

Processos digitais de projeto: mudança de paradigma no ensino da Arquitetura e Urbanismo

Digital design: paradigm change in the teaching of Architecture and Urbanism

Procesos digitales de diseño: cambio de paradigma en la enseñanza de Arquitectura y Urbanismo

ALVES, Gilfranco

Doutor, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, gilfranco.alves@ufms.br

TRUJILLO, Juliana

Mestre, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, juliana.trujillo@ufms.br

RESUMO

O objetivo do artigo é relacionar algumas questões teóricas sobre processos de projeto em Arquitetura e Urbanismo a partir da mediação digital, com aplicações diretas realizadas em experimentações didáticas, tanto no grupo de pesquisa *Nomads.usp* da Universidade de São Paulo (USP), como no grupo de pesquisa *algo+ritmo*, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Uma das questões abordadas é a importância da definição prévia do *metadesign* conjuntamente com os atuantes do processo de projeto. É a partir da participação de todos os envolvidos no desenho das ações que o processo de projeto pode se tornar verdadeiramente colaborativo e que conceitos e qualidades desejadas possam ser previstos, programados e parametrizados. A reformulação do projeto pedagógico do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMS trouxe a possibilidade de alterar disciplinas relacionadas à mediação digital, atualizando suas ementas. Implantadas em 2014, as novas disciplinas focam não apenas na representação, mas também na performance aplicada a partir da programação e da utilização de sistemas generativos. O exercício [*parklets*] envolveu uma ação conjunta e interinstitucional entre *Nomads.usp* e *algo+ritmo*, utilizando o design paramétrico e a fabricação digital. Este contexto de ampliação das possibilidades projetuais suscita a questão de que os processos digitais de projeto trazem consigo responsabilidades, tanto em nível acadêmico como na esfera profissional, que repercutem no nível sociocultural.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Arquitetura e Urbanismo; Processos Digitais de Projeto; Design Paramétrico; Prototipagem e Fabricação Digital.

ABSTRACT

The aim of this paper is to relate some theoretical issues about design processes in Architecture and Urbanism from the use of digital mediation, with direct enforcements in educational experimentations, both in Nomads.usp research group at the University of São Paulo (USP), as in algo+ritmo research group at the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS). One of the paper's issues is the importance of prior definition of metadesign together with the actants on design process. It is from the participation of all involved in the design of actions that the design process can become truly collaborative and concepts and desired qualities can be planned, programmed and parameterized. The reformulation of the pedagogical project of the course of Architecture and Urbanism of UFMS brought the possibility of changing disciplines related to digital mediation, updating their contents. The new disciplines were deployed in 2014 and they focus, not only in representation, but also in performance applied from the programming and use of generative systems. The [parklets] exercise involved a joint between Nomads.usp and algo+ritmo, using the parametric design and digital fabrication. This

context of expansion of design possibilities raises the issue that the digital design bring with it responsibilities, both in academic level and in the professional sphere, which impacts on the sociocultural level.

KEY WORDS: *Teaching of Architecture and Urbanism; Digital Design; Parametric Design; Prototyping and Digital Fabrication.*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es relacionar algunas proposiciones teóricas sobre los procesos de diseño de Arquitectura y Urbanismo desde la mediación digital, con aplicaciones directas en la experimentación educativa, tanto en el grupo de investigación Nomads.usp de la Universidad de São Paulo (USP), como en grupo de investigación algo+ritmo, de la Universidad Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). El artículo discute la importancia de la definición previa del metadiseño junto con los envueltos en el proceso de diseño. Es a partir de la participación de todos los envueltos en las acciones que el proceso de diseño puede llegar a ser de verdadera colaboración, y conceptos y cualidades deseadas se pueden planificar, programar y parametrizar. La reformulación del proyecto pedagógico del curso de Arquitectura y Urbanismo de UFMS trajo la posibilidad de cambiar las disciplinas relacionadas con la mediación digital e la actualización de sus contenidos. Implementado en 2014, las nuevas disciplinas se centran no sólo en la representación, sino también en el desempeño aplicado desde la programación y uso de los sistemas generativos. El ejercicio [parklets] implicó una acción conjunta entre Nomads.usp y algo + ritmo, utilizando diseño paramétrico y fabricación digital. Este contexto de expansión de las posibilidades proyectivas plantea el problema de que los procesos digitales de diseño traen consigo responsabilidades, tanto en nivel académico como en el ámbito profesional, que repercuten en el nivel socio-cultural.

PALABRAS-CLAVE: *enseñanza de Arquitectura y Urbanismo; Procesos Digitales de Diseño; Diseño Paramétrico; Prototipos y Fabricación Digital.*

1. INTRODUÇÃO

A mediação digital vem modificando os processos de projeto em Arquitetura e Urbanismo, principalmente a partir do final do século passado. Equipamentos e programas computacionais evoluíram de uma posição mais ligada à representação para outra mais direcionada à performance, onde o comportamento dos sistemas arquitetônicos pode ser simulado com muita precisão. Processos digitais de projeto demonstram ser atualmente elementos fundamentais no desenvolvimento das possibilidades de concepção arquitetônica, assim como na mudança dos paradigmas da própria Arquitetura e suas atividades de ensino e pesquisa. De acordo com Oxman (2006), com a exposição *Non-Standard Architectures* realizada no Centro Pompidou em Paris no ano de 2003, o conceito de projeto não-padrão, não-normativo, e não repetitivo, tornou-se um grande marco teórico deste fenômeno reconhecido hoje como *digital design*, e que traduzimos como processos digitais de projeto. Entendemos, portanto, processos digitais de projeto como aqueles relacionados à concepção arquitetônica a partir da mediação digital, focados no ato de se projetar, e não nos processos de representação.

Conforme apontado em Alves (2014), segundo Kotnik (2010) nas últimas décadas, outras metodologias têm surgido nos processos de projeto arquitetônicos, com o objetivo de explorar o computador e outras máquinas como um meio de potencializar o projeto e isso tem gerado um conjunto variado de competências digitais e um novo tipo de conhecimento arquitetônico. Porém, segundo o autor, faltaria ainda um quadro teórico que defina uma agenda pedagógica abrangente para o ensino de processos digitais de projeto nas escolas de Arquitetura e Urbanismo. Passadas algumas décadas dessa relação entre seres humanos e máquinas aplicada nos processos de projeto, a reação inicial de entusiasmo deverá agora ser substituída por uma análise crítica mais profunda com o devido distanciamento temporal, buscando compreender quais ganhos e perdas a Arquitetura está a contabilizar sob a influência da mediação digital.

Nesse sentido, o artigo pretende apresentar e discutir alguns aspectos dos resultados da tese de doutorado defendido pelo professor Gilfranco Alves em 2014, sob orientação da Professora Dra. Anja Pratschke junto ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP) e intitulada *Cibersemiótica e Processos de Projeto: Metodologia em Revisão*. A tese propõe uma revisão dos processos de projeto em Arquitetura e Urbanismo a partir da mediação digital. E a partir desta pesquisa, o presente artigo objetiva relacionar algumas das questões teóricas discutidas na referida tese com aplicações diretas realizadas em sala de aula e em experimentações, tanto no grupo de pesquisa Nomads.usp da Universidade de São Paulo (USP), como no grupo de pesquisa algo+ritmo, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

2. METADESIGN: PRÉ-CONFIGURAÇÃO DE PARÂMETROS DE PROJETO

Lawson (2011) e Fabricio e Melhado (2011) apontam que o surgimento dos aparelhos eletrônicos de comunicação e de máquinas de processamento da informação gerou uma nova perspectiva do pensamento humano e que, portanto, o projeto arquitetônico da era digital é resultado de uma modificação das formas de interações sociais, sendo influenciado de modo dinâmico por clientes, usuários e demais projetistas participantes do processo de projeto. Os meios digitais e a internet ampliaram a capacidade de processamento de informações e deste modo os processos digitais de projeto resultam tanto em atividades mentais individuais, quanto em interações que ocorrem entre os múltiplos agentes envolvidos no processo, em tempo real e mesmo à distância, numa estratégia pode, inclusive, tornar-se mais do tipo *bottom-up (de baixo para cima)* do que *top-down (de cima para baixo)*. Para o arquiteto holandês Kas Oosterhuis, diretor do grupo de pesquisa *Hyperbody da*

TU Delft, Holanda, os projetistas precisam aprender a se relacionar com outras pessoas em uma rede de trabalho transdisciplinar no qual o arquiteto não pode estar no topo da pirâmide, manipulando os outros participantes como se fossem marionetes dentro do processo.

Temos os clientes, os engenheiros, os projetistas de conforto ambiental, os usuários.... No meu ponto de vista são todos designers. Então eles todos têm sua intuição. Todos têm seus fatores emotivos, por assim dizer. Então, de algum modo, nós precisamos estar habilitados a nos relacionarmos com a troca de informação no sistema. E essa informação tem que ser trocada entre todas as pessoas e tem que, na verdade, ser a base desta riqueza de expressão que tem efeito intuitivo e emotivo. Isso não pode ser uma estrutura hierárquica com controle do tipo top-down. Não pode ser assim. É ilógico. É ultrapassado. (OOSTERHUIS apud ALVES, 2014).

Assim, é possível afirmar que as comunicações permitidas por redes de associações e sistemas de interações possibilitadas pela mediação digital podem contribuir para potencializar o processo projetivo, tornando-o mais complexo, dinâmico e colaborativo.

Segundo Gordon Pask (1969), um dos precursores da integração entre Arquitetura e Cibernética, “os arquitetos são antes de tudo, projetistas de sistemas que têm sido forçados, ao longo dos últimos cem anos aproximadamente, a interessarem-se cada vez mais pelas propriedades organizativas (intangíveis) dos sistemas de desenvolvimento, comunicação e controle. ” (PASK, 1969). Para o ciberneticista, no que diz respeito ao desenvolvimento dos projetos arquitetônicos, o arquiteto deveria colocar-se de modo proativo no processo, incorporando capacidade evolutiva ao projeto e situando-se, sobretudo, em um nível hierárquico organizativo anterior, projetando o próprio sistema que controla o projeto.

Segundo Woodbury (2010) e Vassão (2010), a antecipação da discussão a respeito do *design* do próprio processo de projeto, ou do *metadesign*, aponta para uma questão de mudança de atitude em relação aos estágios iniciais de pré-configuração do projeto. Isso pode fazer com que parâmetros desejáveis como, por exemplo, flexibilidade, interatividade e responsividade, possam ser implementados e controlados com sucesso, beneficiando todos os envolvidos.

Definição semelhante é apresentada por De Moraes (2010), porém com o termo traduzido para o português. Segundo o autor, o metaprojeto como modelo projetual passar a existir a partir da necessidade de uma plataforma de conhecimentos que sustente e oriente a atividade do *design* em um cenário fluído e em constante mutação, portanto, mais flexível e adaptável a diferentes

condicionantes diante dos quais hoje se deparam os arquitetos e *designers*. O modelo a ser proposto por um metaprojeto buscaria atender o máximo de hipóteses possíveis e assim não produziria como *output* um modelo projetual único de soluções técnicas preestabelecidas. O metaprojeto poderia ser considerado então como sendo o "projeto do processo do projeto". (DE MORAES, 2010)

Vassão (2010) avança sobre a questão e apresenta aprofundamentos em relação ao conceito de *metadesign*:

A etimologia da palavra "método" indica uma origem muito próxima ao Metadesign: seu prefixo "meta" se refere ao mesmo significado do movimento de transposição e "hodos" significa "caminho", também em grego. Assim como a palavra "meta" indica um objetivo a ser alcançado, da mesma etimologia ligada à noção teleológica de transposição, de um ponto a outro, previsto à distância ou no futuro – a própria ação do Projeto, "projetar", lançar à distância. (VASSÃO 2010)

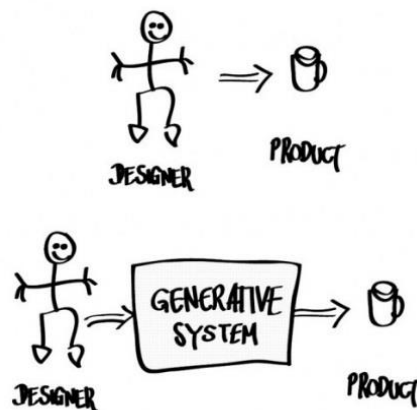
Trata-se de uma questão de mudança de atitude em relação à concepção do projeto, baseada na antecipação e na elaboração prévia do *design* do próprio processo, no sentido de encaminhar um conjunto de métodos e estabelecer procedimentos que precedem e definem os parâmetros de projeto.

O Metadesign poderia ser visto como o estudo dos métodos. Mas essa é uma área de conhecimento já muito bem estabelecida e desenvolvida, a metodologia. E ela não tem por objeto os processos de design, mas sim os da filosofia e/ou os da ciência, da produção de conhecimento (ABBAGNANO 1998 apud VASSÃO 2010, pp. 61-62). O Metadesign poderia, ainda segundo essa noção derivada da sua própria etimologia e do método, ser compreendido como metodologia de projeto, o estudo dos métodos de projeto, expressão comumente utilizada, de maneira um tanto confusa, no lugar da expressão mais restrita, método de projeto, no singular, como um método específico. Mas também aí, há uma diferença: tanto o método de projeto, como a metodologia de projeto consistem em processos específicos (método) ou no estudo e proposta desses processos (metodologia) – o Metadesign trata de um campo mais amplo, do qual faria parte tanto o conjunto dos métodos como seu estudo, a metodologia. (VASSÃO 2010)

Portanto, julgamos de suma importância para os processos de projeto, justamente definir o *design* do *design* previamente com os atuantes do processo. Acreditamos que é a partir da participação de todos os envolvidos no desenho das ações que o processo de projeto pode se tornar verdadeiramente colaborativo e que conceitos e qualidades desejadas possam ser previstos, programados e parametrizados. De modo complementar, seria interessante pensar os processos digitais de projeto não mais como resposta a demandas ou a soluções de problemas, mas sim como uma pergunta ou um conjunto de perguntas e questionamentos. São estas perguntas justamente, a base para a formulação e configuração dos parâmetros de projeto a serem incorporados em um sistema generativo que se proponha colaborativo.

De acordo com Celani (2011), um processo generativo pode ser utilizado visando à otimização (convergência) ou à variedade (divergência), por meio da geração de múltiplas alternativas. Os métodos generativos em geral utilizam procedimentos sistemáticos que incluem o uso de parâmetros e a avaliação de condicionais. Essas sequências de instruções precisas são chamadas de algoritmos e visam atingir os objetivos pré-definidos. Ainda segundo a pesquisadora, o conceito de sistema generativo de projeto acabou sendo associado aos programas de modelagem paramétrica, dando uma falsa impressão de que os sistemas generativos são algo novo e que os sistemas generativos necessitam obrigatoriamente ser implementados em computador, o que já ocorria em muitas situações de modo analógico. Celani (2011), a partir de Fischer e Herr (2001), propõe um esclarecimento sobre a questão (Figura 1):

Figura 1: Sistema Generativo



Fonte: Fischer e Herr, 2011.

Em vez do *designer* projetar diretamente o produto, o *designer* projeta um sistema que projeta o produto, ou seja, um sistema generativo. Este sistema não precisa ser necessariamente digital, mas é com a mediação digital que seu potencial para a ser mais explorado. No caso da arquitetura contemporânea, torna-se cada vez mais visível que a utilização de software generativos altera conceitualmente a questão da concepção projetual.

Em seu livro *Como arquitetos e designers pensam*, publicado em sua primeira edição em 1980, Bryan Lawson (2011) apresentava um exame histórico que abordava as modificações do modo como arquitetos e designers projetavam em um processo analógico, passando do ato de se projetar por meio de desenhos para se projetar com a ciência. Logo a seguir especulava possíveis futuros papéis destes projetistas, onde vislumbrava a possibilidade de um caminho equilibrado (entre uma visão que ele considera mais conservadora e outra revolucionária) que buscava a participação dos usuários nos processos de projeto (LAWSON, 2011). Posteriormente o autor procurava estabelecer um breve

olhar sobre as possibilidades que se abriam, na época, relacionadas às conversas com computadores. Esta é uma condição atual, que reflete os modos de vida atuais e o nosso paradigma tecnológico, e que se apresenta não apenas para o desenvolvimento dos processos digitais de projeto, mas também para o ensino de arquitetura e urbanismo. Acreditamos que uma revisão nos métodos seja extremamente necessária, no sentido de aproveitar as potencialidades tecnológicas disponíveis. Cabe retomar um célebre conceito de Mies van der Rohe, que dizia que a verdadeira arquitetura é sempre objetiva e é a expressão da estrutura inerente ao nosso tempo. E o espírito do nosso tempo aponta para o desenvolvimento do potencial criativo dos processos digitais de projeto.

3. PROJETO E EXPERIMENTAÇÃO: RETROALIMENTAÇÃO DOS PROCESSOS

O grupo de pesquisa *algo+ritmo*ⁱ da UFMS vem se dedicando desde o começo de 2013 ao estudo dos processos digitais de projeto e na verificação de suas diversas possibilidades de aplicação, especialmente em sala de aula no ensino de projeto de Arquitetura e Urbanismo. O grupo é coordenado pelos professores Gilfranco Alves e Juliana Trujillo do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e os princípios que orientam o grupo são fundamentados por participações e colaborações anteriores em outros grupos como o *Nomads.usp*ⁱⁱ e o *Hyperbody*ⁱⁱⁱ da TU Delft, assim como nos workshops da *Architectural Association (AA)* no Brasil.

O cenário que se apresenta indica que as possibilidades de construção de redes colaborativas entre pesquisadores, laboratórios e universidades estão cada vez mais se ampliando, seja a partir de congressos ou em ações diretas entre os agentes dessas redes. Do mesmo modo, o processo que começa a ocorrer em várias universidades demonstra o interesse pela montagem de laboratórios de prototipagem e fabricação digital (*FabLabs*), assim como a busca por profissionais com um perfil especializado na área de processos digitais de projeto. A possibilidade de utilização de vários tipos de equipamentos e *software* legalizados em versões educacionais, indica um movimento de atualização do ensino e da pesquisa voltados para processos de projeto a partir da mediação digital.

O curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMS vem, desde 2009, reformulando seu projeto pedagógico e sua matriz curricular. Aprovados pela instituição no final de 2014, iniciou sua implementação no 1º semestre de 2015. Este longo processo de discussão resultou em diversas mudanças. Um exemplo é a mudança das disciplinas relacionadas à mediação digital. Até o ano passado, as disciplinas Informática Aplicada aos Desenhos de Projeto I e II, locadas no 4º e 5º

períodos respectivamente, foram alteradas substancialmente. Além da atualização das ementas, essencial para o entendimento e potencialização dos processos digitais de projeto em arquitetura e urbanismo, as disciplinas Representação e Criação Digital I e II foram reestruturadas e locadas no 1º e 2º períodos, primeiro ano do curso. Estas disciplinas caracterizam-se essencialmente por abordarem, não apenas às questões de representação, mas também à performance aplicada na programação de sistemas generativos, e, portanto, resultam em disciplinas mais voltadas à compreensão e ao aprofundamento dos processos digitais de projeto.

No que diz respeito às redes colaborativas, um exemplo significativo de colaboração foi experiência que ocorreu na ação conjunta entre Nomads.usp e *algo+ritmo* em junho de 2014, a partir da proposta de concepção e produção de modelos digitais e físicos dos alunos da disciplina de Informática Aplicada aos Desenhos de Projeto II do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMS, com a utilização do laboratório de fabricação digital do Nomads.usp.

O exercício [*parklets*] envolveu processos digitais de projeto, com a utilização de *design* paramétrico e fabricação digital. De acordo com a definição do site Gestão Urbana SP^{iv}, os *parklets* são extensões temporárias da calçada que promovem o uso do espaço público de forma democrática, permitindo à comunidade construir seu próprio espaço de convívio, resgatando as narrativas locais, melhorando a paisagem urbana e transformando espaços em lugares melhores para se viver e conviver. A partir deste conceito proposto para São Paulo/SP, foram sugeridas pelos acadêmicos da UFMS algumas adaptações para a cidade de Campo Grande e dez projetos foram prototipados em escala 1/20, com a orientação da equipe de professores da USP (Figuras 2 e 3).

Figura 2: Acadêmicos da UFMS trabalhando no IAU/USP



Fonte: Autores, 2014.

Figura 3: Corte dos protótipos.



Fonte: Autores, 2014.

Após a capacitação realizada por pesquisadores do Nomads.usp, o processo de montagem foi feito em Campo Grande/MS (Figura 4 e 5).

Figura 4: Montagem dos protótipos



Fonte: Autores, 2014.

Figura 5: Modelo digital e protótipo em escala 1:20



Fonte: Autores, 2014.

Assim, finalizada a primeira etapa da experimentação realizada não apenas no âmbito da disciplina, mas também na parceria institucional que se deu entre UFMS e USP, outra etapa em sequência foi realizada pelo *algo+ritmo* a partir de alguns questionamentos básicos relacionados ao conceito do projeto visando a evolução de seu *design*: Como estimular e promover a participação das pessoas em processos que possibilitem a produção de espaços arquitetônicos urbanos contemporâneos? Seria possível desenhar uma ação coletiva para o espaço coletivo? Seria o *parklet* um motivador para a produção de um espaço democrático a ser apropriado pela população? Estas perguntas serviram então de *inputs* para a definição dos parâmetros que foram utilizados para o desenvolvimento de uma proposta unificada.

A premissa inicial foi a de que as vagas de automóveis aos serem substituídas por espaços para pedestres, poderiam contemplar uma série de atividades que deveriam qualificar o espaço público e promover a apropriação dos pedestres, utilizando estes espaços que em princípio seriam apenas de passagem, para permanência e usufruto de algum tipo de experiência. Após uma série de estudos, definiu-se que o *parklet* iria prever um espaço de sentar, um pequeno espaço de atividades culturais (*pocket space*) e um espaço para bicicletário (Figura 6).

Figura 6: Projeto do *Parklet* – espaço para pequenos eventos culturais, banco e bicicletário.



Fonte: Autores, 2014.

A área total corresponderia à área utilizada por dois automóveis estacionados, ou 10,00m x 2,40m, o que direcionou o projeto para otimização de um espaço compacto e otimizado e que consequentemente levou a parametrização de uma espacialidade contínua e fluida, que constituísse o banco, o bicicletário e o *pocket space* para pequenos eventos culturais. As diretrizes para escolha de possíveis locais para implantação do *parklet* apontam para a frente de pequenos estabelecimentos comerciais, como bares, padarias, lanchonetes, etc., de modo a promover a integração entre os espaços públicos e privados (Figura 7)

Figura 7: Simulação de implantação do *Parklet* em frente a uma padaria.



Fonte: Autores, 2014.

Esta localização também incentiva a apropriação do *parklet* em um primeiro momento, o que consideramos ser um momento estratégico e educativo, para o entendimento e apoio à proposta. Porém destacamos que os *parklets* podem ser implementados em qualquer ponto da cidade, o que certamente traria muitos benefícios para todos e promoveria um reequilíbrio de forças entre pedestre e automóveis nas prioridades e agendas das questões urbanas. Este contexto de experimentações e de ampliação das possibilidades projetuais suscita outra importante questão que o artigo gostaria de destacar: a de que os processos digitais de projeto trazem consigo

responsabilidades, tanto em nível acadêmico, como também em uma esfera de atuação profissional que repercute no nível sociocultural. As discussões estão ainda em fases iniciais, mas algumas ações já estão sendo realizadas e percebemos alterações significativas em relação às abordagens possíveis de serem adotadas, que por consequência, influenciarão e serão influenciadas por nossas comunidades e nossas cidades.

4. CONCLUSÕES

Em primeiro lugar, é preciso considerar que os modelos tradicionais de processos de projeto a partir da representação pelo desenho eram baseados em conhecimento implícito, ao invés de explícito, e muitas vezes, essa falta de explicitação do processo era associada com intuição e criatividade. Já em um processo digital de projeto, a explicação dos processos cognitivos é baseada na nossa capacidade de desenhar o processo, de programar, de implementar e interagir com representações, estas atualizadas sob a forma de parâmetros e algoritmos, e que deverão ser bem formuladas do ponto de vista de explicitar as informações.

Esta mudança de atitude em relação ao desenho da ação, ou de design do design, que como estudamos é definida por alguns autores como *metadesign*, leva a um procedimento de pré-configuração de parâmetros que irão definir o projeto. De modo complementar, a utilização de um método generativo, permite a concepção de um sistema que pode calcular e avaliar o design em níveis mais objetivos em direção à performance, e cada vez menos em relação à sua capacidade de representar abstrações.

Por fim resta destacar que os processos digitais não estão afastando o ambiente digital da realidade física. Pelo contrário, retomam a capacidade dos arquitetos de retroalimentar a teoria e a prática e definem um sistema contínuo onde as experimentações de modelagem e simulações acabam por se manifestarem fisicamente através da prototipagem e da fabricação digital. Isso indica o quanto os procedimentos ligados ao ensino de projeto devem ser atualizados e precisam incorporar tais abordagens para uma constante e permanente atualização.

5. AGRADECIMENTOS

À FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo;

À USP, Universidade de São Paulo;

À UFMS, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul;

Ao Nomads.usp, em especial aos seus coordenadores, Marcelo Tramontano e Anja Pratschke;

À toda a equipe de pesquisadores do *algo+ritmo*.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, Gilfranco Medeiros. Entrevista com Kas Oosterhuis. *Conversa sobre o Hyperbody, arquitetura interativa, design paramétrico e processos de projeto e de produção contemporâneos*. Entrevista, São Paulo, ano 14, n. 054.01, Vitruvius, maio 2013 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/14.054/4758>>.

ALVES, Gilfranco. *Cibersemiótica e Processos de Projeto: Metodologia em Revisão*. São Carlos, 2014. Tese (doutorado), Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU), Universidade de São Paulo (USP).

CELANI, Gabriela. *Algorithmic Sustainable Design. Uma visão crítica do projeto generativo*. Resenhas Online, São Paulo, ano 10, n. 116.03, Vitruvius, ago 2011 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/10.116/3995>>.

DE MORAES, Dijon. *Metaprojeto: o design do design*. São Paulo, Blücher, 2010.

FABRICIO, Márcio; MELHADO, Silvio. O processo cognitivo e social de projeto. In: Doris C. C. Kowaltowski; Daniel de Carvalho Moreira; João R.D. Petreche; Márcio M. Fabricio. (Org.). *O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia*. 1ed. São Paulo: Oficina de textos, 2011, p. 57-63

LAWSON, Bryan. *Como Arquitetos e Designers Pensam*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

OXMAN, Rivka. *Theory and design in the first digital age*. Haifa: Faculty of Architecture and Town Planning Technion, 2006.

PASK, Gordon. The architectural relevance of cybernetics. In: *Architectural Design*. London, 1969.

VASSÃO, Caio Adorno. *Metadesign: ferramentas, estratégias e ética para a complexidade*. São Paulo: Blucher, 2010.

WOODBURY, Robert. *Elements of Parametric Design*. New York: Routledge, 2010.

NOTAS

ⁱ <https://www.facebook.com/AlgoRitmo.ufms>

ⁱⁱ <http://www.nomads.usp.br/>

ⁱⁱⁱ <http://www.hyperbody.nl/>

^{iv} <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/parklets/>