

*Licenciado em Ciências da Arquitectura (ISCTE-IUL), aguarda prova pública de Mestrado em Arquitectura, frequentou o Laboratório de Tecnologias da Arquitectura no último ano do Mestrado como área de desenvolvimento da tese com o tema “Arquitetura Flexível: Flexibilidade, Movimento e Sistemas cinéticos”. Os temas sobre os quais tem desenvolvido investigação são: habitação, flexibilidade, novos modos de vida, tecnologias digitais.

**Arquiteta (FA.UTL, 1998), Doutora em Arquitectura (IST. UTL, 2012) com a tese “A transformation grammar-based methodology for housing rehabilitation”. Professora Auxiliar no ISCTE-IUL, nas áreas de Projeto Assistido por Computador e Tecnologias da Arquitectura. Investigadora na ADETTI-IUL, com enfoque nas áreas de gramáticas de forma, space syntax e CAD.

1. Este artigo foi publicado nas atas do 2º Seminário de Arquitectura, Urbanismo e Design da Academia de Escolas de Arquitectura e Urbanismo de Língua Portuguesa – Os Palcos da Arquitectura., 5-7 Nov 2012, FAULT. Volume I, pp. 36-44

Arquitetura flexível: movimento e sistemas cinéticos¹

Flexible architecture: movement and kinetic systems

José Luís Silva* e Sara Eloy**

Resumo

No presente artigo aborda-se a arquitetura cinética tendo como objetivo focar os conceitos de variação, adaptabilidade e transformação dos espaços em função das necessidades do utilizador, e a possibilidade da arquitetura responder a novos programas funcionais. Analisam-se sistemas cinéticos recentes, utilizados como parte integrante da arquitetura, e discute-se o seu papel na arquitetura assim como a forma como estes permitem interligar-se ao conceito de flexibilidade e responder às novas necessidades de uma sociedade em constante mudança. São apresentadas propostas de carácter cinético para edifícios, com objetivos distintos e formas de flexibilidade variadas que possibilitem diferentes ocupações dos espaços.

Palavras-chave: flexibilidade, movimento, funcionalidade

Abstract

In this paper we address kinetic architecture with the goal of discussing the concepts of change, adaptability and transformation of spaces depending on the user's needs and the ability of architecture to meet new functional programs. Recent kinetic systems used in buildings are addressed and its role in architecture is discussed. The article also focuses on how these systems enable flexibility and allow architecture to answer the new changing needs of society. Some kinetic systems to be implemented in buildings are proposed which would respond to different goals and different forms of flexibility and allow different types of occupations.

Key-words: flexibility, movement, functionality

Introdução

Atualmente têm surgido várias experimentações, académicas e práticas, em que se usam elementos arquitetónicos cinéticos responsivos que interagem com estímulos diversos, exteriores ou interiores. A ideia de movimento cinético do espaço é claramente associada às questões de flexibilidade e adaptabilidade.

Este artigo explora a utilização do movimento no espaço arquitetónico conseguido com base em sistemas cinéticos e o modo com este movimento pode ser utilizado para variar e transformar os espaços em função das necessidades momentâneas do utilizador, permitindo a relação e a interação constante entre o edifício e o utilizador.

Numa sociedade em permanente mudança a flexibilidade é cada vez mais um aspeto ao qual a arquitetura deve responder. A habitação, sendo o reflexo imediato das alterações da sociedade atual, é uma das valências que mais se ressentem com a

falta de flexibilidade do espaço e necessita por isso de uma forma de explorar a variabilidade no uso do seu espaço. Neste contexto social, acreditamos que a arquitetura, recorrendo-se de sistemas cinéticos, poderá responder a determinadas premissas das novas mudanças e alterações na sociedade.

Estes aspetos são o mote para este artigo que se estrutura em três partes. Em primeiro lugar aborda-se o tema da flexibilidade na habitação através de uma reflexão sobre a sociedade atual e as formas como a flexibilidade tem vindo a ser trabalhada em arquitetura.

Na segunda parte explora-se a cinética e definem-se sucintamente as características destes sistemas, demonstrando as suas potencialidades. A título de exemplo mostram-se alguns tipos de estruturas cinéticas aplicadas em arquitetura. Por fim, o terceiro capítulo tem como objetivo aliar a questão da flexibilidade aos sistemas ci-

néticos criando soluções cinéticas capazes de responder, em complemento com outras estratégias, às necessidades habitacionais. O desenvolvimento destes sistemas tem como objetivo explorar a metamorfose e transformação constante do espaço, possibilitando diferentes disposições e comportamentos de conforto.

Flexibilidade

O tema da flexibilidade habitacional apenas tem sentido quando analisado em conjunto com outros fatores intrínsecos ao habitante e à sociedade onde este se insere. As alterações sociais produzem mudanças nas necessidades individuais e familiares. A necessidade de mobilidade e as constantes alterações pelas quais a nossa vida passa criam um conjunto de mudanças nas necessidades e atividades dos indivíduos, que são razões para a necessidade de adaptabilidade e flexibilidade dos espaços construídos, nomeadamente da habitação.

A evolução tecnológica, cultural e social cria novas mentalidades, novos modos de viver, que transparecem para a habitação e para a forma como as pessoas utilizam e vivem a cidade, podendo existir entre as duas uma espécie de troca de papéis ou funções.

Contexto social

Ao longo dos últimos tempos observou-se uma alteração dos padrões de vida das sociedades ur-

banas ditas civilizadas. O Homem que desde há muito tempo é sedentário poderá ver esse estatuto alterado devido a uma sociedade em mudança e que é, cada vez mais, o resultado das mudanças tecnológicas, económicas, culturais e sociais.

A partilha de informação e conhecimento intensificou-se de forma determinante com a evolução tecnológica. As tecnologias, principalmente sistemas como a internet, televisão e computador, desempenham um papel fundamental levando a uma certa homogeneização de práticas e atividades que conduz à globalização. Contudo, esta rede de informação faz com que existam mais expressões individuais, únicas e diversas que advêm do conhecimento, da partilha e da ligação entre lugares e culturas, criando necessidades, interesses e características distintas em cada indivíduo.

Estes novos processos transformam também os parâmetros convencionais de trabalho, permitindo que este se desenvolva cada vez mais ligado ao domicílio, o chamado “tele-trabalho”.

Estas novas funções e realidades inseridas na sociedade e na habitação, apoiadas na tecnologia, podem conduzir a uma “cidade virtual” de futuro. Nesta cidade virtual a habitação permitirá a realização de um conjunto de atividades que, até recentemente, se realizavam no exterior da mesma. A casa pode ser agora entendida como um centro de operações a partir da qual se trabalha e se transaciona e adquire produtos e serviços, e a

cidade física passa a ser secundária. As relações humanas também se alteram neste novo mundo que proporciona ligações e interação entre indivíduos, sem a presença física, através de p.e. redes sociais, chats ou mensagens.

Num outro cenário, a habitação é apenas o local de recolhimento e o indivíduo realiza as suas atividades no exterior da habitação. Este modo de ver a habitação pode alterar o entendimento atual dos usos da habitação, deixando esta de ser encarada como um local multifuncional onde também se desenvolve o lazer e as refeições, sendo a cidade a desempenhar esses papéis. (PAIVA, 2002)

A falta de emprego e a permanente incerteza e a necessidade de mudança que daí advém veio provocar outra grande mudança no modo como o indivíduo vê a sua casa.

A evolução do contexto de flexibilidade

Uma visão sobre o conceito de flexibilidade pode ser iniciado com uma abordagem à arquitetura tradicional japonesa. Segundo Paiva (2002) e Kronenburg (2007), a construção japonesa de casas tradicionais são dos primeiros exemplos significativos de flexibilidade em edifícios. A estratégia de flexibilidade baseava-se na lógica de dividir a estrutura de modo a que divisórias verticais móveis se movimentassem livremente entre as esteiras criando assim múltiplas disposições do espaço.

Frank Lyold Wright, influenciado pela arquitetura japonesa, aplicou este sistema modular em projetos, como as Usonian Houses. (KRONENBURG, 2007) Auguste Perret contribuiu também para a promoção da flexibilidade, ao projetar em 1903 os edifícios de habitação na Rue Franklin, em Paris, que, sendo dos primeiros edifícios em betão-armado, permitiu a adoção da planta ou livre (FRENCH, 2009). Le Corbusier, que teve contacto com os conceitos de Perret (SHERWOOD, 1978), viria a apresentar as potencialidades da planta livre, expondo a estrutura de forma isolada, demonstrando a possibilidade do edifício poder ser definido no seu interior de diferentes formas, qualquer que lhe fosse o uso inerente. (PAIVA, 2002) Rietveld, com a emblemática Casa Schröder em Utrecht, Mies van der Rohe e arquitetos suecos como Habraken ou Hertzberger foram outros arquitetos percussores da promoção da flexibilidade.

Os anos 60 e 70 viriam a destacar-se por um acentuado interesse e preocupação para com as necessidades dos homens e a sua relação com a habitação, discutindo-se a necessidade desta permitir a possibilidade de flexibilidade e da participação na modelação da habitação por parte do morador. (HAMDI, 1991) Nessa altura surgiram grupos como os Archigram, que pretendiam fornecer respostas ao contexto social, cultural e económico da época, baseado numa visão futurista ligada à era da máquina, do consumismo, da industrialização, da computação e das tec-

nologias. (KRONENBURG, 2007) Os seus projetos baseavam-se na ideia de que a cidade e os edifícios se pudessem movimentar e transformar consoante necessidades ou vontades.

Entre a década de 80 e o final do século XX foram desenvolvidos inúmeros projetos remetendo à flexibilidade potenciando distintas ocupações no espaço interior das habitações. Estes projetos contêm, por princípio, um espaço dedicado a serviços (cozinha e instalação sanitária com infra-estruturas de águas e esgotos) que é rígido e instalado de forma fixa numa parede ou desenvolvido num núcleo interior de forma a libertar espaço na periferia e paredes ou painéis deslizantes ou amovíveis.

Cinética

O termo cinético está intrinsecamente relacionado com movimento ou “pôr em movimento” (do grego kinetikós, «que põe em movimento»)².

As estruturas cinéticas possuem a capacidade de “ganharem vida” e movimento, através de processos como deslizar, dobrar e desdobrar, expandir ou de transformar a dimensão e forma das estruturas. Estes sistemas movimentam-se através de diversos tipos de sistemas: mecânicos, pneumáticos, químicos, magnéticos ou naturais. (FOX; KEMP, 2009)

Em arquitetura as estruturas cinéticas são concebidas com diferentes propósitos como o estético, in-

formacional, responsivo ao ambiente ou mediador. A exploração destas hipóteses tem como objetivo produzir uma arquitetura que se apoia no movimento e transformação e, desta forma, introduz um conjunto de novas hipóteses que produzem novos sentimentos e novas formas de interação.

Tipologias cinéticas

Os sistemas cinéticos podem ser classificados em três tipologias de estruturas: embedded, deployable and dynamic (FOX, 2000), renomeadas por Marques (2010) como Integradas, Transportáveis e Independentes.

As estruturas cinéticas integradas são sistemas que estão inseridos e integrados num projeto de arquitetura com uma localização fixa. A sua função principal é controlar e adaptar a arquitetura como um todo em função de fatores ambientais (p.e. vento e sol) ou humanos.

Estruturas cinéticas transportáveis são estruturas com a possibilidade de serem construídas e desconstruídas, podendo estar localizados em diversos locais de forma temporária. Estas estruturas são geralmente aplicadas em exposições itinerantes, temporárias e auto-montagem de abrigos.

As estruturas cinéticas independentes são sistemas cinéticos que constituem por si só um projeto de arquitetura funcionando, no entanto, de forma independente em relação ao conjunto arquitetónico.

2. In <http://www.infopedia.pt/>

Tipos de controlo

Os sistemas que permitem controlar o movimento das estruturas cinéticas são, segundo Fox (2000):

- i) controlo interno, o movimento faz-se estritamente em função da capacidade de movimento intrínseca à estrutura, limitado pelas suas características mecânicas e construtivas;
- ii) controlo direto, o movimento é acionado diretamente, de forma manual ou por sistemas que a façam movimentar;
- iii) controlo indireto, o movimento é acionado indiretamente através de um sensor capaz de entender estímulos externos, fazendo a estrutura reagir a estímulos;
- iv) controlo indireto responsivo, o movimento é controlado indiretamente mas assimilando a informação de vários sensores e tomando decisões otimizadas;
- v) controlo indireto responsivo ubíquo, o movimento é controlado como no anterior mas com a particularidade de o fazer em rede;
- vi) controlo indireto responsivo heurístico, o movimento é controlado como no ponto iv) mas a informação processada dá origem a aprendizagem que otimiza o movimento da estrutura.

Casos de estudo

As estruturas cinéticas estão amplamente associadas à polivalência dos espaços em edifí-

cios expositivos, recintos desportivos ou ainda outros tipos de programa que necessitem de transformações ou adaptações ou ainda a aspetos relacionados com fatores externos ao próprio edifício como p.e. o clima. (KRONENBURG, 2007)

São vários os edifícios desportivos que possuem sistemas cinéticos, aplicados em coberturas. Exemplos disso são a Magic Box do Olympic Tennis Center de Dominique Perrault, o novo estádio de Wembley de Foster + Partners e o University of Phoenix Stadium de Eisenman Architects e Uni-System.

Para além de coberturas, as estruturas cinéticas são também muitas vezes aplicadas em transformações mais operacionais, no que respeita à flexibilização, metamorfose e polivalência do espaço interior, tais como, bancadas retrácteis ou outro tipo de estratégias que alterem o espaço físico.

Exemplo disso é a Sliding House do atelier drmm (1). Este edifício encontra-se separado em três espaços: habitação, garagem e anexo. Sobre parte dele existe uma espécie de segunda pele, constituída por paredes laterais e telhado, que se movimenta autonomamente do conjunto através de motores elétricos. Esta pele cinética cria relações e comunicações distintas entre os espaços, bem como garante melhores condições de arrefecimento, aquecimento e insolação de acordo com as estações do ano.

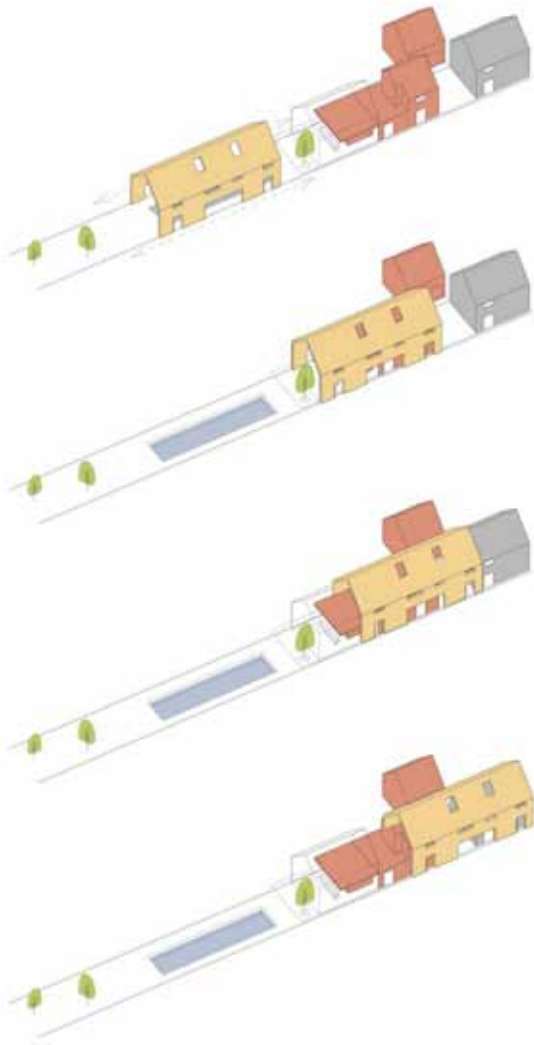


Figura 1. Sliding house, drmm, (fonte: <http://drmm.co.uk/projects/sliding-house/>)

A fachada do parque de estacionamento do Brisbane Airport do atelier UPA em colaboração com Ned Kanh constitui uma superfície capaz de reagir ao vento (2). Esta é formada por pequenos painéis metálicos que oscilam consoante o movimento gerado pelo vento, criando diversificados padrões que revelam uma imagem e interpretação muito próprias do vento, permitindo o sombreamento e a ventilação interior do edifício.

O sistema reconfigurável e responsivo elaborado por Ruairi Glynn - Reciprocal Space - (3) tem como objetivo demonstrar que os espaços interativos devem provocar sentimentos e proporcionar experiências aos utilizadores, de forma a criar desafios e, conseqüentemente, movimentações recíprocas.



Figura 2. (cima) Fachada Brisbane airport, UPA + Ned Kanh (fonte: <http://www.uap.com.au/>)

Propostas

O desenvolvimento tecnológico veio permitir que a habitação comunique e interaja com os habi-



Figura 3. (baixo) Reciprocal Space, Ruairi Glynn (fonte <http://www.ruairiglynn.co.uk/category/portfolio/>)

tantes e com o meio externo. A habitação pode assim tornar-se um “organismo vivo” que reaja conforme os modos de vida, as necessidades, vontades ou hábitos do habitante, podendo reunir essa informação e traduzi-la em transformações ou adaptações espaciais ou ambientais de forma automática.

O estudo das questões levantadas neste artigo levou ao desenvolvimento de soluções que, apoiadas em sistemas cinéticos, promovam a flexibilidade espacial. As propostas apresentadas têm objetivos distintos e formas de flexibilidade variadas, possibilitando diferentes ocupações dos espaços. O desenvolvimento destes sistemas incide sobre as necessidades dos utilizadores, os diferentes modos de vida e a forma como o edifício poderá reagir a fatores externos como a iluminação, a temperatura e a passagem de pessoas e o ruído.

Módulo 1 . Energético

Esta proposta baseia-se na criação de um módulo que se insere nos edifícios e lhes dá uma forma diferente com a intenção de reduzir o espaço que necessita de climatização e, simultaneamente, permitindo uma flexibilização dos interiores.

A integração deste módulo num edifício permite uma espécie de existência e inexistência que, ativada, beneficia uma diminuição do volume de espaço passível de ser aquecido / arrefecido permitindo a redução do consumo energético.

O processo pode operar por duas vias distintas: 1) funcionar no interior dos edifícios, estendendo-se (diminuindo o volume do espaço utilizável) ou contraindo-se (aumentando o volume do espaço utilizável) (4 e 5); 2) ou de modo inverso, estendendo-se para além dos limites da construção inicial (aumentando o espaço interior utilizável) ou contraindo-se (mantendo o espaço utilizável). A disposição e extensão desses volumes para o exterior dos edifícios relacionam-se ainda com aproveitamentos solares.

A utilização deste módulo dota ainda a constru-

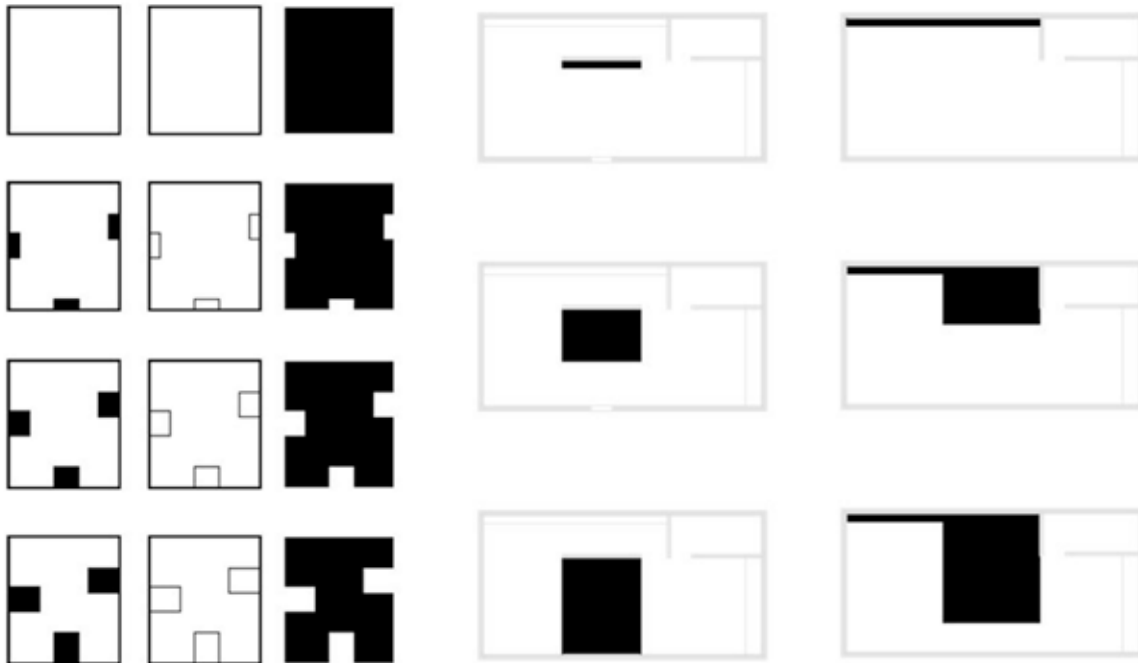


Figura 4. Módulo 1 _ energético. Diferentes possibilidades de cheios/vazios em vários layouts.

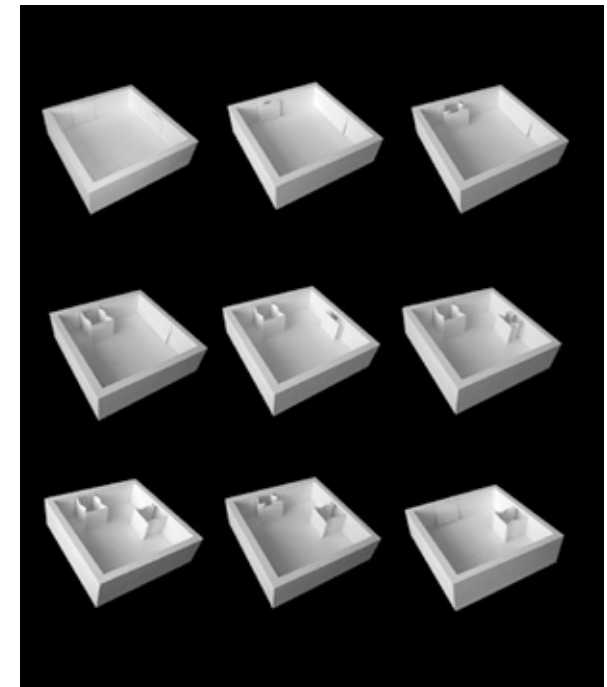


Figura 5. Módulo 1 _ energético. Diferentes possibilidades de cheios/vazios num layout.

ção de uma capacidade evolutiva e de metamorfose, útil principalmente quando inserida, p.e. em espaços expositivos.

Na habitação, para além de permitir reduzir a área ocupável (reduzindo a climatização), o módulo poderá ser usado para subdividir espaços, consoante as necessidades programáticas do habitante e ocupação no que concerne ao espaço utilizado no momento. A habitação por assim ser dotada de sensores capazes de identificar quais as zonas que o morador está a utilizar, numa relação ação / reação, que pode também informar um controlo automatizado sobre as zonas a serem aquecidas / arrefecidas.

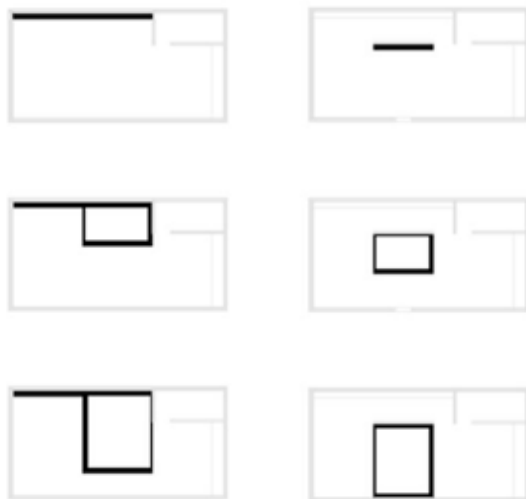


Figura 6. Módulo 2 . programático.

Módulo 2 . Programático

Este módulo tem como principal objetivo a alteração do programa na habitação devido à alteração das necessidades dos habitantes. Podemos interpretar este módulo como uma consequência do “módulo 1 energético”, distinguindo-se deste pela capacidade de ser ocupado interiormente e (6 e7). A distensão do módulo gera um novo espaço no interior de um outro espaço de maior dimensão permitindo diferentes formas de o ocupar.

Esta capacidade de existência e ausência de um espaço/compartimento, permite quer a existência de um espaço amplo na habitação, quer a criação de um compartimento capaz p.e. de oferecer um espaço de trabalho ou criar um quarto.



Figura 7. Módulos 1 e 2. Protótipo de uma parte da estrutura cinética.

Considerações finais

Os factos referidos ao longo deste artigo levam-nos a questionar se a arquitetura atual será capaz de responder às novas circunstâncias de uma sociedade em constante mudança e será a cinética uma ferramenta para essa adaptação.

Constatamos que os espaços habitacionais são cada vez mais imprevisíveis e inexatos dada a grande diversidade da sociedade, não podendo existir uma padronização das habitações. De facto cada individuo é um só, com conhecimentos próprios, dinâmicas distintas, fazendo com que cada habitação tenha funções específicas. A

procura de sistemas flexíveis na habitação tem sido constante mas tem falhado na aplicação dos conceitos à real construção de habitação.

Pode-se interpretar a arquitetura cinética como uma extensão ou ferramenta da flexibilidade na arquitetura, na medida em que os sistemas cinéticos se podem relacionar com o movimento dos operadores de flexibilidade permitindo que estes se movimentem com base em diversas naturezas de fatores.

Os sistemas cinéticos propostos pretendem conjugar a necessidade de flexibilização e adaptabilidade da habitação com as potencialidades dos sistemas cinéticos nomeadamente o facto de estes responderem a estímulos externos sem necessitarem de ação humana direta. Esta conjugação permite criar espaços mais adaptados às reais necessidades e que otimizem simultaneamente os consumos energéticos.

Referências bibliográficas

FOX, M. *Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems. Responsive Skylights*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2000.

FOX, M. “Kinetic Architectural Systems Design”. In Kronenburg, R. *Transportable Environments 2*. London: Spon Press, 2003, pp.163-186.

FOX, M.; KEMP, M. *Interactive Architecture*. New York: Princeton Architectural Press, 2009.

FRENCH, H. *Vivienda colectiva paradigmática del siglo XX: plantas, secciones y alzados*. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.

HAMDI, N. *Housing without houses: participation, flexibility, enablement. Intermediate technology*. London: Publications, 1991.

KRONENBURG, R. *Flexible: Architecture that responds to change*. London: Laurence King Publishing, 2007.

MARQUES, L. Q. *Arquitetura Cinética. Desenvolvimento do protótipo de uma estrutura responsiva*. Dissertação de mestrado em Arquitetura. Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2010.

PAIVA, A. *Habitação flexível. Análise de conceitos e soluções*. Dissertação de mestrado em Arquitetura. Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa, 2002.

PEREIRA, A. *Fachadas Média. Novos Desafios para uma arquitetura (i)material*. Dissertação de mestrado em Arquitetura. Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2011.

SHERWOOD, R. *Modern housing prototypes*. Harvard: Harvard University Press, 1978.

SILVA, J. L. *Arquitetura Flexível: Flexibilidade, Movimento e Sistemas cinéticos*. Dissertação de mestrado em Arquitetura. ISCTE-IUL, Lisboa, 2012. ■