conhecidos de sites da internet, dentro dos quais damos destaque à plataforma Creative Applications Network¹⁰¹, pela variedade e validade dos projectos que apresenta.

4.3.2| Exemplos de Projectos Interactivos

Projectos como “My little piece of Privacy” (2010) de Niklas Roy; “Goethe Institute in Barcelona” (2011) e “Kinetic chandelier SILKE” (2010) de Sebastian Neitsch; “One Hundred and Eight” (2010) de Nils Völker; “New Angles” (2010) de Supernature, são exemplos que aliam as qualidades sonoras, o movimento mecânico, o visual, luz e cor a espaços, definindo momentos de grande dinamismo, intensidade e interacção, com recurso às novas tecnologias.

Como Massimo Banzi refere “In today’s world, Interaction Design is concerned with the creation of meaningful experiences between us (humans) and objects. It is a good way to explore the creation of beautiful-and maybe even controversial-experiences between us and technology (...).”¹⁰²

No projecto de Niklas Roy, os efeitos de mistério e surpresa alimentados pela curiosidade do homem, caracterizam esta instalação. Uma pequena cortina, localizada parcialmente na montra de uma loja, move-se à passagem de transeuntes pela rua, acompanhando a sua deslocação e não permitindo que se percepcione o que se encontra no interior da loja. Com a utilização de um motor,

¹⁰¹ Veja-se: <http://www.creativeapplications.net/>

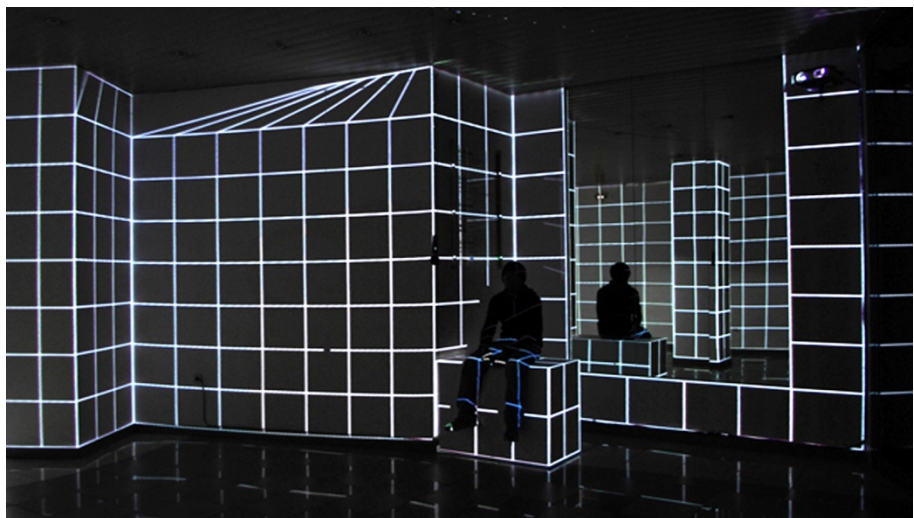
¹⁰² BANZI, Massimo, *Getting Started With Arduino*, Make: makezine.com, O'REILLY, 2009, p.2

um sensor de movimento e um arduino, definiu-se um momento que desperta tamanha curiosidade a quem passa, que quase que obriga as pessoas a entrar na loja para contemplarem o que se encontra no seu interior.



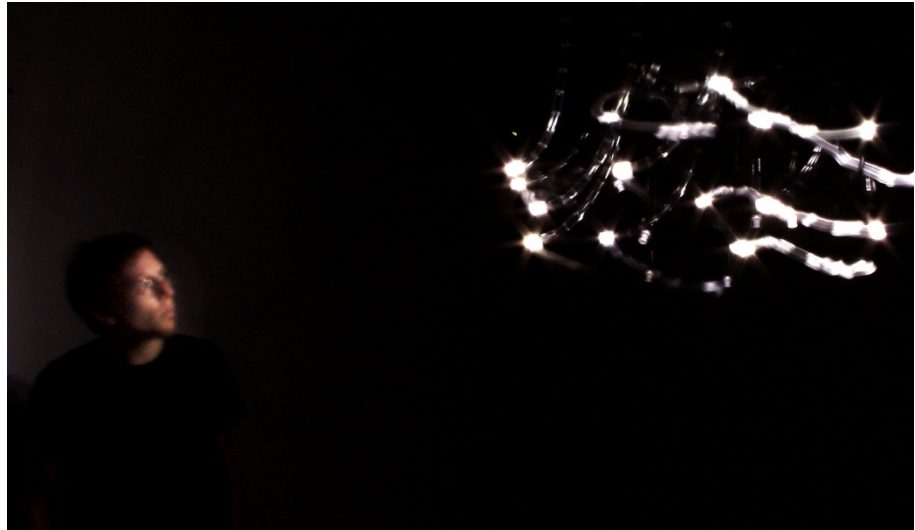
58. My little piece of Privacy, Niklas Roy

No projecto Goethe Institute em Barcelona, Sebastian Neitsch define uma instalação áudio, reactiva visualmente. No centro deste espaço localiza-se um microfone, que ao reconhecer sons, desmaterializa o espaço envolto, completamente mapeado através de projectores (localizados por forma a que quem utiliza o espaço não interfira nas projecções). Segundo determinados sons (aumentados pela presença do microfone), o mapeamento é alterado dinamicamente, desmaterializando e fragmentando aos poucos o espaço onde se insere.



59. Goethe Institute in Barcelona, Sebastian Neitsch

Do mesmo autor Kinetic chandelier SILKE, é uma estrutura robótica que através da presença de pessoas e sons, adquire vida e transmite sentimentos como medo e curiosidade, por movimentos e emissão de luzes com diferentes intensidades.



60. Kinetic chandelier SILKE, Sebastian Neitsch

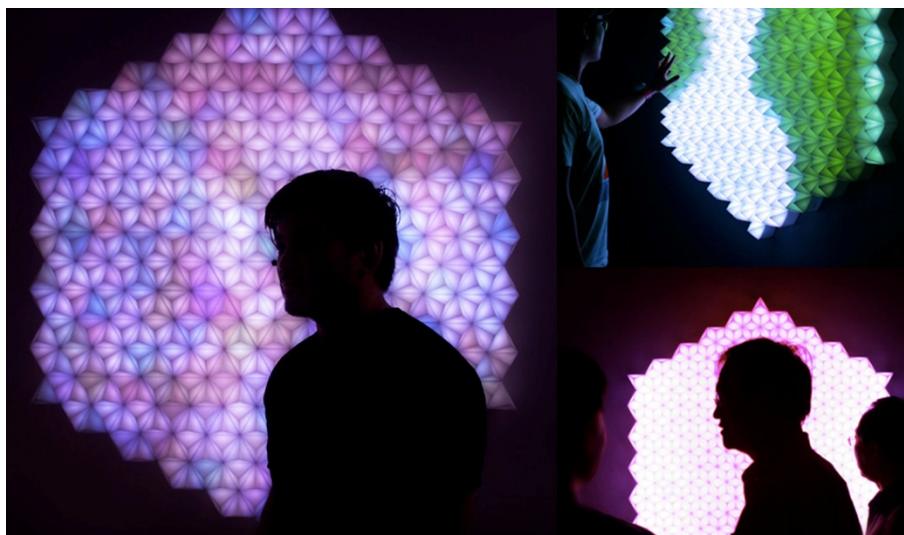
“One Hundred and Eight” é uma superfície interactiva, revestida com sacos de plástico, que segundo a presença das pessoas e movimento, os sacos são insuflados de ar de forma gradual, atribuindo à superfície diferentes formas modelares.



61. One Hundred and Eight, Nils Völker

No projecto “*New Angles*”, dos Super Nature 420 prismas feitos em acrílico branco transmitem luz segundo *leds* RGB. Desta forma cada prisma corresponde a um *pixel*, de acordo com a captura de imagens realizada por uma câmara. Após este processo definem-se imagens que pretendem estabelecer um diálogo entre a imaginação e a realidade.

O grupo Super Nature interessa-se pelas novas tecnologias e em aplica-las sobre novas formas. Sobre este projecto os autores referem “*procuramos ver as coisas de diferentes ângulos. Mudar a perspectiva daquilo que vemos*” e o reflexo disso é esta instalação “*que reflecte a justaposição de um pensamento subversivo em simultaneidade com a percepção visual.*”¹⁰³



62. New Angles, Estúdio SuperNature

Tais projectos, como podemos constatar, aliam materiais e objectos correntes (cortinas, sacos de plástico, etc.) para descaracterizar e fazer com que se percepcione o espaço de diferentes maneiras.

O comum torna-se intrigante e activo e desta forma, o que muitos já experimentaram através do contacto com jogos como a *Wii*, *Move*, ou uma ida ao cinema 3D, pode ser experimentado progressivamente em vários pontos da cidade.

¹⁰³ CARBONE, Carla, “O Estúdio Super Nature, Uma obsessão pela interactividade”, in *Arquitectura e Arte* nº91, Março | Abril, p.114

De forma mais audaz referimos o projecto de Daito Manabe, Electric Stimulus. Este leva-nos ao imaginário de filmes como o *Metropólis*, *Laranja Mecânica*¹⁰⁴ ou *Sleep Dealer*,¹⁰⁵ em que o contacto com a máquina passa directamente pelo corpo humano.

A ideia é utilizar a reactividade do corpo, actuando aos estímulos sonoros de um instrumento musical, mediante estímulos eléctricos.

Sensores colocados nas mãos transmitem estímulos a sensores que o sujeito tem ligado à sua face. Diferentes sons emitem diferentes estímulos para as mãos e por conseguinte, também para a face, correspondendo diferentes sons a diferentes expressões faciais. O projecto usa de forma interessante e audaz de tecnologia promovendo a estimulação directa entre o corpo e a máquina.



63. Electric Stimulus, Daito Manabe

Este projecto é também um alerta de quanto impessoal pode ser o poder da tecnologia sobre o corpo, intervindo directamente nos seus comportamentos. Quem comanda é a máquina e não o homem, aqui o sujeito é reduzido a objecto.

O projecto alude para a intimidade que progressivamente se desenvolve entre o homem e máquina, uma relação como refere Furtado em “Arquitectura e Máquina”, “*tornou-se inevitável, e se alguma liberdade nos resta é apenas a de*

¹⁰⁴ “*Laranja Mecânica* (original: *A Clockwork Orange*) é um filme britânico de 1971, dirigido por Stanley Kubrick,”
Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Laranja_Mec%C3%A2nica_%28filme%29 [consultado em Setembro de 2011]

¹⁰⁵ “*Sleep Dealer* is a 2008 futuristic science fiction film directed by Alex Rivera (...)’*Sleep Dealer*’ is set in a future, militarized world marked by closed borders, virtual labor and a global digital network that joins minds and experiences, where three strangers risk their lives to connect with each other and break the barriers of technology.”
Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Sleep_Dealer [consultado em Setembro de 2011]

*conceber-escolher de que forma habitaremos o Tecnocosmos que nos rodeia. A Máquina deixou mesmo de ser uma prótese do Corpo, para ser uma entidade que o manipula (...) e medeia na sua relação com o Real (...)"*¹⁰⁶.

Nos projectos expostos identificamos vantagens que vão para além do funcional, qualificando mais o sensível. Com tecnologias semelhantes, pode-se atribuir interactividade e comunicabilidade à arquitectura – o lado mais humanizado desta.

A ideia poderia ser tornar a arquitectura sensível, às transformações que são percebidas apenas por quem habita. Pretende-se que a arquitectura comunique com os utilizadores de forma visual, olfactiva e auditiva, procurando nos usuários reacções face às diversas situações a que está sujeita. Pretende-se que tal comunicação seja automática, dado possuir sensores que recolhem informações importantes, e a resposta a essas informações deverá de ser a melhor, perceptível e mais agradável possível para os usufruidores do espaço.

Visamos o construir de uma relação afectiva e sensitiva entre o material tecno-arquitectónico e o homem.

¹⁰⁶ LÉVY, Pierre, *A Máquina Universo*, 1987, in FURTADO, Gonçalo, "Arquitectura e Máquina", *NADA*, N.1, 2003 p.37

4.4| O Tempo e a Situação

Retomando o já antes exposto, refira-se que a fachada e arquitectura *media* reagem contra os *billboard* ou contra as superfícies sobrecarregadas de informação publicitária abrindo novas oportunidades tecnológicas, atribuindo ritmos e dinâmicas de tal forma intensas que marquem os espectadores.

A arquitectura interactiva visa estimular o homem apelando à sua participação. Emite estímulos na procura de reacções, estabelecendo a comunicação.

Sobressalta-se neste tipo de projectos a importância do factor tempo (e da situação), sendo na nossa perspectiva um tempo diferente, mais curto.

A nosso ver o tempo de compreensão do espaço *media*, *interactivo*, *reactivo* ou *de domótica* é distinto do tempo de compreensão de um outro tipo de espaço.

Como referiu McLuhan “*A velocidade eléctrica tende a abolir o tempo e o espaço da percepção humana*”¹⁰⁷ Mas Mário Vairinhos relembra, no seu livro *Interactividade e Mediação*, “*Na verdade, não se trata de um atraso (delay) ou de uma duração (durée), mas antes de uma temporalidade com características de espaço – aquele que resulta do cruzamento do espaço da obra com o utilizador no seio da simulação.*”¹⁰⁸ Cujas aceleração da compreensão do mesmo, é indubitavelmente muito mais instantânea e imediata do que noutras situações. Aqui o intenso é marcado por um espaço de tempo mais curto, do que noutras situações, também intensas, mas mais morosas.

Assim o importante a reter da exposição realizada a estes projectos é o processo de ‘situação’ dos Situacionistas, que na década de 50 já referiam como importante no “*acontecimento activo espaço-temporal da experiência vital, liberto dos constrangimentos do «espectáculo».*”¹⁰⁹

Embora muitos desses artistas revolucionários não tenham conseguido envolver-se suficientemente no espaço arquitectónico, encaravam-no como um factor

¹⁰⁷ MCLUHAN, Marshall, *The Dew Line* Toronto: McLuhan Centre For Technology, University of Toronto, Occasional Papers, s.d.), in KERCKHOVE, Derrick de, *A Pele da Cultura, Uma Investigação Sobre a Nova Realidade Electrónica*, Trad. Luís Soares e Catarina Carvalho, Relógio de Água Editores, 1997, p.241

¹⁰⁸ VAIRINHOS, Mário, *Interactividade e Mediação*, Coleção Novos Media, Editora Mimesis, 2002, p.56

¹⁰⁹ LEACH, Neil, *A Anestésia da Arquitectura*, Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, pp.106-107

significativo na determinação da experiência vivida. Isto é, reconheceram que as emoções, desejos e experiências diferiam “*segundo a arquitectura dos espaços e a disposição das cores, sons, texturas e luz com que eram criados.*”¹¹⁰ Tal despoletou a procura de arquitectura que incendiasse a imaginação e permitisse experiências ontológicas profundas.¹¹¹ Em determinada parte foi também o despertar das consciências e procura da arquitectura enquanto lugar da experiência vivida e sentida (de acordo com a situação), sabendo que as situações, as características do lugar, marcam o tempo e a intensidade com que as percebemos, contemplamos, compreendemos e vivemos.

Os projectos anteriormente expostos são exemplos que permitem a diferente situação, promovendo a mutação estética de novos contextos, para além do publicitário. Expressão actual pela necessidade, em geral, de vivenciar a arquitectura, e em particular a tendência experimental de novos espaços e técnicas com diferentes tempos vivenciais.

¹¹⁰ PLANT, Sadie, *That the Most Radical Gesture*, Routledge, Londres, 1993, p.57 in LEACH, Neil, *A Anestésica da Arquitectura*, Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, pp.104-105

¹¹¹ LEACH, Neil, *A Anestésica da Arquitectura*, Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005, pp.104-105

Parte II

Desenvolvimento Prático

Por Uma Arquitectura Interactiva | 85

1 | Projecto

No seguimento da realização desta dissertação, deu-se a participação no projecto de investigação pluridisciplinar PP99.

Esta participação ofereceu-me a possibilidade de observar na prática muito daquilo que aqui foi exposto teoricamente.

Actualmente o homem encontra-se circunscrito a espaços onde, a partir dos quais, interage com o mundo através das redes sociais, internet e outros meios de telecomunicação. Na sua habitação adensam-se os *gadgets* comunicativos, contudo persiste uma carência de sensações em toda a sua envolvente.

A proposta que será de seguida exposta é uma espécie de *metadermis*, no sentido que Ted Kruger explica “*uma segunda pele (...) a hipótese de uma arquitectura inteligente e interactiva, como se fosse uma metaderme que incorpora pesquisas (...) na área da robótica, materiais interactivos e (...) inteligentes (...) para desenvolver na arquitectura qualidades que até agora só reconhecemos do reino orgânico.*”¹¹²

O protótipo que foi desenvolvido pretende expandir o conceito de interactividade no espaço, ao mesmo tempo que chama à atenção para a importância das carências humanas, no espaço arquitectónico, ao nível dos seus sentidos e estímulos.

O objecto da investigação do PP99 consiste no estudo de superfícies arquitectónicas interactivas (modeladas em materiais compostos), centrando-se nas áreas de Arquitectura e *Design*. Contudo o seu desenvolvimento pressupõe uma relação com outras áreas (nomeadamente a engenharia, ciências dos materiais e computação).

Em traços gerais, a investigação contemplou o projecto de uma superfície arquitectónica, assim como a sua modelação, fabrico, assemblagem e teste dos vários componentes que a constituem.

¹¹² KRUGER, Ted, *Metadermis como Segunda Pele*, Prototipo 003, Lisboa 2000, in FURTADO, Gonçalo, FEIO, António, *O Corpo no Espaço da Técnica Digital*, 06 O Limite da Pele Arquitectónica, FAUP, 2002

Como descrito na proposta de candidatura a este projecto, procurou-se uma superfície arquitectónica de pequena dimensão e modular (para poder ser multiplicada no espaço), dotada de capacidades de interacção com o usuário.

A superfície procura a interactividade e a performance lúdica, compreendendo aspectos sonoros, visuais, olfactivos, mecânicos, tácteis, térmicos, entre outros. Para isso usaram-se dispositivos electrónicos, interfaces de interacção e *softwares*, alcançando um produto que respondesse aos diversos tipos de ocupação e contacto com o espaço.

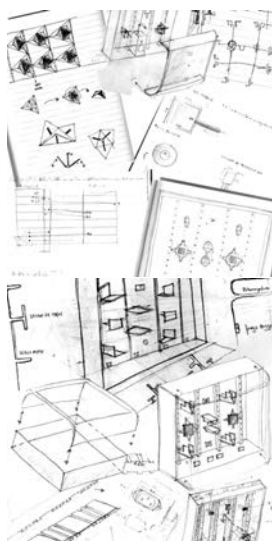
A equipa coordenada por Gonçalo Furtado (FAUP) e constituída por Mafalda Lucas (MiARQ - FAUP), Jorge Lino (INEGI), Nuno Lopes (IPL) e João Lopes (FCTUC), realizou a investigação que foi definida em várias fases, desenvolvidas ao longo do ano, sendo pautadas por inúmeras reuniões e discussões.

O PP99 teve início com a análise de variados componentes electrónicos envolvidos em situações de interacção (*hardware*); materiais compósitos que pudessem ter características dinâmicas e interactivas e *softwares* de programação e de simulação de projecto.

Refira-se, mais uma vez, que por superfícies arquitectónicas interactivas entendemos todas aquelas que contribuem para o despertar de emoções e sensações e que não sejam passivas à nossa presença e vivência. Este era o objectivo que pretendíamos alcançar e como resultado final concretizamos um protótipo de arquitectura interactiva, *media*, comunicativa e dinâmica, com capacidade de reacção e estímulo sensorial, face à presença do usuário.

Outra premissa da investigação, para além do resultado final, foi o conhecimento das variadas possibilidades interactivas existentes e a compreensão dos meios pelos quais poderão fazer parte integrante da arquitectura.

2 | Protótipo



64. Esquissos para o projecto PP99

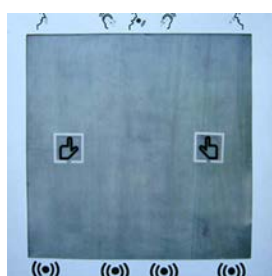
Em traços gerais o protótipo final constituiu um módulo paralelepípedo (0,60 x 0,60 x 0,10 metros), com as laterais em fibra de vidro com poliéster e a frente em membrana de silicone.

Os materiais utilizados no invólucro foram materiais compósitos, tendo sido o resultado do estudo e junção de matrizes e fibras, aproveitando-se as melhores características de cada material (qualidades estruturais e desempenho em diversas situações, descritos no capítulo da presente dissertação – “4.2|Materialidade”).

Este invólucro modelar apresenta qualidades de resistência, assim como uma membrana de silicone, translúcida e flexível, permitindo a sua deformação em algumas situações. A membrana materializa o conceito de movimento, característica que num momento de vivência de um espaço acentua a relação de proximidade entre arquitectura e homem.

Sabemos que em arquitectura, quando o homem se desloca, a sua relação e compreensão do espaço também se altera. Por outro lado se os elementos arquitectónicos também forem alterados (pelo movimento ou por qualquer mutação da forma), o homem também altera a percepção que tem sobre o espaço, desta forma pretendemos materializar esta situação.

E no interior do referido invólucro modular encontram-se os mais importantes componentes interactivos, que tratam dos *Inputs* e dos *Outputs*, elementos chave de toda a comunicação – os componentes electrónicos.



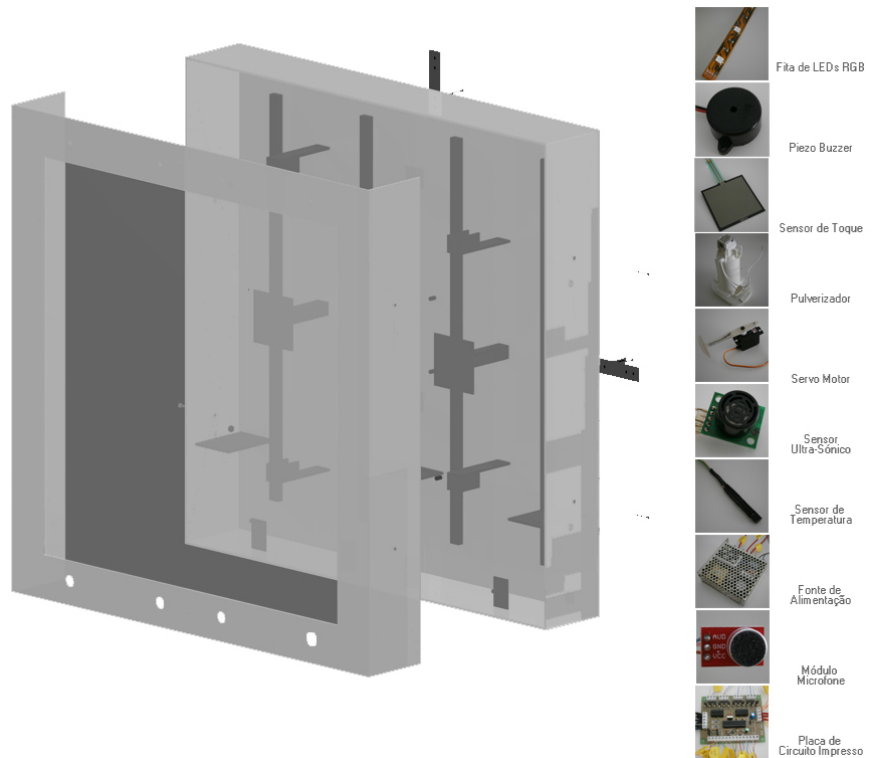
65. Módulo PP99

Numa primeira fase foi realizada toda a pesquisa, por forma a definir-se a ideia final. Procedeu-se à selecção das ferramentas necessárias para a recolha de informação, nos limites do espaço arquitectónico – um *input*, para que posteriormente se tratasse essa informação – dando origem a um *output* sensorial.

Após essa fase foram realizados alguns testes de funcionamento até ao ponto da reunião de todos os componentes que pretendíamos utilizar para definirmos o momento interactivo. O desenho técnico (figura 66) representa a reunião de todos os componentes e a sua localização interna, no módulo.

2.1| O Momento Reactivo - Interactivo

Seguidamente pretende-se realizar a descrição do momento interactivo, mas refira-se que a experiência é sempre subjectiva, de usuário para usuário, despoletando diferentes reacções em cada um.



67. O Módulo – 3D e os componentes seleccionados para o momento interactivo

Relativamente ao sentido visual, a interacção com este acontece segundo a posição do corpo humano face ao espaço referencial. Através de sensores de movimento/distância, integrados na superfície. Desta forma localiza-se a posição do corpo e esta relação materializa-se pelo acender de *leds* RGB, de acordo com a posição do usuário.

Assim, quando o sujeito se encontra afastado 2,5 metros da superfície, ou mais, esta difunde uma luz branca. Quando o sujeito se posiciona a 1,5 metros a luz que a superfície emite é azul, a 0,5 metros a luz é amarela e a um nível de proximidade/contacto máximo a cor que esta emite é a vermelha.

Relativamente ao sentido táctil, pelo toque dá-se uma interacção que concretiza uma mutação na forma da superfície.

É a este sentido que está inerente o conceito de movimento, referindo-se não só ao usuário como aos elementos que compõem a superfície. Utilizaram-se servo motores (espécie de motores lineares) que pelo movimento de rotação fazem com que a membrana se deforme, atribuindo um dinamismo rítmico à superfície do módulo.

O sistema criado para estimular este sentido recorreu ao desenho de uma peça para se adaptar ao servo motor, manufacturada através do processo de estereolitografia.

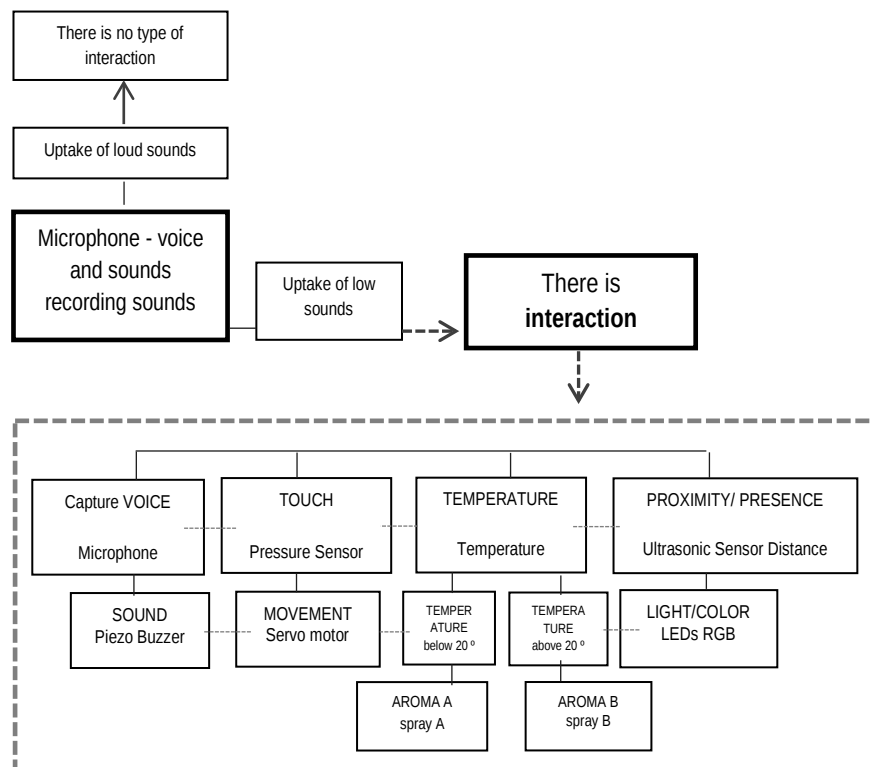
Para o sentido olfactivo definimos a relação entre usuário e a superfície através da temperatura. A temperatura poderá variar devido à temperatura real, devido às condições climatéricas, ou devido a uma maior ou menor ocupação do espaço (quantos mais usuários contactarem com a superfície a temperatura interior do módulo também acaba por variar).

Sucintamente associámos a essas variações dois aromas, sendo que acima de uma dada temperatura há um aroma libertado de quinze em quinze minutos e abaixo dessa temperatura outro aroma é libertado segundo a mesma lógica. Desta forma define-se uma ambiência, retendo-se na nossa memória a experiência olfactiva, a qual depende do grau de ocupação do espaço, ou condições climatéricas. Como componentes para este registo utilizamos sensores de temperatura e *sprays*-pulverizadores.

Relativamente ao sentido auditivo, o ruído do espaço onde se insere este módulo afecta o seu funcionamento e desempenho. Havendo muito ruído (segundo a captação do som realizada através de um microfone), a superfície não interage e o módulo funciona como se estivesse *off*, expressando descontentamento ou timidez. Quando o som captado pelo microfone é mais fluido e baixo, esta emite também um som suave, começando neste ponto a estabelecer-se uma comunicação metafórica.

Este sentido exemplifica a desejada adaptação do homem face a arquitectura. A interacção só acontece se o comportamento dos homens e os parâmetros definidos para a superfície estiverem em sintonia.

Talvez a ideia seja um pouco imperativa, mas pareceu-nos bastante pertinente a sua referência pelo impacto que tem no momento comunicativo, assim como numa possível influência de comportamentos.



68. Diagrama do momento interactivo

Em suma, estes foram os níveis de interacção entre matéria e homem definidos no protótipo final. Como referido inicialmente o protótipo para o PP99 sintetiza a investigação que pretende realçar o potencial da integração que componentes electrónicos podem trazer à arquitectura, quando aplicados nesta. Na presença desta superfície ocorrem estímulos e reacções, ao contrário do que muitas arquitecturas têm esquecido.

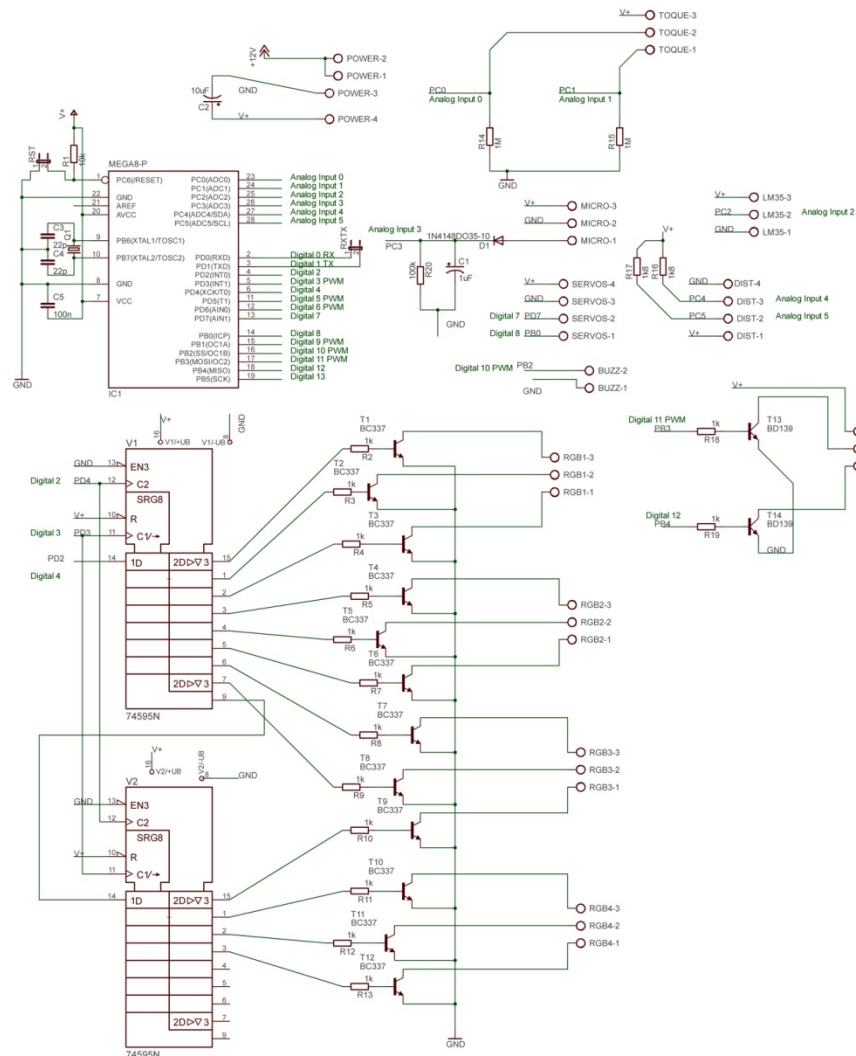
Tais reacções procuram o estímulo variado ao nível dos sentidos (tanto no *input* como no *output*), e atribuem à superfície um lado sensível e humanizado, ao nível das sensações humanas (sensações de medo, apreensão, comunicação, entre outras).

Perante este tipo de superfícies também poderão haver comportamentos influenciados pela acção de diferentes *outputs*, se pensarmos que estes poderão ocorrer segundo *inputs*, sendo aqui a arquitectura interactiva também um meio de educar determinadas acções.

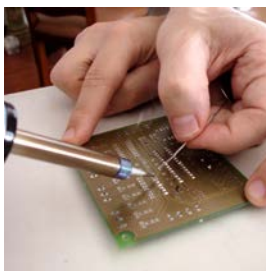
Outro aspecto permitido por este tipo de superfícies é que a sua programação é alterável, podendo se definir tempos de vivência e de apreciação de acordo com as nossas vontades.

2.2| Prototipagem

O processo descrito realizou-se segundo uma programação computacional, escrita em código, tendo como base a computação física e simultaneamente envolveu a junção de diferentes componentes num circuito eléctrico.



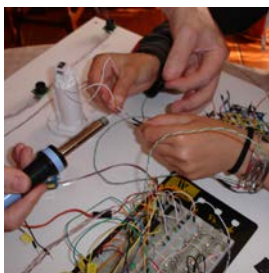
69. Circuito eléctrico



70. Solda dos componentes na placa de circuito impresso

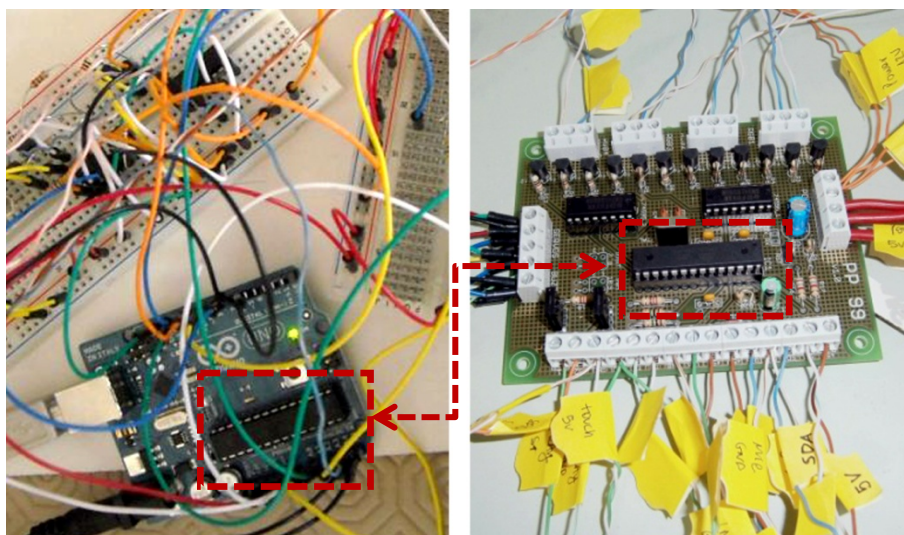
Numa primeira fase, de teste ao protótipo foram utilizadas várias *breadboards*. Desta forma foi possível corrigir erros nas ligações, ver possíveis problemas e solucioná-los. Só após este processo, para os componentes funcionarem em conjunto de forma definitiva e em circuito, é que foram interligados e soldados entre si, através de cabo condutor.

Para tal criamos uma placa de circuito impresso, que respondesse aos requisitos do circuito.



71. Solda dos componentes do módulo

Como se referiu anteriormente, quando o *arduino* não possuiu o número de entradas/saídas necessárias para os nossos projectos pode ser substituído por uma placa de circuito impresso com o número de entradas/saídas que se necessitam, sendo necessário possuir parte dos constituintes da placa *arduino* original. Neste processo o principal constituinte é o *ATmega*,¹¹³ que é a memória de toda a programação. Este elemento possui inúmeros modelos, variando estes de *arduino* para *arduino* (*Arduino Uno* – *Atmega328*; *Arduino Nano* – *Atmega168/328*; *Arduino Mega* – *Atmega1280*, entre outros), sendo que o necessário é fazer a sua programação num *arduino* e depois retirá-lo deste e encaixá-lo, num local próprio da placa de circuito impresso criada.

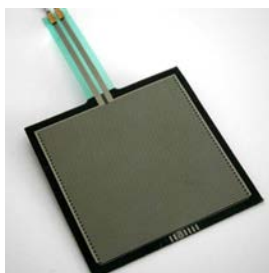


72. *ATmega328*, do *Arduino Uno*, transferido para a placa de circuito impresso

2.2.1| Inputs e Outputs dos Sentidos

O circuito eléctrico, desenhado e materializado na placa de circuito impresso é na realidade composto por vários circuitos, mais pequenos, agrupados segundo *inputs*, *outputs* dos vários sentidos. Neste capítulo realizaremos a sua descrição, segundo o sentido estimulado, para se compreender a influência destes circuitos (mais pequenos, digamos), no módulo interactivo.

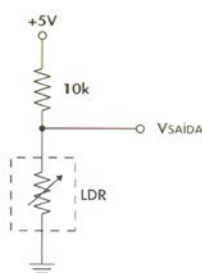
¹¹³ "An *ATmega* chip is the heart of your *Arduino*", ROBERTS, Michael Mc, *Beginning Arduino*, Technology in Action, Apress, 2010, p.19



73. Force Sensing Resistor

No caso do *input* para o sentido táctil, os sensores de toque escolhidos (1.5" (3.81cm) *Force Sensing Resistor*)¹¹⁴, possuem uma área de contacto com 3,81 cm por 4,45 cm, podendo detectar forças variáveis entre as 100 gramas e os 10 quilogramas.

Este sensor de toque é um sensor resistivo, ou seja consoante a força aplicada no sensor a resistência entre os dois terminais varia, daí haver a necessidade de ter um sinal eléctrico.



74. Circuito divisor de tensão

Assim, para transformarmos uma variação de resistência numa variação de tensão (sinal eléctrico variável), usámos um circuito divisor de tensão e para isso precisámos de uma resistência para entrar em série com o sensor.

Segundo este circuito (ver figura 74) conseguimos transformar uma variação de resistência numa variação de tensão, pelo que ao carregarmos no sensor fazemos variar a resistência, o que origina uma variação de tensão. Este processo intitula-se de condicionamento de sinal¹¹⁵ – onde ao tocarmos no sensor, varia a resistência e também varia a sua tensão.



75. Sensor de Temperatura LM35

Para o *input* do sentido olfactivo, utilizamos um sensor de temperatura (LM35)¹¹⁶, que neste caso é um sensor activo.

A sua tensão produzida é linearmente proporcional à temperatura em Celsius (°C), o que significa que a tensão produzida gera um sinal eléctrico proporcional à temperatura.

Estes sensores têm a vantagem, em relação a outros, pois não requerem nenhuma calibração externa para obter boas precisões. Como tal, escolhemo-lo para que a temperatura pudesse ser calibrada directamente em °C e houvesse uma gama bastante elevada de temperaturas (-55 °C a 155 °C), outra vantagem foi o facto de poder ser alimentado com tensões entre 4 e 30 volts.

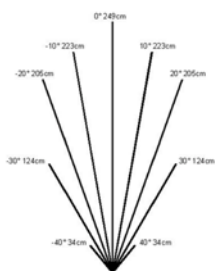
¹¹⁴Veja-se http://inmotion.pt/documentation/datasheets/sensors/flex_force/Force_Sensitive_Resistor_Guide.pdf [consultado em Dezembro de 2010]

¹¹⁵ "O condicionamento de sinal tem como objectivo converter a grandeza eléctrica fornecida pelo transdutor e adequá-la ao passo seguinte. A filtragem, a amplificação e a linearização são as mais importantes funções desempenhadas pelo bloco de condicionamento de sinal, num dado sistema de instrumentação/controlo. Por exemplo, nos transdutores passivos, a alteração da grandeza que se pretende medir vai provocar uma variação de resistência, indutância ou capacidade. É então necessário converter a variação dessas grandezas (já eléctricas) num sinal de tensão ou corrente." Fonte: [www.alunos.ipb.pt/~ei8518/img/cond_sinal\(LDR\).doc](http://www.alunos.ipb.pt/~ei8518/img/cond_sinal(LDR).doc) [consultado em Junho de 2011]

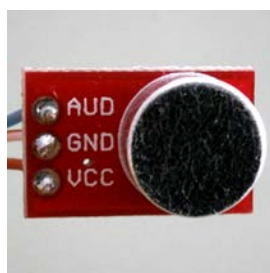
¹¹⁶ "The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$ at room temperature and $\pm\frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$ over a full -55 to +150°C temperature range (...)" Fonte: <http://www.national.com/mpf/LM/LM35.html#Overview> [consultado em Maio de 2011]



76. Sensor de ultra-sons SRF02



77. Amplitude de detecção de movimentos do sensor SRF02



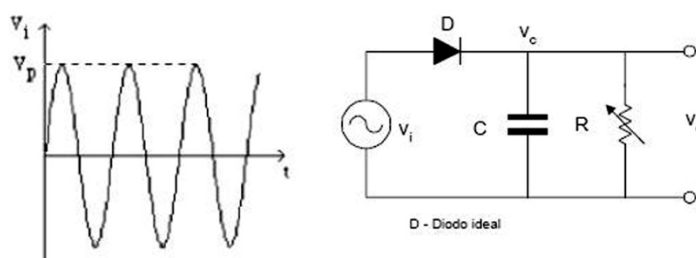
78. Módulo Microfone

Relativamente ao *input* do sentido visual, utilizamos um sensor de ultra-sons (SRF02).¹¹⁷ À semelhança dos sonares também a maioria dos lasers calcula a distância aos obstáculos pelo tempo de voo - entre a emissão e a recepção de um feixe de luz. A diferença deste relativamente aos sonares reside na velocidade de propagação e na largura do feixe correspondente. O feixe do sonar pode ser aproximadamente considerado como cónico, com largura da ordem dos 10^0 - 15^0 .

Optamos por usar este sonar por dois motivos, um deles foi o seu baixo custo, outra vantagem foi o facto de se poderem ligar vários no mesmo barramento. A ideia é poder ligar todos (neste caso 4 por módulo), no mesmo sítio ou entrada da placa e ao mesmo tempo conseguirmos saber a acção individual de cada um, desta forma poupa-se a utilização de algumas entradas no microcontrolador. O barramento utilizado foi I²C,¹¹⁸ é um tipo de barramento usado para ligar periféricos de baixa velocidade a uma placa mãe. O I²C utiliza apenas duas linhas bidireccionais: dados (serial data STA) e relógio (Serial Clock - SDL).

Para realizarmos o *input* do sentido auditivo utilizamos um módulo microfone (Breakout Board for Electret Microphone)¹¹⁹ para captar os sinais sonoros.

Um sinal sonoro tem variações muito rápidas, e neste projecto havia interesse em medir valores máximos de som ambiente, pelo que foi usado um circuito detector de pico capaz de manter os valores máximos detectados pelo microfone. Este na sua tensão de saída mantém o valor máximo da tensão de entrada durante algum tempo. O tempo em que este mantém este valor máximo é tanto maior quando for o condensador e a resistência.¹²⁰



79. Circuito detector de pico

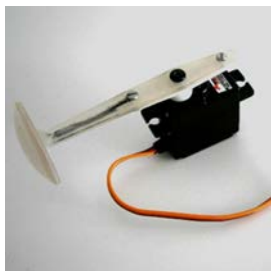
¹¹⁷ Ver <http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf02tech.htm>

¹¹⁸ "I²C (Inter-Integrated Circuit) é um barramento serial barramento multi-mestre desenvolvido pela Philips que é usado para conectar periféricos de baixa velocidade a uma placa mãe, a um sistema embarcado ou a um telefone celular." Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C> [consultado em Abril de 2011]

¹¹⁹ "This small breakout board couples a small electret microphone with a 100x opamp to amplify the sounds of voice, door knocks, etc loud enough to be picked up by a microcontrollers Analog to Digital converter. Unit comes fully assembled as shown. Works from 2.7V up to 5.5V."

Fonte: http://www.inmotion.pt/store/product_info.php?products_id=127 [Consultado em Fevereiro de 2011]

¹²⁰ Ver: <http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/33/37/>



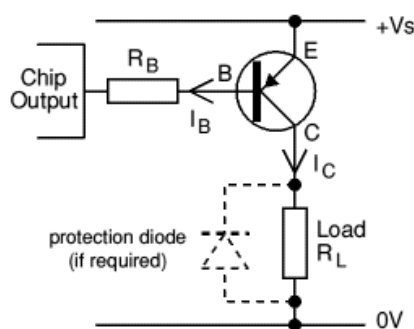
80. Mini Servo Motor, com o braço desenhado para o PP99

Para realizar o *output* relativo ao sentido táctil foram utilizados servo motores (Power HD Mini Servo HD-1160A)¹²¹, controlados com precisão, segundo a programação definida. Os servos incorporam vários componentes num pequeno volume. Possuem um pequeno motor DC (corrente contínua), um sistema de engrenagens para aumento do binário, um sensor de posição do eixo e um circuito de controlo. Possuem ainda três fios: positivo, negativo e sinal de controlo. Este sinal consiste numa série de pulsos que indicam a posição desejada do eixo. A duração de um pulso corresponde à posição angular. Os tempos típicos dos pulsos, largura de pulso, variam entre 1 a 2 ms para um deslocamento completo de um eixo de servo (cerca de 180°). Aqui os sinais de controlo são gerados pelo microcontrolador, usando uma biblioteca de código específica, como se referiu anteriormente.



81. Pulverizador

O *output* associado ao sentido olfactivo ocorre pela acção de dois pulverizadores. Para solucionar este aspecto optamos por utilizar parte dos pulverizadores dos sistemas comerciais *airwick*. Estes funcionam com uma tensão de 5V, e consomem uma corrente eléctrica de aproximadamente 1.5A. As saídas digitais do microcontrolador apenas conseguem fornecer no máximo 40mA, pelo que foi necessário utilizar uma etapa de potência (circuito que permite controlar dispositivos que necessitam de potências elevadas através de intensidades de corrente reduzidas). Não nos foi possível ligar o pulverizador directamente ao *arduino* mas com sinais de pouca corrente conseguimos controlar algo que precisa de muita corrente. Assim definimos um circuito composto apenas por um transístor BC337 e uma resistência.



82. Circuito com transistor e resistência, em que o "load" corresponde ao pulverizador

¹²¹ "The HD-1160A is a great general-purpose miniature analog servo from Power HD. Servo horns and associated hardware are included. Key specs at 6 V: 0.11 sec/60°, 37 oz-in (2.7 kg-cm), 16 g. The HD-1160A a great general-purpose actuator for small mechanisms that require a bit more torque than you can get out of micro and sub-micro servos."

Fonte: http://www.inmotion.pt/store/product_info.php?cPath=37_55&products_id=275, [consultado em Fevereiro de 2011], ver também <http://inmotion.pt/documentation/pololu/1046/HD-1160A.pdf>



83. Piezo Buzzer

Quando o valor do microcontrolador é zero, o pulverizador fica activo e quando este valor for 1 o pulverizador encontra-se desactivo.¹²²

Relativamente ao *output* auditivo, este acontece mediante um *piezo buzzer*¹²³ (coluna). O *piezo* recebe um sinal de frequência variável do microcontrolador, e emite uma frequência segundo esse valor.

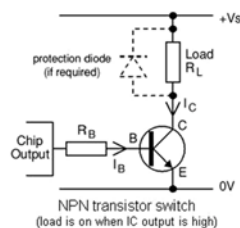


84. Fita de Leds RGB

O *output* visual é realizado mediante o uso de *leds* e um registo, que é um circuito sequencial síncrono que permite memorizar um conjunto de *bits*; o registo permite tratar esse conjunto de bits como um todo e não apenas *bit* a *bit*.¹²⁴

Como o número de saídas digitais do microcontrolador é limitado para controlarmos 4 fitas de *leds*, precisaríamos de 12 saídas digitais, pelo que se utilizaram registos de deslocamento. Com estes registos consegue-se controlar inúmeras saídas digitais, (neste caso no máximo 16), com apenas 3 saídas do microcontrolador.

Escrevemos para estes registos uma palavra binária de 16 *bits*, por forma a activar ou a desactivar cada componente da fita *led*. Quando o *bit* é 0, a saída correspondente está desligada (*off*) e quando o *bit* for 1 a saída correspondente está ligada (*on*).



85. Circuito para os Leds

As saídas digitais do registo de deslocamento conseguem fornecer no máximo 3500mA, como cada componente de cada fita de *led* necessita de 1500mA, tivemos de usar uma etapa de potência constituído por uma resistência e um transistor (tal etapa de potência difere no tipo de transistor).¹²⁵

2.2.2| O Módulo - Manufatura

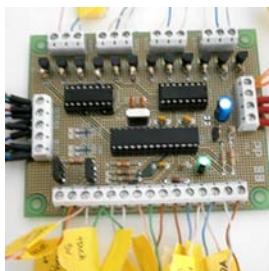
Tendo em conta as referidas considerações realizou-se um esquema global e através deste aferiu-se uma placa de circuito impresso.

¹²² Veja-se <http://www.kpsec.freeuk.com/trancirc.htm>

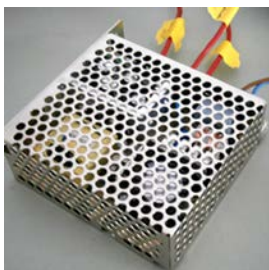
¹²³ "This piezo sounder is an inexpensive way to add sound to your project. The wide operating voltage of 1 - 30V and low current draw (5 mA at 9V) make it easy to control this buzzer directly from a microcontroller I/O line. The volume can be increased by driving the two pins differentially from two I/O lines. These buzzers are manufactured for name-brand household appliances, so you get the benefit of a well-engineered product at a mass-production price." Fonte: http://www.inmotion.pt/store/product_info.php?products_id=329, [consultado em Maio de 2010], ver também <http://inmotion.pt/documentation/pololu/1260/piezo-buzzer-datasheet.pdf>

¹²⁴ Veja-se http://sd.tagus.ist.utl.pt/files/Teor/16_Registos.pdf

¹²⁵ Veja-se <http://www.kpsec.freeuk.com/trancirc.htm>



86. Placa de Circuito Impresso



87. Transformador RW-50W

Relativamente à alimentação de todo o sistema, foi necessário um transformador de 12V, com vista a alimentar as tiras de *leds*, e 5V para os restantes componentes, pelo que se utilizou uma fonte de tensão DC (corrente continua) de duas saídas, uma de 5V e 12V.

Analisando os consumos individuais de cada um dos componentes foi necessário adquirir uma fonte de alimentação que conseguisse fornecer 2A na tensão de 12V e 6A de 5V (utilizamos a fonte de alimentação RW-50W).¹²⁶

Relativamente à manufactura do invólucro modular, para envolver o sistema electrónico descrito, recorreu-se à técnica de fabrico *hand-lay-up*. Também recorremos ao processo de estereolitografia, para o fabrico dos braços que adaptamos aos servos.

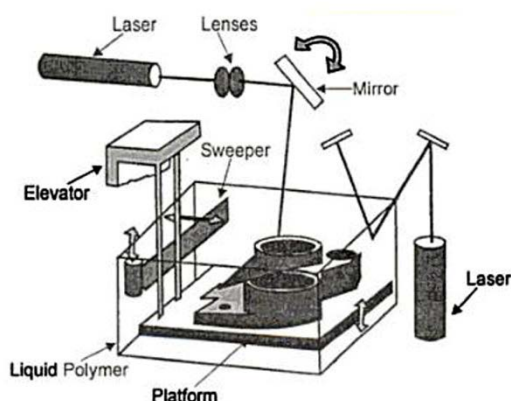
2.2.2.1| Estereolitografia

A Estereolitografia é um tipo de prototipagem rápida, que recorre a um conjunto de tecnologias para fabricar objectos, através de desenhos CAD. Neste caso, o processo pode ser descrito de forma resumida em cinco fases:

- Criação do desenho em CAD (*computer aided design*);
- Conversão do desenho CAD para STL¹²⁷ (Stereolithography);
- Produção estereolitográfica;
- Banho em solventes;
- Cura em forno ultravioleta.



88. Equipamento para o processo de estereolitografia – INEGI (Porto)



89. Processo de Estereolitografia

¹²⁶ Veja-se <http://www.meanwell.com/search/RD-50/default.htm>

¹²⁷ "The STL (Stereolithography) format, was developed by 3D systems and is the most commonly used format." in KANNATEY – ASIBU Jr, Elijah, *Principles of Laser Materials Processing*, Wiley Series on Processing of Engineering Materials, Randall M. German, Series Editor, Wiley, 2009, p.644

A produção dos braços para a extensão dos servo motores, que necessitávamos, recorreu a esta técnica, tendo sido realizada no INEGI (Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial).

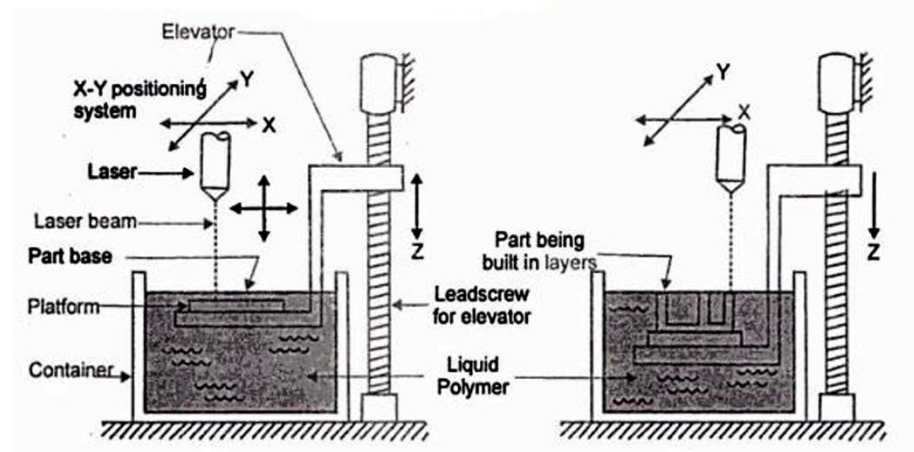


90. Processo de Esteriolitografia
Peças já fora da cuba com resina

Como foi enumerado anteriormente, primeiro realizou-se o desenho dos braços, os quais foram convertidos STL, procedendo-se ao início da produção das peças. Segundo o desenho, é direccionado um raio laser sobre a camada da superfície, de uma cuba com uma resina epóxida fotossensível. O laser solidifica a resina formando uma camada na peça em construção. A criação das peças acontece mediante a foto-polimerização do material, composto líquido, com a incidência de um raio laser.

Uma espécie de faca de nível regulariza a camada da resina líquida (compósito líquido), enquanto uma plataforma dentro da cuba (que serve de apoio à construção da peça) desce uma milésima de milímetro e um novo raio laser solidifica a zona da resina que se pretende sólida. O processo continua camada a camada até que a forma tridimensional pretendida fique concluída.

Frequentemente, “o material utilizado no processo de estereolitografia é um composto formado por uma resina epóxi-acrilato como material base, acrescida de aditivos que proporcionam algumas propriedades desejadas e foto-iniciadores, necessários para iniciar o processo de foto-polimerização.”¹²⁸



91. Processo de Estereolitografia, no início do processo a plataforma encontra-se mais perto da superfície da cuba, descendo ao longo do fabrico das peças

¹²⁸ Veja-se <http://www.ferramentalrapido.ufba.br/estereolitografia.htm>



92. Peças na fase de lavagem

Após a peça estar concluída, o que neste caso demorou cerca de 3 horas, realiza-se um banho segundo três fases, com vista a retirar os excessos de resina não curada.

O primeiro banho, de 5 minutos, ocorre num solvente – TPM (solvente constituído por éter), o segundo banho é realizado também em TPM, mas com a duração de 30 minutos, por fim, o último banho ocorre com álcool etílico, tendo a duração de 5 minutos. Após os banhos são retirados os suportes das peças produzidas (estes são necessários quando as peças a produzir possuem partes descontinuidades, permitindo apoiar estavelmente a peça, sendo os suportes, na realidade, pequenos filamentos de resina).



93. Peças no forno ultravioleta

As peças são depois lavadas em água, e colocadas num forno de radiação ultravioleta. Este realiza a cura total das peças produzidas (neste caso durante 40 minutos), tendo ocorrido uma paragem, a meio do processo de cura, para que se pudessem virar as peças.

A produção estereolitográfica, apesar de ter um custo elevado, demonstra várias vantagens, como uma elevada qualidade e precisão na produção.

2.2.2.2| *Hand-Lay-Up*



94. Fibra de Vidro

A produção do invólucro modular anteriormente referido, realizou-se pelo método/processo de fabrico *hand-lay-up*.

Este é uma espécie de laminação manual, onde sobre a estrutura são aplicadas placas de espuma de poliestireno extrudido, modeladas como desejamos. Sobre as placas de espuma, são então aplicadas várias camadas de fibra de vidro, responsáveis pela absorção e transmissão dos esforços mecânicos. Às camadas de reforço de fibra de vidro (fibra mat300 gr/m²) são intercaladas mantas e tecidos impregnados em resinas, neste caso o poliéster.

A laminação é realizada de forma manual, daí o processo chamar-se "*hand-lay-up*", e todas as camadas são compactadas até ser obtida a espessura desejada.



95. Placa de espuma de poliestireno extrudido com fibra de vidro

O método tem um baixo custo ao nível da produção e consegue-se atingir excelentes resultados ao nível do acabamento.

Apresenta importantes características construtivas assim como bom acabamento superficial, baixo peso e boa eficiência estrutural. No presente módulo, o acabamento realizou-se com uma pintura com *geocoat* branco.



96. Interior do módulo, com os suportes em resina de poliuretano

Relativamente aos suportes para as peças electrónicas, localizados no interior do invólucro, utilizou-se uma outra técnica de produção, que consistiu no envasamento de resina de poliuretano em moldes de silicone.

A título de curiosidade, refira-se que todas as ferragens coladas ao invólucro foram coladas com cianocrilato, material possível de se combinar com a fibra de vidro, sem que aconteça deterioração.

2.3| Avaliação



97. Interior do módulo e componentes

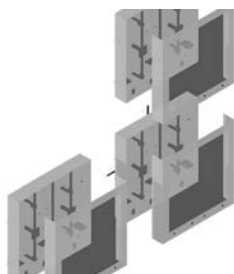
Após a produção do módulo da superfície arquitectónica procedeu-se a uma avaliação do produto. Esta envolveu um questionário ao qual responderam 42 pessoas de ambos os sexos e segundo uma faixa etária dos 9 aos 67 anos.

Aqueles que colaboraram para a avaliação do produto, sabiam que se tratava de um módulo interactivo, multissensorial, para definir uma superfície comunicativa num espaço arquitectónico.

Procedeu-se à análise das respostas recolhidas, segundo dezoito questões sobre funcionalidade, flexibilidade, transporte, materialidade, estética, custo, experiência e aplicabilidade.



98. O Módulo – PP99



99. Proposta para agregação – 3D

Relativamente às primeiras questões, de carácter geral, denotámos não haver disparidade nas respostas, independentemente do sexo ou idade.

Foi do consenso geral que relativamente à funcionalidade o conceito é interessante e tem uma funcionalidade positiva.

Apesar da maioria das restantes respostas ser consensual, denotámos pequenas variações de opinião de acordo com o tempo da experiência com o módulo, principalmente no que diz respeito ao sentido olfactivo. De facto, a libertação de aromas por parte do módulo acontece de quinze em quinze minutos, sendo que muito daqueles que responderam ao questionário nem

sempre tiveram uma experiência desse tempo, não conseguindo reter um aroma associado à experiência. Todos os que tiveram um contacto mais moroso perceberam todos os momentos interactivos, com todos os seus sentidos.

A opinião geral é que o estímulo sensorial global é muito bom. Sendo do consenso da maioria que o estímulo visual, auditivo e táctil é excelente, e o estímulo auditivo muito bom.

Relativamente à interacção e comunicação entre o produto e o usuário, a opinião geral é que é satisfatória.

Associada às questões relacionadas com a experiência e contacto directo com o produto, questionamos sobre a sua aplicabilidade em diferentes espaços arquitectónicos, sendo a opinião geral que este produto aplicado em espaços de habitação poderá ser agradável e em espaços culturais, de comércio e de serviços poderá ser relevante. Das apreciações recolhidas, fruto de alguns dos participantes, o facto de se possuir um módulo deste género na sua habitação poderá ser interessante, contudo trata-se do espaço que eles melhor dizem conhecer e que o produto pode ter menos interesse para caracterizar um espaço que já sentem como seu. Quanto à sua aplicação em espaços públicos, a maioria acha a ideia positiva, pelo dinamismo que pode trazer a espaços de âmbito social.

A última questão estava relacionada com o facto de este produto poder melhorar o contacto e conhecimento de espaços, por parte de pessoas com deficiências físicas. Das respostas obtidas concluímos que esta aplicação poderá ser vantajosa quando pontualmente aplicada. A opinião geral é que se trata de uma experiência agradável, mas se for intensamente aplicada poderá tornar os espaços confusos ao nível da utilização e compreensão.

Em suma a avaliação geral foi positiva, no entanto a nossa opinião é que a investigação deve prosseguir ao encontro e desenvolvimento de novas possibilidades. De certa forma, esta é também a filosofia inerente ao uso da computação física "(...) It is a constant search for faster and more powerful ways

to build better prototypes. We have explored many prototyping techniques and developed ways of thinking with our hands.”¹²⁹

Podemos também referir, como momento de avaliação, a apresentação do presente projecto no IJUP'11 (4th meeting of young researchrs of U.Porto) e no 23rd International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernatics, em Baden Baden (Alemanha).

A apresentação no IJUP aconteceu num momento ainda embrionário deste projecto. No dado contexto não havia nenhum protótipo testado, tendo sido apenas apresentado o conceito. Contudo o feedback foi, a nosso ver, positivo e estimulante para o desenvolvimento da investigação.

No 23rd International Conference on Systems Research, apresentou-se o projecto final, tal como foi descrito na presente dissertação e um vídeo,¹³⁰ síntese do trabalho desenvolvido. As opiniões foram diversas, a maioria positivas, mais uma vez incentivando o prosseguir da investigação. Dentro das críticas realizadas, damos destaque a uma que vem de encontro a um momento que se pretende alcançar. O aumento da recepção de *inputs* e por sua vez o aumento de *outputs*, como resposta, numa mesma superfície arquitectónica. Estes poderão fazer com que a arquitectura interactiva seja significativa e pessoal para muitos mais usuários.

¹²⁹ BANZI, Massimo, *Getting Started With Arduino*, Make: makezine.com, O'REILLY, 2009, p.5

¹³⁰ Veja-se <http://vimeo.com/27156586>

Conclusão

A dissertação “*Casulo Simbiótico: Por Uma Arquitectura Interactiva*” pretendeu explorar as possibilidades que a implementação de elementos tecnológicos pode oferecer à arquitectura, acentuando a relação e a comunicação entre o homem e o espaço construído.

Após a exposição realizada, podemos concluir que o aspecto da visualidade, que tem caracterizado a arquitectura, se encontra num estado de saturação, sendo necessário reflectir sobre a relação entre o construído e o homem, assim como a importância de todos os seus sentidos no momento de compreensão do espaço.

Paralelamente a esta situação, cremos que as novas disponibilidades electro-tecnológicas permitem novas experiências, criativas, sinestéticas e multissensoriais, que privilegiam contactos activos e interactivos, em prole de um contacto intenso com o ser humano, sendo este um dos desafios fundamentais para uma arquitectura de futuro.

Como tal, numa primeira parte teórica, exploramos uma selecção de projectos, relacionados com as arquitecturas *media*, interactivas e de domótica, tratando-se de temas de arquitectura que apesar de conterem conceitos díspares entre si, assemelham-se pelo comum recurso a elementos electrónicos.

Recordamos que a arquitectura *media*, elege componentes de *hardware* e variados sistemas de iluminação para revestir os edifícios com uma pele/imagética, criticando a mera aplicação de *billboards*. Censuramos, no entanto o facto de tais projectos, estimularem, na sua maioria, somente o sentido visual.

A domótica define edifícios inteligentes, com vista a facilitar múltiplas tarefas, melhorar a segurança, eficiência e consumos energéticos dos edifícios, mediante o recurso a sistemas electrónicos. Criticamos no entanto o facto da sua acção ser maioritariamente de cariz funcional.

A arquitectura interactiva oferece ao homem a possibilidade de participar na definição do espaço, de experienciá-lo ou de contribuir para uma estética. Contudo, denotamos na maioria dos projectos de arquitectura estudados, que a

dada sofisticação, impede alguns usuários de participar nestes momentos, pela insuficiente presença do multissensorial.

Nestes projectos, apesar de identificarmos a presença de um ou dois sentidos, a nosso ver é redutor do poder comunicativo que uma arquitectura interactiva poderá oferecer.

Como tal, analisamos projectos interactivos, de áreas criativas, efémeras e experimentais, que possuíssem a escala humana, da arquitectura, e onde ocorre-se um contacto com o homem, de forma intensa.

Assim, foi-nos possível expor e compreender, uma série de meios que possibilitam a projectos realizarem a pretendida comunicação. Nomeadamente os componentes electrónicos utilizados, as estruturas mecânicas, a computação física, as novas materialidades, o *hardware* e o *software*. Com base nestas potencialidades, demos destaque ao *Arduino* (microcontrolador), pelas possibilidades reactivas/interactivas que este pode facilmente oferecer. As aplicações ao utilizá-lo são enormes, pela possibilidade de programação e gestão de conteúdos (os *inputs* e *outputs*), podendo transformar uma qualquer acção humana numa reacção arquitectónica marcante.

Para além de enfatizarmos a importância dos sentidos humanos, e o relevo destas vertentes arquitectónicas, no desenvolvimento da fase teórica, ainda fizemos referência aos conceitos de tempo e de situação. Normalmente, este tipo de projectos acontece enquanto decorre um “situação” específica, e o tempo em que esses são vivenciados e materializados é bastante mais curto e intenso do que noutro tipo de projectos.

A título de curiosidade, abordámos o cinema de ficção, comparativamente a alguns dos projectos realizados, vendo-o como antevistas futuristas da arquitectura.

A parte teórica foi procedida de uma parte prática, baseada na materialização de um elemento reactivo/interactivo que nos possibilitasse relacionar a matéria teórica investigada. Descrevemos o conceito e protótipo para uma superfície interactiva, materializado no âmbito do projecto pluridisciplinar PP99, o que nos permitiu explorar as múltiplas potencialidades que poderão ocorrer pela aplicação de componentes electrónicos no espaço arquitectónico.

A descrição deste momento face ao projecto realizado (PP99) incluiu a referência das suas fases de prototipagem, manufactura e avaliação da sua utilização, enquanto produto.

Dentro da avaliação destacámos a importância de experiências multissensoriais, o híper-real; a afectação de comportamentos humanos, uma vez que o usuário ao familiarizar-se com a arquitectura desenvolve determinadas acções; o acentuar da descrição espacial, para que estes possam ser compreendidos e sentidos por todos os usuários; assim como o interesse em prosseguir uma investigação onde um maior número de *inputs* individuais possa ter como resposta um número ainda maior de *outputs* sensoriais. Desta forma, seria possível intensificar uma relação mais próxima e pessoal entre o homem e o espaço arquitectónico – aqui identificado metaforicamente como “Casulo Simbiótico”.

Em suma, a dissertação dá ênfase ao homem e aos seus sentidos, acreditando que muito do que a “*arquitectura transmite, pode apenas ser pessoal (...)*”¹³¹.

¹³¹ Neil Spiller, “Plectic Architecture, Rumo a uma Teoria da Arquitectura Pós – Digital”, in Revista Arquitectura e Arte nº70, p.76-79, Trad. Márcia Cunha com Gonçalo Furtado

Índice de Imagens

1. Filme Metrópolis, de Fritz Lang
<http://abismoinfinito.wordpress.com/2010/12/24/download-metropoli/>
2. Filme The Gamers, de Matt Vancil
<http://williamgibsonboard.com/eve/forums/a/tpc/f/2866012481/m/9936081715/p/724>
3. Filme Surrogates, de Jonathan Mostow
<http://www.reviewstl.com/surrogates-movie-review-bruce-willis/>
4. Compilação de casos de estudo e os sentidos com que estabelecem a comunicação com o homem
Imagem de autor
5. The New York Times Tower
<http://nyc-architecture.com/MID/MID104.htm>
6. De Volharding, de W. Buijs e J. Lursen
<http://creativity-online.com/news/nocturnal-skins/141116>
7. Filme Blade Runner, de Ridley Scott
<http://eclecticdynamite.wordpress.com/2011/03/04/should-there-be-a-blade-runner-2/>
8. Egg of Winds, Toyo Ito
Cortesia de Galeria de Pixelhut,
<http://www.flickr.com/photos/pixelhut/5421383606/in/photostream/>
9. Egg of Winds, Toyo Ito, Vista de noite
<http://architecturalmoleskine.blogspot.com/2010/06/toyo-ito-tribute-to-winds.html>
10. Centro Cultural de Blois, Herzog de Meuron
<http://nait5.com/2008/06/09/two-libraries-for-the-jussieu-campus/>
11. Centro Cultural de Blois, Herzog de Meuron
<http://nait5.com/2008/06/09/two-libraries-for-the-jussieu-campus/>
12. Concert Hall, Jean Nouvel
<http://copenhagen.unlike.net/locations/304560-Jean-Nouvel-Concert-Hall>
13. BIX, Realities United e Peter Cook
<http://www.realities-united.de/#PROJECT,69,311>
14. BIX, Realities United e Peter Cook
<http://www.realities-united.de/#PROJECT,69,311>
15. Spots, Realities United
<http://www.realities-united.de/#PROJECT,81,3>
16. Spots, Realities United
<http://www.realities-united.de/#PROJECT,81,3>
17. Crystal Mesh, Realities United

- <http://www.realities-united.de/#PROJECT,138,3>
18. Crystal Mesh, Realities United
<http://www.realities-united.de/#PROJECT,138,3>
19. Led Action Facade, Langarita Navarro Arquitectos
<http://www.langarita-navarro.com/project/led-action-screen/>
20. Led Action Facade, Langarita Navarro Arquitectos
<http://www.langarita-navarro.com/project/led-action-screen/>
21. 555Kubik, Urban Sreen
<http://www.urbanscreen.com/usc/41>
22. As várias aplicações da Domótica quando instalada numa habitação
CD de apresentação do Workshop “A Domótica na Arquitectura do Futuro” QMSC
Formação e TouchDomo
23. Sistema de instalação da Domótica
CD de apresentação do Workshop “A Domótica na Arquitectura do Futuro” QMSC
Formação e TouchDomo
24. Nano House, James Muir
<http://www.csiro.au/files/mediarelease/mr2003/Prnanohouse.htm>
25. Casa do Futuro Inclusiva, Tomás Taveira
<http://www.fpc.pt/FPCWeb/museu/displayconteudo.do2?numero=18848>
26. Institut du Monde Árabe, Jean Nouvel
<http://www.jeannouvel.com/>
27. D-Tower, NOX, Amor, Medo, Felicidade e Ódio
<http://arch-vydav.blogspot.com/2011/07/2004.html>
28. Blur, Diller e Scofidio
<http://www.dillerscofidio.com/blur.html>
29. Blur, Diller e Scofidio
<http://www.dillerscofidio.com/blur.html>
30. ADA – The Intelligent Room, INI, Pormenor do pavimento
<http://www.myspace.com/adatje/photos/10189491#%22ImageId%22%3A10189491>
31. ADA – The Intelligent Room, INI
<http://www.myspace.com/adatje/photos/10189491#%22ImageId%22%3A10189491>
32. N- Building, Teradadesign + Qosmo
<http://teradadesign.com/home.html>
33. N-Building, Teradadesign + Qosmo
<http://teradadesign.com/home.html>
34. Ville Spatiale, Yona Friedman
<http://www.megastructure-reloaded.org/yonafriedman/>

35. Instant City, Peter Cook

http://www.archigram.net/projects_pages/instant_city_3.html

36. Dynamic Tower, David Fisher

http://www.dynamicarchitecture.net/index.php?option=com_content&view=article&id=7%3Auae&catid=6%3Adynamic-projects&Itemid=15&lang=eng

37. Villa Tugendhat, Mies Van Der Rohe

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tugendhat_view.jpg

38. Total Furniture, Joe Colombo

http://www.designboom.com/history/joecolombo_total.html

39. Síntese Movimento

Imagem de autor, tendo como referência SCHUMACHER, Michael, SCHAEFFER, Oliver, VOGT, Michael-Marcus, *MOVE- Architecture in Motion – Dynamic Components and Elements*, Birkhäuser Verlag AC, Basel, Boston, Berlin, 2010

40. Aegis Hyposurface, Mark Goulthorpe

<http://www.openobject.org/bits/?p=1681>

41. Flare, Staab Architects

<http://openbuildings.com/buildings/flare-profile-38564>

42. Kiefer Technic showroom, Ernst Giselbrecht e Partner ZT Greenish

http://www.e-architect.co.uk/austria/kiefer_techinc_showroom.htm

43. Kinetic sculpture, Joe Gilbertson

<http://www.beautifullife.info/art-works/unbelievable-kinetic-sculpture-from-bmw/>

44. Pixel Panels

<http://transmaterial.net/index.php/2009/10/18/pixel-panels/>

45. Protude Flow

<http://transmaterial.net/index.php/2009/08/26/protrude-flow/>

46. Laser – Cut Cork

<http://transmaterial.net/index.php/2010/11/19/laser-cut-cork/>

47. Luna

<http://transmaterial.net/index.php/2009/11/18/luna/>

48. Pulp-Based Computing

<http://transmaterial.net/index.php/2011/01/07/pulp-based-computing/>

49. Fabcell

<http://transmaterial.net/index.php/2009/09/04/fabcell/>

50. *Arduino*

<http://www.arduino.cc/>

51. Arduino, Breadboard e algumas ligações

Imagem de autor

52. O Processo Interactivo

BANZI, Massimo, *Getting Started with Arduino*, Make: makezine.com,, O'REILLY, 2009, p.29

53. Ambiente gráfico do *software arduino*

Imagem de autor

54. Arduino e Breadboard

Imagem de autor

55. Linguagem para a programação de projectos com o *Arduino*

Imagem de autor, segundo a referência: BANZI, Massimo, *Getting Started with Arduino*, Make: makezine.com,, O'REILLY, 2009, pp. 97-109

57. Exemplo de ligação entre o *arduino* e a *breadboard*, segundo um circuito constituído por um botão e um led

56. Programação para o *Arduino IDE* para *input* – botão e *output* - led

Imagem de autor

58. My little piece of Privacy, Niklas Roy

<http://www.niklasroy.com/project/88/my-little-piece-of-privacy>

59. Goethe Institute in Barcelona, Sebastian Neitsch

<http://www.sebastianneitsch.de>

60. Kinetic chandelier SILKE, Sebastian Neitsch

<http://www.sebastianneitsch.de>

61. One Hundred and Eight, Nils Völker

Fonte: <http://www.nilsvoelker.com/>

62. New Angles, Estúdio SuperNature

<http://www.supernaturedesign.com/work/newangles/newangles.php>

63. Electric Stimulus, Daito Manabe

<http://www.boudist.com/archive/2009/12/03/big-in-japan-party.php>

64. Esquissos para o projecto PP99

Imagem de autor

65. Módulo PP99

Imagem de autor

66. Desenho Técnico da proposta final – o módulo e os seus componentes

Imagem de autor

67. O Módulo – 3D e os componentes seleccionados para o momento interactivo

Imagem de autor

68. Diagrama do momento interactivo

Imagem de autor

69. Circuito eléctrico

Cortesia de Nuno Lopes

70. Solda dos componentes da placa de circuito impresso

Imagem de autor

71. Solda dos componentes do módulo

Imagem de autor

72. *ATmega328*, do *Arduino Uno*, transferido para a placa de circuito impresso

Imagem de autor

73. Force Sensing Resistor

Imagem de autor

74. Circuito divisor de tensão

<http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/33/37/>

75. Sensor de Temperatura LM35

Imagem de autor

76. Sensor de ultra-sons SRF02

Imagem de autor

77. Amplitude de detecção de movimentos do sensor SRF02

<http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf02tech.htm>

78. Módulo Microfone

Imagem de autor

79. Circuito detector de pico

<http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/33/37/>

80. Mini Servo Motor, com o braço desenhado para o PP99

Imagem de autor

81. Pulverizador

Imagem de autor

82. Circuito com transistor e resistência, em que o “load” corresponde ao pulverizador

<http://www.kpsec.freeuk.com/trancirc.htm>

83. Piezo Buzzer

Imagem de autor

84. Fita de *Leds* RGB

Imagem de autor

85. Circuito para os *Leds*

<http://www.kpsec.freeuk.com/trancirc.htm>

86. Placa de Circuito Impresso

Imagem de autor

87. Transformador RW-50W

Imagem de autor

88. Equipamento para o processo de estereolitografia – INEGI (Porto)

Imagem de autor

89. Processo de Estereolitografia

ELANCHEZHIAN, C.; SELWYN, T. Sunder; Sundar, G. Shanmunga, Computer Aided Manufacturing, Secon Editon, Laxmi Publications LTD, New Delhy, 2007, p.103

90. Processo de Esteriolitografia

Imagem de autor

91. Processo de Estereolitografia, no início do processo a plataforma encontra-se mais perto da superfície da cuba, descendo ao longo do fabrico das peças

ELANCHEZHIAN, C.; SELWYN, T. Sunder; Sundar, G. Shanmunga, Computer Aided Manufacturing, Secon Editon, Laxmi Publications LTD, New Delhy, 2007, p.104

92. Peças na fase de lavagem

Imagem de autor

93. Peças no forno ultravioleta

Imagem de autor

94. Fibra de Vidro

Imagem de autor

95. Placa de espuma de poliestireno extrudido com fibra de vidro

Imagem de autor

96. Interior do módulo, com os suportes em resina de poliuretano

Imagem de autor

97. Interior do módulo e componentes

Imagem de autor

98. O Módulo – PP99

Imagem de autor

99. Proposta para agregação – 3D

Imagem de autor

Bibliografia

Livros

- A.A.V.V. – *The Inflable Moment, Pneumatics and protest in 68*, Edited by Marc Dessauce, Princeton Architectural Press, New York, 1999
- A.A.V.V. - *Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*, Tomo 1, A/L, Lexicoteca, Circulo de Leitores, 1985
- A.A.V.V. - *Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*, Tomo 2, M/Z, Lexicoteca, Circulo de Leitores, 1985
- AGKATHIDIS, Asterios, *Modular Structures in design and architecture*, BIS Publishers, Amsterdam, 2009
- BAHAMÓN, A., PÉREZ, P., CAMPELLO, A. – *Analogías Arquitectura Vegetal*, Dinalivro e Parnamón Ediciones, 2006
- BANZI, Massimo, *Getting Started with Arduino*, Make: makezine.com, O'REILLY, 2009
- BÁRTOLO, Paulo Jorge, *Stereolithography, Materials, Processes and Applications*, Springer, London, 2011
- BERGER, Horst – *Light Structures Structures of Light, The Art and Engineering of Tensile Architecture*, Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 1998
- BLOOMER, Kent C., MOORE, Charles W., *Body, Memory and Architecture*, Yale University, 1997
- BROWNELL, Blaine, *Transmaterial 1 – A catalog of materials that redefine our physical environment*, Princeton Architectural Press, New York 2006
- BROWNELL, Blaine, *Transmaterial 2 – A catalog of materials that redefine our physical environment*, Princeton Architectural Press, New York 2008
- BROWNELL, Blaine, *Transmaterial 3 – A catalog of materials that redefine our physical environment*, Princeton Architectural Press, New York 2010
- CLARKE, Sarah E. Braddock – *Tecno textiles 2 Revolutionary Fabrics for Fashion and Design*, Thames & Hudson, London, Great Britain, 2007
- COOK, Peter – *Experimental Architecture*, Studio Vista London, 1970
- COOK, Peter, *Archigram*, Princeton Architectural Press, 1999, New York
- COSTA, J. Almeida, MELO, A. Sampaio e, *Dicionário da língua Portuguesa*, 6ª edição, Dicionários Editora, Porto Editora
- ELANCHEZHIAN, C.; SELWYN, T. Sunder; Sundar, G. Shanmunga, *Cumputer Aided Manufacturing*, Secon Editon, Laxmi Publications LTD, New Delhy, 2007
- ERICSON, Staffan; RIEGERT, Kristina, *Media Houses, Architecture, Media and the Production of Centrality*, Perter Lang Publishing, New York, 2010

FERNADES, Fátima e CANNATÀ, Michele, *Casa Inteligente protótipo de casa contemporânea*, Concreta 2002, Edições ASA

FREUD, Sigmund, *Jokes and Their Relation to the Unconscious* (1905), Trad. James Strachey, London: Routledge, 1960

FUJIKI, Ryumei, *Aqua-Scape, The nature-oriented Architecture of Ryumei Fujiki*, Fujiki Studio, KOU: :ARC, 2009

FURTADO, Gonçalo, "Algumas Notas Sobre Uma 'Segunda Ordem' de Relacionamento entre Arte e Tecnologia e Seu Reflexo na Arquitectura", in AR: *Cadernos da FAUTL*, Julho 2006

FURTADO, Gonçalo, BRAZ, R. (eds.), *Architecture, Body and Machine*, Porto: FAUP publicações, 2006

FURTADO, Gonçalo, CRUZ, Marcos, *Unpredictable Flesh*, Porto: Mimesis, 2004

FURTADO, Gonçalo, FEIO, António, "O Corpo no Espaço da Técnica Digital", *06 O Limite da Pele Arquitectónica*, FAUP, 2002

HEIDEGGER, Martin, *A Origem da Obra de Arte*, Biblioteca de filosofia contemporânea, Edições 70, 1977, Trad. Maria da Conceição Costa

HERZOG, Thomas, *Pneumatische Konstruktionen Bauten aus Membranen und Luft*, Stuttgart, 1976. Tradução espanhola: *Construcciones Pneumáticas – Manual de Arquitectura Hinchable*, Editorial Gustavo Gili, S.S., Barcelona, 1977

HOWES, David, *Empire of the Senses: The Sensual Culture Reader, Sensory Formations Series*, New York, Berg Publishers, 2005

IGOE, Tom, *Making Things Talk, Projects and Ideas to Create Talking Objects from Anything*, Make: Makezine.com, O'REILLY, 2007

KANNATEY – ASIBU Jr, Elijah, *Principles of Laser Materials Processing, Wiley Series on Processing of Engineering Materials*, Randall M. German, Series Editor, Wiley, 2009

KERCKHOVE, Derrick de, *A Pele da Cultura, Uma Investigação Sobre a Nova Realidade Electrónica*, Trad. Luís Soares e Catarina Carvalho, Relógio de Água Editores, 1997

LANG'S, Fritz, *Metropolis, Cinematic Visions of Technology and Fear*, Edited by Michael Minden and Holger Bachmann, Camden House, 2000

LEACH, Neil, *A Anestésica da Arquitectura*, Trad. Carla Oliveira, Edições Antígona, 2005

LEACH, Neil, *Rethinking Architecture, a Reader in Cultural Theory*, Routledge, London, 1997

LIM, Joseph, *Bio-Structural – Analogues in Architecture*, BIS Publishers, Netherlands, 2009

MERLEAU-PONTY, Maurice, *Phénoménologie de la Perception*, Gallimard, Paris, 1945

MOURA, Marcelo F. S.F. de, MORAIS, Alberto B. de, MAGALHÃES, António G. de, *Materiais Compósitos – Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico*, 2ª edição, Publindústria, Edições Técnicas, 2005

NOBLE, Joshua, *Programming Interactivity, A Designer's Guide to Processing, Arduino and OpenFrameworks*, O'REILLY, 2009

O'SULLIVAN, Dan, IGOE, Tom, *Physical Computing, Sensing and Controlling the Physical World with Computers*, Thomson Course Technology PTR, Boston, 2004

PALLASMAA, Juhani, *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, 2005

PEREZ, Fernando E. Valdes, *Microcontrollers, Fundamentals and Applications with PIC*, Ramon Pallas-Areny, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009

QUARMBY, A. – *Materiales plásticos y arquitectura experimental*, Editorial Gustavo Gili, S. A., Barcelona, Espanha, 1976

ROBERTS, Michael Mc, *Beginning Arduino, Technology in Action*, Apress, 2010

RUBY, Ilka & Andreas, *Räumliche Kommunikation, Über Eine Qualität Von Medienarchitektur in der Arbeit von Realities: United / Spatial Communication, a New Quality of Media Architecture in the Work of Realities: United*

SCHUMACHER, Michael, SCHAEFFER, Oliver, VOGT, Michael-Marcus, *MOVE-Architecture in Motion – Dynamic Components and Elements*, Birkhäuser Verlag AG, Basel, Boston, Berlin, 2010

SPELLER, Neil, *Digital Architecture Now, A Global Survey of Emerging Talent*, Thames & Hudson, London, 2008

THORNBERG, Joseph Muntanola, *Arquitectura y Transhumanismo*, vol. 1 de «Arquitectonics Séries», Barcelona, Edicions UPC, 2001

VAIRINHOS, Mário; "Interactividade e Mediação"; Coleção Novos Media; Mimesis; 2002

VENTURI, Robert, BROWN, Denise Scott, IZENOUR, Steven, *Learning from Las Vegas*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Londres, Inglaterra, 1977

WEIR, Michael, *QR Codes & Mobile Marketing for Small Business Owner*, Createspace Publisher, 2010

Periódicos

Revista Arquitectura e Arte Nº70, *Mediações Tecnológicas*, 2009

Review AD Architectural Design – “Architextiles”, Wiley-Academy, November – December, London, Vol. 76 No 6, November/December 2006

Review AD Architectural Design – “Collective Intelligence in Design”, Wiley-Academy, September – October, London, 2006

Review AD Architectural Design – “Techniques and Technologies in Morphogenetic Design”, Wiley-Academy, March – April, London, 2006

Review AD Architectural Design – “4D Space, Interactive Architecture”, Wiley-Academy, Vol. 75 No 1 Jan/Feb 2005

Review AD Architectural Design – “The Patterns of Architecture”, Wiley-Academy, Vol. 79, No 6 November/December 2009

Review AD Architectural Design – “Manmade Modular Megastructures”, Wiley-Academy, Vol. 76 No 1

Review AD Architectural Design – “Exuberance”, Wiley-Academy, VOL 80, NO 2, MARCH/APRIL 2010

Review AD Architectural Design – “Digital Cities”, Wiley-Academy, Vol. 79, No 4 July/August 2009

Review AD Architectural Design – “Landscape Architecture: Site/Non-Site”, Wiley-Academy, Vol. 77 No 2, March/april 2007

Review AD Architectural Design – “Energies New Material Boundaries”, Wiley-Academy, Vol. 79 No 3, May/June 2009

Review AD Architectural Design – “Design Through Making”, Wiley-Academy, Vol 75 No 4 July/August 2005

Review AD Architectural Design – “4dsocial Interactive Design Environments”, Wiley-Academy, Vol. 77 No 4, July/August 2007

Review AD Architectural Design – “Theoretical Meltdown”, Wiley-Academy, Vol. 79 No 1, Jan/Feb 2009

Review AD Architectural Design – “The 1970s is Here and Now”, Wiley-Academy, Vol. 75 No 2 March/April 2005

Review AD Architectural Design – “Architectures of the Near Future”, Wiley-Academy, Vol. 79, No 5 September/October 2009

Review AD Architectural Design – “Versatility and Vicissitude”, Wiley-Academy, Vol. 78 No 2, March/April 2008

Review AD Architectural Design – “Protoarchitecture, Analogue and Digital Hybrids”, Vol.78 No4, July/August 2008 Wiley-Academy

Review AD Architectural Design – “Techniques and Technologies in Morphogenetic Design”, Wiley-Academy, Vol. 76 No 2, March/April 2006

Review AD Architectural Design – “Collective Intelligence in Design”, Wiley-Academy, Vol. 76 No 5, September/October 2006

Web

<http://www.youtube.com>

<http://www.national.com>

<http://inmotion.pt/>

<http://www.electronica-pt.com>

<http://www.kpsec.freeuk.com>

<http://www.arcspace.com>

<http://en.wikipedia.org/>

<http://transmaterial.net/>

<http://arduino.cc/en/>

<http://www.d-toren.nl>

<http://www.urbanscreen.com>

<http://www.realities-united.de>

<http://www.nano.uts.edu.au>

<http://www.aveirodomus.pt>

<http://www.langarita-navarro.com/eng/index.php?>

<http://www.grantadesign.com>

<http://www.designboom.com>

<http://nyc-architecture.com>

<http://creativity-online.com>

<http://www.buzz-beast.com>

<http://www.1024architecture.net>

<http://www.creativetime.org>

<http://blog.devuo.net>

<http://nait5.com>

<http://www.dillerscofidio.com/blur.html>

<http://www.dsrrny.com>

<http://www.dreamingwall.net/>

<http://www.nytimes.com>

<http://blog.devuo.net>

http://www.inhotim.org.br/novenovosdestinos/pt/release_doug-aitken.html

<http://www.infinitymirror.net>
<http://www.smoothware.com>
<http://www.flare-facade.com>
<http://www.whitevoid.com>
<http://nedkahn.com/wind.html>
www.studioroosegaard.net/project/4D-Pixel
<http://www.interactivearchitecture.org>
<http://www.livinglightseoul.net>
<http://www.interactivearchitecture.org>
<http://www.sensebloom.com>
<http://ccv.nuigroup.com>
<http://pymt.txzone.net>
www.iwamotoscott.com
<http://hyposurface.org/>

