

**Como citar esse texto:** TRAMONTANO, M., SOARES, J.P. Arquitetura emergente, design paramétricos e o representar através de modelos de informação. **VIRUS**, São Carlos, n. 8, dezembro 2012. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus08/?sec=7&item=1&lang=pt>>. Acesso em: dd mmm aaaa.



## **Arquitetura emergente, *design* paramétricos e o representar através de modelos de informação.**

João Paulo Soares, Marcelo Tramontano

**João Paulo Soares** é arquiteto e pesquisador do Nomads.usp. Pesquisa processo de criação em arquitetura e design sob o olhar da complexidade, com ênfase na utilização de meio digitais através de *software* paramétricos.

**Marcelo Tramontano** é arquiteto, Doutor e Livre-docente em Arquitetura, Professor Associado na Universidade de São Paulo e coordena o Nomads.usp.

### **Resumo**

Atualmente a arquitetura tem sido muito discutida em relação a utilização de meios digitais integrados ao processo de criação graças ao crescente surgimento de diferentes meios que possibilitam a rápida visualização e modificação de ideias voltadas à prática de projeto. O *design* paramétrico encontra-se nessa discussão principalmente em relação a suas potencialidades e a postura que essa prática cobra de arquitetos que dispõem-se a trabalhar segundo rotinas que tem como base parâmetros numéricos. Esse artigo visa discutir um pouco a prática do *design* paramétrico principalmente em relação a possibilidade de um processo de criação em arquitetura que conta com a interação entre parâmetros organizados pelo arquiteto para possibilitar uma arquitetura emergente. Além disso, discutirá brevemente o papel desses meios digitais nessa prática de criação.

**Palavras-chave:** Arquitetura emergente, *design* paramétrico, meios digitais, organização, processo de criação.

## Introdução

Atualmente a arquitetura trabalha cada vez mais com a noção de uma geometria que “não é da secção, elevação e planta, mas que tenta prever estas três - construção, percepção e ação - dentro de um único *continuum*”<sup>1</sup> (SPUYBROEK, L 2008 p. 56). Uma arquitetura que trabalha, variedade, continuidade, performance, e a emergência de características não programadas. Uma arquitetura que não mais é elaborada de maneira *top down* em “que formula-se um conceito de *design* geral e, em seguida, refina-se o projeto em níveis sucessivamente mais detalhado”<sup>2</sup>(RAHIM, 2009) e sim uma arquitetura que trabalha da maneira como colocada por Ali Rahim (2009):

*Designers* que utilizam técnicas atuais ao invés de começar com as partes individuais de um sistema, ligam esses elementos juntos para formar componentes maiores, até que o conjunto completo emerge. Cada passo no processo remodela e redireciona o próximo. Assim, novas associações e resultados podem surgir de maneira não prevista.<sup>3</sup>(RAHIM, A. 2009, p.02)

Podemos compreender melhor o processo de criação que propicia o elemento arquitetônico como emergente, ao entendermos a utilização dos meios digitais possibilitando essa arquitetura. Essa arquitetura depende dos meios digitais para tornar possível um fluxo contínuo de informações, seja como organização de parâmetros que gerem o objeto arquitetônico, seja como trocas entre elementos do sistema. O *Design* Paramétrico vislumbra essa organização da informação e traz ao processo de criação a possibilidade da visualização desse conjunto de informações de maneira organizada. Devemos considerar que, para a arquitetura, a questão da visualização, no sentido gráfico do termo, é relevante como processo de troca entre *designers* de um processo, considerando que para o arquiteto, o desenho é o meio pelo qual o pensamento arquitetônico se desenvolve.

Com o fluxo de informação no processo, as representações ganham uma amplitude muito além do que a simples representação visual. A representação ganha possibilidades através de modelos tridimensionais que não são apenas visualizações gráficas, mas sim modelos de dados baseados em parâmetros.

## **Design paramétrico e arquitetura emergente**

Para entender o *design* paramétrico é necessário primeiramente entender o conceito de parâmetro e como ele é apropriado em arquitetura. “Na matemática, parâmetros são valores

---

<sup>1</sup> Do original em inglês: “is not one of section, elevation and plan, but one that tries to envisage these three – construction, perception and action – within a single continuum”

<sup>2</sup> Do Original em inglês: “formulate an overall design concept and then refine the design at successively more detailed levels”

<sup>3</sup> Do Original em inglês: “Designers who use temporal techniques instead begin with the individual parts of a system, linking these elements together to form larger components until a complete assemblage emerges. Each step in the process reshapes and redirect the next. Hence, new associations and outcomes may arise that were not anticipated.”

que podem ser atribuídos a uma determinada variável, permitindo o cálculo de diferentes soluções para um problema.” (CELANI, 2003, p.21). Celani traz essa definição advinda da matemática para explicar a questão dos parâmetros dentro do *design*, ou da atividade de criação. Na modelagem parametrizada, utilizamos essa definição de parâmetros entendendo que eles “são utilizados na geração de formas diferentes, porém com as mesmas características fundamentais” (CELANI, 2003, p.22). Não necessariamente essas alterações consistem apenas nas formas plásticas, outras características do *design* podem ser afetadas quando alteramos algum parâmetro de um projeto como, por exemplo, características de desempenho estrutural ou de conforto.

Entendemos o processo de criação na arquitetura emergente como a escolha e o arranjo de parâmetros, possibilitando que o produto final surja como um resultado possível dentro de uma infinidade de alternativas fornecidas por esse processo. Arquitetos ganham o papel de gerenciadores de elementos dentro do processo, não mais apenas são agentes criativos da forma, mas sim administradores na escolha de elementos que servirão como parâmetros para o projeto, onde o arranjo entre eles dentro desse sistema complexo resultará na emergência de fatores que caracterizarão o projeto.

Entender a utilização de parâmetros dentro do processo de criação nos leva ao estudo do processo de *design* paramétrico, que apesar de depender da utilização de meios digitais tem como principal aspecto uma postura do arquiteto em relação ao processo de criação, considerando a criação através do entendimento da interação entre as partes e o potencial emergente.

*Design* paramétrico é mais sobre uma atitude de espírito do que qualquer aplicação de *software* particular. Tem suas raízes na concepção mecânica, e como tal, empresta aos arquitetos pensamento e tecnologia. É uma maneira de pensar que alguns *designers* podem achar estranho, mas o primeiro requisito é uma atitude de espírito que busca expressar e explorar as relações. (WOODBURY, 2010)

Como defendido pelo autor, o *design* paramétrico, trata-se de uma postura que trabalha com o entendimento de que a concepção de projeto seja de objetos, edifícios ou até fragmentos urbanos, só se torna passível de realização através do entendimento das interações entre as partes que constituem o sistema. Considera também que a tecnologia deve ser trabalhada em conjunto com a criatividade humana. Entendendo a “criatividade humana como miríade de rebatimentos culturais, econômicos, sociais [...]”(REIS, 2009), a tecnologia entra como um possível elemento organizacional, que pode processar essa miríade de informações criando modelos de representação que possibilitam a leitura dessas informações de maneira organizada.

Processos que trabalham com a conjugação de parâmetros têm raízes em questões matemáticas voltadas aos algoritmos, em que a solução para uma pergunta surge do

desencadeamento de uma série lógica de questionamentos. Algoritmos são entendidos como um conjunto de perguntas que levam à solução de um problema.

Para resolver um problema no computador é necessário que seja primeiramente encontrada uma maneira de descrever este problema de uma forma clara e precisa. É preciso que encontremos uma sequência de passos que permitam que o problema possa ser resolvido de maneira automática e repetitiva. Esta sequência de passos é chamada de algoritmo. (CRUZ, KNOPMAN, 2001.).

Levando esse entendimento para o processo de criação dentro do *design* paramétrico, o *designer* passa a trabalhar na elaboração dessas perguntas dentro de uma proposição de projeto. Assim, por se tratar de um processo de criação que visa o entendimento das questões intrínsecas ao projeto, não se pode falar de um processo que elabora uma concepção geral para depois revisar e projetar camadas por camadas de subsistemas consecutivos. O processo desenvolve-se através do entendimento da relação entre as pequenas partes, no intuito de criar respostas emergentes a essas relações.

Dentro desse processo paramétrico que trabalha com a ideia de uma 'sequência de perguntas' visando o surgimento de uma resposta emergente através da inter-relação entre as partes, podemos falar de uma arquitetura de caráter emergente. Em relação a auto-organização de sistemas, esses fatores emergentes podem retroalimentar a própria proposição inicial do problema, gerando soluções diversas, porém ainda adequadas, assim, podemos falar de uma arquitetura com potencial generativo. Essa expressão vem de proposições relacionadas às ciências puras como matemática e biologia, que entendem uma sequência de perguntas retroalimentadas de gerações a geração. Quando um sistema proporciona soluções diversas, porém ainda adequadas, torna-se difícil chegar aos mesmos resultados de maneira linear, "apenas um sistema gerativos seria capaz de avaliar, selecionar e otimizar requisitos arquitetônicos."<sup>4</sup> (CHATURVEDI, S, et. al. 2011).

Cada organização individual dentro desse processo gera uma solução para um problema em específico. Cada problema apresenta uma infinidade de soluções adequadas e cada possível solução quando conjugada a outras possíveis soluções de outros problemas podem gerar uma infinidade de soluções '*finais*'<sup>5</sup> adequadas, porém diferentes entre si. Podemos considerar ainda nesse processo sistêmico a inserção de parâmetros externos, dentro da abertura existente no sistema para imprevisibilidades. Esse conceito de arranjo entre partes e possibilidades de alteração mantendo a adequação do resultado final, pode ser equiparado à genética, por exemplo, "à ideia que em cada geração há organismos variados que são

---

<sup>4</sup> Do original em inglês: "only a generative system would be capable of evaluating, selecting and optimizing architectural requisites"

<sup>5</sup> O termo "finais" é colocado entre aspas pois dentro dos processos de criação abordados nesse texto, o final do processo nada mais é do que uma escolha colocada pelo *designer* por congelar o processo em determinado ponto. O processo de criação é entendido como um ciclo crescente e infinito, que não cessa, apenas possui um momento em que um objeto é fruto dele. Porém esse objeto ainda é passível de alterações causadas por elementos do sistema em que ele esta inserido.

produzidos baseados em seu desempenho”<sup>6</sup> (KIRSCHNER, M. 2004 p.30), entendendo esse desempenho como os resultados adequados a aquilo que o *designer* programa dentro do sistema.

É interessante notar que a estética é derivada do aspecto funcional do *design*, que por sua vez foram deduzidos a partir da lógica técnica do sistema de construção. Assim, o ‘processo de construção’ foi como ‘o DNA de criação’, em que buscas quantitativas se tornam qualitativas.<sup>7</sup> (CHATURVEDI, S, et. al. 2011)

Isso traz à arquitetura questões como evolução e variabilidade, entendendo esse processo de criação baseado no desenvolvimento de sistemas complexos, em que o papel do *designer* consiste em organizar e programar elementos através de representações proporcionadas pelos meios digitais do *design* paramétrico. A partir do surgimento de soluções variadas, a forma do objeto final deixa de ser uma escolha meramente plástica do *designer* e passa a ser um elemento emergente ao processo. A forma ‘final’ consiste em uma resposta à organização sistêmica proposta dentro de um conjunto de ações programadas. O sistema fornece os resultados como produto, e esses produtos podem ser variados e, ainda assim, adequados. Pode ainda ter caráter evolutivo, ao imaginarmos que o processo de criação estabelecido dentro de um sistema complexo, não se encerra quando a arquitetura é construída, por exemplo, tornando-se passível de evoluir a partir da utilização. Isso quando o arquiteto conta com esse fator ao projetar o sistema.

Em relação aos aspectos que justapõem características sistêmicas embasadas em comportamentos dos seres vivos, Wiscombe discorre:

Contudo, apesar de suas semelhanças, alguns dos termos primários com que tanto arquitetura como biologia são concebidas tornam se diferentes em espécie ao invés de grau: o que arquitetura chama de função, no senso dogmático, biologia chama de comportamento. O que arquitetura chama de ordem, biologia chama de código de DNA. Biologia define seus processos de forma dinâmica e generativa enquanto os processos de arquitetura continuam tendendo a ser entendido como fixos e estáveis.<sup>8</sup> (WISCOMBE, T. 2005)

A arquitetura que trabalha com processos paramétricos tenta subverter essa característica colocada como usual por Wiscombe, que aponta a arquitetura como fixa e estável. Por estar submetida a ações humanas, um sistema biológico, a arquitetura tende a adequar-se a essas ações e desenvolver-se como um elemento dinâmico e variável. Cabe entender que a arquitetura, assim como os sistemas biológicos que a utilizam, precisa ter abertura para

---

<sup>6</sup> Do original em inglês: “the ideia that in each generation, there are variable organisms that are produced baseado on their fitness”

<sup>7</sup> Do original em inglês: “It is interesting to note that the a esthetics were derived from the functional aspects of the design, which in turn were deduced from the technical logic of construction system. Thus the ‘process of making’ was as ‘the DNA of the creation’, where quantitative pursuits become qualitative.”

<sup>8</sup> Do original em inglês: “Nevertheless, despite their parallels, some of the primary terms with which both architecture and biology are concerned turn out to be different in kind rather than degree: what architecture calls function, in the dogmatic sense, biology calls behavior. What architecture calls order, biology calls DNA scripting. Biology, it turns out, defines its processes dynamically and generatively, while architectural processes still tend to be understood as fixed and stable.”

diferentes apropriações, e até certo ponto possibilitar mutações, entendendo que mutação “não necessariamente constrói algo totalmente novo e inovador em seus próprios modos, mas apenas causa a um processo complexo uma forma diferente de ser usado.”<sup>9</sup>( KIRSCHNER, M. 2004 p.30)

Para que a arquitetura absorva essa grande quantidade de informações e arranjos, é necessária a conjugação entre o potencial criativo de *designers* (alimentados por uma miríade de elementos e relações) e o potencial de processamento das máquinas, tornando possível pensar em uma arquitetura paramétrica. É essencial entender a importância dos meios digitais integrados ao processo e não mais apenas como ferramentas.

Considera-se que *design* paramétrico se trata de um processo de criação que toma tecnologias como base, tanto para concepção, organização e visualização, através do uso de *software*, como para produção, através de máquinas que dialogam diretamente com esse *software*. Falamos de um processo que tem como base informações precisas e correlacionadas através da ligação entre parâmetros.

Em outras palavras, os processos de descrição e construção de um projeto podem ser extraídos, trocados, e utilizados com facilidade e maior e velocidade. Enfim, com o uso das tecnologias digitais, a informação do *design* é a informação da construção.<sup>10</sup> (KOLAREVIC, 2009, p.07).

A partir da decisão de utilizar meios digitais integrados ao processo através do *design* paramétrico, temos a possibilidade, por exemplo, de explorar formas complexas, no sentido plástico, que ainda assim são passíveis de produção seriada em indústrias através de máquinas de controle numérico, ou máquinas CNC (*Computer Numerically Controlled*). Dessa maneira, dentro do processo de criação no *design* paramétrico, entende-se o projeto com um dado numérico possível de produção tanto em escala reduzida como em escala real. Adota-se a ideia de uma produção que trabalha com o arquivo digital do projeto sendo enviado e produzido diretamente na indústria, processo conhecido como *File to Factory*. Como colocado por Kas Oosterhui (2007) o sistema “*file to factory*” consiste na “fusão sem emendas do processo de projeto na produção. Envolve a transferência direta de dados de um *software* de modelagem 3D para uma máquina CNC (*Computer Numerically Controlled*).” Essa transferência pode ser realizada para produção de modelos de estudo, durante o processo de criação ou mesmo para a produção e construção final de edifícios completos, derivando então o conceito de Fabricação Digital. Esse conceito tem base na produção que conta com a utilização de meios digitais voltados à concepção e produção de elementos de projeto, sejam eles na escala do modelo ou de projeto final construído. Em relação a essa fusão da concepção com a produção Kolarevic (2009, p.07) discorre:

---

<sup>9</sup> Do original em inglês: “do not necessarily build something brand-new and novel on their own, but merely cause some existing complex process to be used in a diferente way.”

<sup>10</sup> Do original em inglês: “In other words, the processes of describing and constructing a design can be extracted, exchanged, and utilized with far greater facility and speed; in short, with the use of digital technologies, the design information is the constructions information.”

Grande parte do mundo material, hoje, é criado e produzido usando um processo no qual a análise, concepção, representação, fabricação e montagem estão se tornando um processo relativamente contínuo de colaboração que é exclusivamente dependente das tecnologias digitais - um *continuum* digital desde a concepção à produção.<sup>11</sup>

Esse processo somente é viável a partir do entendimento de que meios digitais fazem parte do processo. O entendimento de suas lógicas de funcionamento são índices para proposição de projeto. A partir da exploração do *design* paramétrico, as ações voltadas à criação precisam ser revistas, pois como colocados por Kolarevic (2009, p.17),

no *design* paramétrico, são os parâmetros de um projeto particular que são declarados, não a sua forma. Ao atribuir valores diferentes para os parâmetros, objetos ou configurações diferentes podem ser criados. Equações podem ser usadas para descrever as relações entre objetos, definindo assim uma geometria associativa - a 'geometria constituinte que é mutuamente vinculada'.<sup>12</sup>

Assim, o processo é entendido de maneira *botton up*, em que o essencial é estabelecer a relação entre as partes no intuito de possibilitar o surgimento emergente de características adequadas aos parâmetros estabelecidos. Demanda muito mais uma alteração na postura do ator envolvido no processo de criação em arquitetura do que propriamente da utilização de um *software* específico, mesmo a utilização dos meios digitais ainda sendo imprescindível para o desenvolvimento de uma arquitetura paramétrica.

## Modelos de informação

Nesse artigo discorreremos sobre o *design* paramétrico e sua potencialidade de viabilizar uma arquitetura emergente a um processo de criação que entende o arquiteto não apenas desenhando formas, mas principalmente gerenciando dados. A representação passa a ser mais do que meramente uma ferramenta de visualização de questões plásticas e passa a ser uma ferramenta organizacional de dados numéricos, viabilizado por meios digitais.

O *design* paramétrico trabalha com modelos de informação que orientam as escolhas nos arranjos entre parâmetros, realizado por arquitetos. Como colocado por Kolarevic (2009) passa-se a pensar em um *continuum* em relação a organização da informação que gere o projeto arquitetônico, desde a sua concepção a suas produção. Porém para que isso se efetive a postura do profissional deve ser outra em relação ao processo de criação, postura que deve

---

<sup>11</sup> Do original em inglês: "Much of the material world today, from the simplest consumer products to the most sophisticated airplanes, is created and produced using a process in which design, analysis, representation, fabrication and assembly are becoming a relatively seamless collaborative process that is solely dependent on digital technologies - a digital continuum from design to production."

<sup>12</sup> Do original em inglês: "In parametric design, it is the parameters of a particular design that are declared, not its shape. By assigning different values to the parameters, different objects or configurations can be created. Equations can be used to describe the relationships between objects, thus defining an associative geometry - the 'constituent geometry that is mutually linked'."

entender que as interações entre as partes é mais importante do que a concepção geral do projeto.

## Referências

CELANI, G. **CAD criativo**. Editora Campus, Rio de Janeiro, 2003.

CHATURVEDI, S. COLMENARES, E. and MUNDIM, T. S., 2011. Knitectorics, **VIRUS**, [online] n. 6. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus06/?sec=4&item=2&lang=en>> [Acessado 10 de Dezembro de 2011].

CRUZ, A., KNOPMAN, J. **Apostila Disciplina Projeto e Desenvolvimento de Algoritmos**. 2001. Disponível em: <<http://equipe.nce.ufrj.br/adriano/algoritmos/apostila/algoritmos.htm>> [Acessado em: 15/06/2011].

KIRSCHNER, M., Variations in Evolutionary Biology. In SPUIBROEK, L. (Ed.), **Research & Design: The architecture of variation**. Thames & Hudson. New York, 2009, p. 26-33.

KOLAREVIC, B. **Architecture in the digital age: design and manufacturing**. New York; London: Taylor & Francis, 2009.

OOSTERHUIS, K.; XIA, X.. **iA #1 (Interactive Architecture)**. Rotterdam: Episode-Publishers, 2007.

RAHIM, A., Uniformity and Variability in Architectural Practice. In SPUIBROEK, L. (Ed.), **Research & Design: The architecture of variation**. Thames & Hudson. New York, 2009, p. 41-47.

REIS, A. C. F. **Cidades criativas, turismo cultural e regeneração urbana**. 2009. Disponível em <<http://www.gestaocultural.org.br/pdf/Ana-Carla-Fonseca-Cidades-Criativas.pdf>>. Acesso em: 15/07/2011.

WISCOMBE, T. **Emergent Models of Architectural Practice**. 2005. Disponível em: <<http://www.emergentarchitecture.com/>> [Acessado em: 20 de agosto de 2011].

SPUIBROEK, L. , **The architecture of continuity**. V2\_Publishing. Rotterdam, 2008.

WOODBURY, R. **Elements of Parametric Design**. United States of America: Routledge, 2010.