

Arquitetura Irreversível_Tempo e Complexidade.

Clarissa Ribeiro
 clarissaribeiro@complexus.com.br
 Anja Pratschke
 pratschke@sc.usp.br
 Nomads.USP_Núcleo de Estudos de
 Habitares Interativos, Departamento de
 Arquitetura e Urbanismo, Universidade
 de São Paulo, Brasil.
 www.eesc.usp.br/nomads

This paper aims at discussing how computational environments could give support to complex approaches of architectural design process. Focusing on generative design, the main goal is to allow the perception of architecture more as system than as object: form, structure and organization as emergences in non-linear, auto-organizational processes. It involves the interaction of a vast universe of factors and flows that performs as attractors or repellers for the architecture-systems evolution in time. The ideas presented here are results of the Master Research in Architecture and Complex Thought of Clarissa Ribeiro, and are part of a larger questioning about the relation of architectural design process and digital culture, discussed in our research group Nomads.USP [Center for Interactive Living Studies, <http://www.eesc.usp.br/nomads>].

Arquitetura+

Buscando conexões com o pensamento arquitetônico da vanguarda dos anos 1960 e 1970 - de compreender a arquitetura como 'sistema' mais que como 'objeto' -, o desafio para os arquitetos das décadas de 1990 e 2000 se concentra em redefinir seu papel na construção de uma outra arquitetura - arquitetura+, a arquitetura compreendida efetivamente como 'sistema complexo', e que pode 'emergir' a partir de múltiplas interações via tecnologias computacionais. Se nos anos 1960 e 1970 a corrida espacial e a decorrente possibilidade de exploração das fronteiras do 'inner' e do 'outer space' davam a tônica do imaginário arquitetônico e impulsionavam um diálogo com as 'ciências da complexidade', a partir de meados da década de 1990 o grande desafio passa a ser a exploração do 'ciberespaço' - termo cunhado por William Gibson no livro Neuromancer, de 1984, referindo-se a um espaço imaterial onde se promoveria a exaltação do incorpóreo, da assim chamada 'realidade virtual'.

Dez anos após a primeira edição do romance de Gibson, em 1994, efetivou-se a possibilidade de acesso mundial à Internet. Nesse cenário, onde se configura a possibilidade de exploração dos limites do ciberespaço - matriz digital onde é possível 'simular' espaço e tempo -, os meios digitais desempenham um papel fundamental na transformação de uma arquitetura estática, em uma arquitetura dinâmica, dos fluxos e das conexões. A palavra-chave é interação - entre desenvolvimentos das mais variadas áreas do conhecimento humano, entre sujeitos capazes de gerar e intercambiar informação. O universo onde emergem essas questões vai além de discussões que centralizam a problemática da arquitetura contemporânea no computador como ícone de uma cultura digital. Nesse universo, os meios dessa cultura digital podem funcionar como suporte à teoria e prática arquitetônicas capazes de experimentar a lógica dos sistemas complexos.

Com a sofisticação da exploração conceitual e prática dos meios digitais em arquitetura, acontece uma ampliação da compreensão e do uso das tecnologias computacionais, para além de meras 'ferramentas'. Cibernética, Teoria da Informação, Teoria Geral dos Sistemas e os trabalhos de Alan Turing em Morfogênese, que iniciaram um diálogo em finais dos anos 1940, permitiram pensar o computador a partir da comunicação, do trabalho cooperativo e da interação. Pensar o computador, não como 'ferramenta', mas como 'meio' para o gerenciamento complexo e instável de vários circuitos interligados, soft e hardware e

mensagens. Partindo dessa compreensão, as tecnologias, e os meios digitais suportadas por elas, podem ser vistos como ambientes para interagir, fazer conexões, aprender a conceber a arquitetura como emergência no incessante fluxo de informações, sob a perspectiva da complexidade.

A partir de meados da década de 1990, ganha mais vigor um movimento em direção à sofisticação e simultânea disponibilização no mercado internacional, de software gráficos 3D com poderosos recursos para modelagem de geometrias complexas e animação. Frentes experimentais em arquitetura em diversos países se estruturam no sentido de discutir o processo de design sob as perspectivas da não-linearidade, da complexidade, e propor soluções criativas incorporando métodos suportados pelas tecnologias digitais. Segundo Peter Testa e Devyn Weiser, "a computação se tornou a engrenagem das experimentações e pesquisas em arquitetura e engenharia estrutural. Avanços em tecnologia computacional tem tornado as técnicas de simulação tão cruciais para o design e engenharia atualmente quanto a teoria e o experimento foram no passado. [...] muitos desses avanços estão relacionados à habilidades de computação de alta-performance e novas ferramentas de software que possibilitam geração a alta velocidade e análise de sistemas formais e estruturas, assim como novos algoritmos para procurar, combinar e alinhar informação." [1] Seguindo essa linha, diversas explorações contribuem para uma redefinição da arquitetura - do estático ao evolucionário.

Auxiliados por software que permitem modelagem, animação, e utilizam algoritmos para simulações, muitos arquitetos passam a conceber propostas no sentido de corresponder à fluidez do universo digital, contribuindo para transformar a visão de uma arquitetura de processos rígidos e hierarquicamente organizados, na de sistema que podem evoluir no tempo e se transformar em função de interações entre sujeitos e arquitetura, entre sujeitos e arquitetura e o ambiente, se articulando em função das mais diversas variáveis.

No entanto, ainda é recorrente a compreensão e utilização de ambientes computacionais de software 3D em arquitetura como meros ambientes para desenho e apresentação, focalizando as vantagens sedutoras das animações cinematográficas de maquetes realísticas como artifícios para seduzir o olhar.

Para além dessas perspectivas, o presente trabalho pretende discutir os recursos desses ambientes computacionais como meios

instigantes para explorações que se estruturam em torno de uma abordagem complexista dos processos de design em arquitetura.

Evoluindo no tempo

A possibilidade de transformação e movimentação de formas no tempo em ambientes digitais de modelagem causou forte impacto na representação, abrindo paralelamente um vasto campo para a exploração de formas dinâmicas de arquitetura. Graças aos recursos oferecidos por software para aplicações 3D, foram viabilizadas investigações focalizando processos de design não lineares. Nesse contexto, a compreensão da animação sob a perspectiva da 'evolução da forma no tempo', é crucial no para uma abordagem complexista dos processos de design. Utilizando recursos de animação disponíveis em software 3D é possível simular transformações em função de alterações em fatores convertidos em dados como fluxo de pedestres, movimentos de veículos, condições climáticas naturais ou artificiais, entre os mais diversos. Essa 'arquitetura animada', se assemelha a um sistema complexo - a forma-arquitetura emerge em função de interações e se transforma em função das mesmas, em função de fluxos concretos ou virtuais que a perpassam e integram.

Seguindo essa linha, o arquiteto Greg Lynn aponta três características que considera primordiais aos software de animação que, efetivamente, fazem com que sejam interessantes para o design em arquitetura, e que são: moção, parâmetros e topologia. A noção de moção - movimento mais ação -, apesar de evidentemente não ser nova, tem seu significado ampliado em complexidade e interesse para a arquitetura, a partir do momento em que se efetiva uma migração de software e hardware de animação. Animação aqui implica 'evolução no tempo', uma ampliação do conceito de moção viabilizada pelas possibilidades de cálculo dos sistemas computacionais. Para Lynn, a característica que distingue todos os processos computacionais de animação é a integração de fluxos temporais e forças modeladoras na descrição de uma forma no tempo. Em ambientes computacionais onde componentes abstratos possibilitam modelar e animar formas no contexto de uma temporalidade irreversível, os métodos de design envolvem, como coloca o arquiteto, as "[...] coreografias de organizações através da manipulação de efeitos de força." [2] O projeto que Lynn desenvolve de 1998 a 1999, juntamente com um time de colaboradores de diversas áreas - as Embryologic Houses -, condensa e ajuda a compreender com maior clareza o que significam os conceitos envolvidos

e as nuances em sua aproximação. O processo de concepção emprega um rigoroso sistema de limites geométricos que possibilita uma variação volumétrica infinita desses modelos permitindo sua constante reconfiguração em função de variáveis como estilo de vida, terreno da implantação, fatores climáticos, métodos construtivos, materiais, efeitos espaciais e efeitos estéticos especiais.

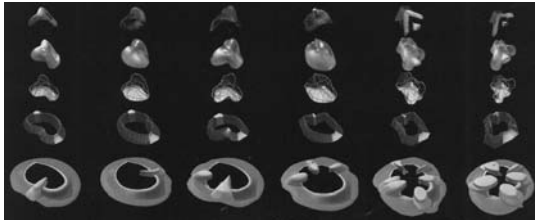


Figura 01: Diagramas de Processo.
Greg Lynn Form. [3]

Dentre os diversos arquitetos que se dedicam a explorações dessa natureza, John Frazer discute o uso de modelos computacionais evolucionários como alternativas processuais para a geração de forma, estrutura e organização em arquitetura. Esses modelos computacionais são desenvolvidos para simular a dinâmica de algumas situações.

São constituídos por sementes ou células de descrições codificadas que podem se dividir ou multiplicar, como células vivas. Como explica Frazer, o crescimento dessas células de código computacional “[...] depende do seu ambiente, do seu próprio código genético.” [4] Esse crescimento não é, no entanto, necessariamente linear. Assim como essas células se dividem ou multiplicam, elas também morrem. Desse modo, a geração seguinte herdará as características das células sobreviventes da geração anterior e, conseqüentemente, a evolução do modelo se configurará dinamicamente e num estado de fluxo constante. O sistema evolui em transformação perpétua e o produto final desse processo de design não é resultado de um exercício formal estilístico, mas de um processo que imita mecanismos genéticos e de seleção natural - um processo generativo.

Várias técnicas envolvendo conceitos evolutivos de design e utilizando modelos computacionais em ambientes digitais de simulação, já em finais da década de 1990, estavam estabelecidas em áreas como arquitetura, aeronáutica, design têxtil e música, para citar algumas. Em todas estas áreas, a técnica implica um algoritmo genético (uma classe particular de algoritmos evolutivos que usam técnicas inspiradas pela biologia evolutiva como hereditariedade, mutação, seleção natural e crossover) que requer parâmetros-chave de uma idéia de design

(dados) para serem codificados em um script de código análogo ao script codificado no DNA. De maneira similar ao que ocorre na natureza, esse script é submetido a processos como crossover e mutações e a forma resultante das instruções ou parâmetros da idéia inicial de design codificadas são submetidas a alguma forma de seleção. No decorrer do processo, a seleção natural pode ser utilizada como um critério quantificável. Paralelamente, a interrupção periódica do processo pode ser utilizada para a tomada de decisões mais intuitivas ou para assinalar uma mudança na direção da exploração.

Vários experimentos vem sendo desenvolvidos em grupos de pesquisa vinculados a instituições acadêmicas internacionais, explorando os limites do uso de algoritmos genéticos nos processos de design em arquitetura auxiliados por tecnologias computacionais. Dentre esses se destacam os trabalhos do Emergent Design Group - EDG, vinculado à School of Architecture & Planning do MIT e os do Emergent Technologies - EmTech, da Architectural Association. Ambos os grupos utilizam técnicas que implicam o uso de algoritmos genéticos, como é o caso do GER8, em processos de design generativo. Segundo Martin Hemberg, que desenvolveu o GERN8 em pesquisa vinculada ao EDG, um dos objetivos centrais no desenvolvimento desse sistema de software, “[...] foi ter um modelo de crescimento reativo, que interagisse dinamicamente com o ambiente. [...] isso é chamado tropismo e pode ser entendido como a influência de forças externas no crescimento.” [5]

EDG e EmTech têm realizado trabalhos conjuntos envolvendo pesquisas em design emergente nas duas instituições. Um desses projetos conjuntos investigou a combinação potencial de geometria digitalmente evoluída e de manufatura auxiliada por computador (CAM) com o objetivo de ampliar a coerência entre a lógica do processo de manufatura, restrições relacionadas ao material, e geometrias complexas. A computação evolucionária foi utilizada para iniciar um processo de evolução de duas superfícies interligadas através de critérios de conveniência. Segundo os pesquisadores envolvidos, Una-May O’Reilly, Martin Hemberg e Achim Menges, “no experimento, muitas gerações de duas superfícies curvas inter-relacionadas foram criadas em um ambiente definido por forças de atração e de repulsão e as superfícies evoluídas foram analisadas em outros pacotes de software.

Padrões geométricos emergentes informaram e mudaram o critério de afinidade. Características geométricas como mudanças regionais na

curvatura e direção dos padrões da superfície definem a posição e o número de planos de construção assim como a profundidade das seções através de muitas populações.” [6]

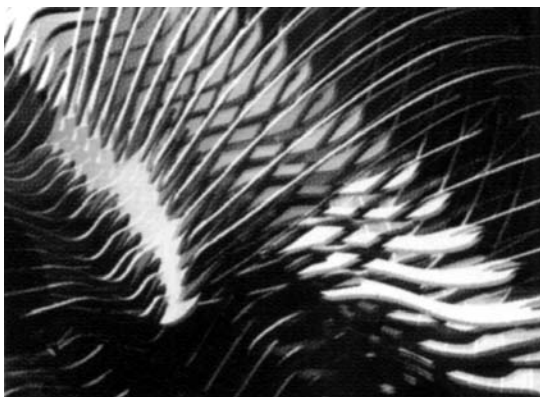


Figura 02: Relações geométricas intrincadas entre componentes seccionais multiplanares e superfícies co-evoluídas. [6]

Tempo e complexidade

Explorações como as aqui apresentadas, envolvem processos que implicam evolução no tempo - não o 'tempo' do pensamento científico que se oficializou com a formalização de leis gerais por Newton no século XVII, o tempo reversível que não afeta os objetos, o tempo como 'ilusão', mas o 'tempo' de Darwin, o tempo de Bergson, irreversível - o tempo da evolução, que transforma, o tempo da complexidade.

Nas propostas vanguardistas das décadas de 1960 e 1970 em arquitetura, como ilustra, por exemplo, a concepção do arquiteto britânico Cedric Price [7], o tempo estava interligado ao fluxo de informações através do sistema-arquitetura não somente a partir de interações com os usuários, mas também no contexto do urbano. Compreender o papel do tempo em arquitetura para Price implicava entender como um sistema-arquitetura poderia abranger um intervalo temporal de uso, obsolescência e reciclagem, em um contínuo entre ordem, desordem e organização. O tempo da arquitetura dos anos 1990 e 2000 que se relaciona com a complexidade é ainda, para além das abordagens dos anos 1960 e 1970, o tempo da evolução, da generatividade, da emergência, nos processos de design em ambientes computacionais.

Segundo o arquiteto do EDG Michel Weinstock, no que concerne aos processos de design emergente: "Forma e comportamento emergem do processo de sistemas complexos. Processos produzem, elaboram e mantêm a forma de sistemas naturais, e esses processos incluem trocas dinâmicas com o ambiente.

Há padrões genéricos no processo de auto-organização de formas, e nas próprias formas. A geometria tem ambos um papel local e um global na dinâmica inter-relacionada de padrão e forma na morfogênese auto-organizada." [8]

A generatividade se coloca assim, como uma das chaves para uma abordagem complexista em arquitetura. Nas palavras de Edgar Morin, "[...] a informação generativa gera fato, não somente gera fato, mas o transforma em ordem e organização, sem que ele cesse de ser fato." [9] A informação que gera fato - os dados, códigos, as variáveis, produzem arquitetura como emergência em um processo evolutivo de auto-organização no tempo.

Podemos, enfim, considerar que os sistemas computacionais capazes de suportar processos de design emergentes, auto-organizacionais, em experimentos morfogenéticos, constituem importantes passos em direção a uma arquitetura capaz de efetivamente promover uma ampliação do diálogo via tecnologias computacionais, entre sujeitos, objetos(sistemas) e ambiente, entre ordem, desordem e organização, articulados numa trama dinâmica.

Referências

- [1] TESTA, P; WEISER, D. Emergent Structural Morphology. *Architectural Design: Contemporary Techniques in Architecture*, London: Wiley-Academy, v. 72, n. 1, January 2002, p. 14.
- [2] LYNN, G. An advanced form of movement. *Architectural Design: Architecture after Geometry*, London: Wiley-Academy, v. 67, n. 5/6, May/June, 1997, p.54-57.
- [3] LYNN, G. Embryologic Houses. *Architectural Design: Contemporary Process in Architecture*, Guest edited by Ali Rahim, London: Wiley-Academy, v. 70, n. 3, June, 2000, p. 29.
- [4] FRAZER, J; RASTOGI, M. The new canvas. *Architectural Design: Architects in Cyberspace II*. London: Wiley-Academy, v. 68, n.11/12, November/December, 1998, p.8-11.
- [5] HEMBERG, M. GENR8 - A Design Tool for Surface Generation. 2001. 90f. Dissertação [Master of Science Engineering Physics] - Department of Physical Resource Theory, Massachusetts Institute of Technology, USA. Supervisor: Una-May O'Reilly. Massachusetts, 2001, p.36.



[6] O'REILLY, U. M.; HEMBERG, M.; MENGES, A. Evolutionary Computation and Artificial Life in Architecture: Exploring the Potential of Generative and genetic Algorithms as Operative Design Tools. *Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies*, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p.49-53.

[7] HARDINGHAM, S. *Cedric Price Opera*. London: Wiley-Academy, 2003.

[8] WEINSTOCK, M. Morphogenesis and the Mathematics of Emergence. *Architectural Design: Emergence: Morphogenetic Design Strategies*, Guest-edited by Michel Hensel, Michel Weinstock e Achim Menges, London: Wiley-Academy, v. 74, n. 3, may/june, 2004, p. 10-17.

[9] MORIN, E. *O Método 1: a natureza da natureza*. Tradução de Ilana Heineberg. 2. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2003, p.402.

Keywords:

Complexity, Emergent Design, Contemporary Architecture, Generative Process.