



## O DESIGN PARAMÉTRICO COMO FERRAMENTA PROJETUAL NA ARQUITETURA E URBANISMO

*Parametric design as a projectal tool in architecture and urbanism*

MAIDANA, Alisson Costa<sup>1</sup>; MATOS, Renan Julio Antunes<sup>2</sup>; BRUNHAUSER, Magali Letícia<sup>3</sup>; SOARES; Suelin Luana Reichardt<sup>4</sup>; SILVA, Mateus Veronese Corrêa<sup>5</sup>;

**Resumo:** O computador facilita bastante a vida das pessoas nas mais diversas áreas, na Arquitetura e Urbanismo isso não é diferente. O processo de projeto passou de manual, com esquadros, lápis e papel, para o indispensável CAD, mas a tecnologia está em constante evolução e os softwares do tipo CAD já foram superados e o básico a se saber atualmente são os do tipo BIM. A partir do surgimento dos softwares de programação visual, junto com as ideias de projeto generativo, o computador vai passando de ferramenta para um co autor do projeto. O presente artigo trata da questão da mudança de status do computador e mostra um exemplo experimental do uso do plug-in Dynamo para Revit.

**Palavras-chave:** Evolução Tecnológica. Programação visual. Softwares. Design Paramétrico.

### Abstract:

The computer greatly facilitates the lives of people in the most diverse areas, in Architecture and Urbanism this is no different. The design process went from manual, with squares, pencils and paper, to the indispensable CAD, but the technology is constantly evolving and CAD-type softwares have already been overcome and the basic thing to know today are the BIM type. From the emergence of visual programming software, along with the ideas of generative design, the computer goes from being a tool to a co-author of the project. This article addresses the issue of changing computer status and shows an experimental example of using the Dynamo plug-in for Revit.

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unicruz. E-mail: alisson-maidana@hotmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unicruz. E-mail: rjulio602@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unicruz. E-mail: brunhausermagali2@gmail.com

<sup>4</sup> Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Unicruz. E-mail: suelinluana@gmail.com

<sup>5</sup> Professor do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ), Mestrando do Programa de Pós-Graduação Profissionalizante em Patrimônio Cultural pela Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ). E-mail: mateusdg@gmail.com



**Keywords:** Technological evolution. Visual programming. Software. Parametric Design.

## INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia permite aos seres humanos uma maior facilidade em relação a vários aspectos da vida, principalmente para diminuir os esforços para a realização de tarefas. Seja através da utilização de ferramentas como uma pá ou uma retroescavadeira para cavar, de métodos de locomoção como o automóvel ou o avião para diminuir o tempo de deslocamento de pessoas e objetos, ou equipamentos que auxiliam na resolução de problemas, como calculadoras e computadores (BRAIDA; COLCHETE FILHO; MAYA, 2018).

Na arquitetura e urbanismo, isso não é diferente. O desenvolvimento da perspectiva linear, por Brunelleschi no século XIV (LANCINI, 2014), por exemplo, permitiu aos arquitetos a previsão da forma e dos aspectos do edifício a ser construído, através de cálculos e desenhos precisos. Posteriormente, com a revolução industrial e o desenvolvimento de novos materiais e métodos, o processo de projeto passa por novas modificações, mas nenhuma se compara com o advento do uso dos computadores como ferramentas ativas de desenvolvimento. Além disso, sua introdução influenciou as relações humanas, através de softwares que auxiliam no desenvolvimento de tarefas, devido à quantidade infinitamente maior de cálculos realizado por seu processamento, em comparação com a mente humana.

A partir da introdução dos computadores no cenário industrial, o computador começa a ser utilizado como ferramenta na arquitetura, como parte do processo de realização de projetos arquitetônicos, uma vez que apresenta inúmeras vantagens se comparado a realização do desenho técnico feito de forma manual. A introdução da plataforma Computer Aided Design - CAD, ou Desenho assistido por computador (DAC), nos anos 80 passa a ser amplamente difundido pelos profissionais sendo ainda muito utilizado no cenário atual. Com a difusão desta tecnologia, o computador se torna dessa forma, uma ferramenta que contribui para a diminuição do tempo despendido à realização de projetos de arquitetura, uma vez que, entre outras coisas, diminui os retrabalhos dos projetistas, frente as constantes alterações inerentes ao processo projetual (POLONINI, 2014).



As mudanças na tecnologia de desenvolvimento de projeto passaram a ser modificadas na década de 80, com o desenvolvimento do Building Information Modeling – BIM, ou Modelagem da Construção Através da Informação. Esta tecnologia proporciona que os projetos não sejam apenas representações gráficas, mas uma simulação do edifício a ser construído, apresentando maior fidelidade, incluindo parâmetros informativos de todos os materiais e métodos utilizados na construção. Além disso, a plataforma BIM proporciona o gerenciamento durante e após a construção do edifício, centralizando um grande número de informações em um único local.

Com o surgimento da plataforma BIM e de seu desenvolvimento estar diretamente relacionado a parâmetros computacionais, os computadores, por terem grande capacidade de processamento de variáveis complexas, permitiram o surgimento de ferramentas que permitiram a manipulação dos parâmetros desenvolvidos, de forma a agilizar e aumentar a produtividade. Estas ferramentas, possibilitam o uso de conceitos de modelagem generativa, que além de possibilitar a otimização dos trabalhos, faz o que antes muito difícil.

Os parâmetros como a posição do sol, a quantidade de aberturas, a ventilação, e outros aspectos relacionados ao edifício, são utilizados pelo computador, por exemplo, para gerar alternativas de formas para o melhor aproveitamento da luz natural e conseqüente menor uso de condicionadores de ar, aliando estética e funcionalidade definidos por algoritmos criados pelos próprios arquitetos.

Desta forma, o presente artigo busca demonstrar a possibilidade do design paramétrico no desenvolvimento de painéis de fachada complexos, onde o computador passa atuar não apenas como uma ferramenta de elaboração do processo projetual, mas como um “co-autor”(MELLO, 2017) .



## **METODOLOGIA DE PESQUISA**

A pesquisa foi realizada através de artigos, sites e livros, tendo por base desses recursos, introduz o assunto com caráter de revisão bibliográfica. De modo que não busca nenhuma hipótese inovadora, mas por meio desse artigo, analisa fatos expostos por outros autores buscando entender melhor os novos modos de projetar arquitetura e ainda propõe um experimento de geração de uma fachada fictícia com os softwares Dynamo e Revit.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A utilização de linguagem paramétrica para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e urbanístico possui uma estreita relação com a evolução das tecnologias da plataforma BIM. Uma vez que nela existam objetos que possuem variáveis que influenciam na sua geometria, seja com dimensões, materiais, fórmulas matemáticas, etc, chamados de parâmetros. Em outras palavras, existe um modelo base de objeto, como uma mesa, uma porta, um piso, com as possibilidades de mudança de seus atributos através dos parâmetros criando os tipos diferentes para cada modelo.

Ao processo de se ter objetos com variáveis manipuláveis pelo usuário, dá-se o nome de parametrização, e tais objetos são chamados de objetos paramétricos. No caso da arquitetura isso pode incluir as dimensões, materiais, transmitância térmica, transparência, camadas de revestimentos, relações entre dimensões, dados de identidade, fabricante, custo, etc. de qualquer elemento construtivo do projeto (MELLO, 2017).

O uso de parâmetros para a definição da geometria dos objetos, já vinha sendo usado há muito tempo, de forma intuitiva, desde o uso das pranchetas pelos projetistas, ou através do uso na plataforma CAD. A ideia do design paramétrico já vem de meados dos anos 80, mas apenas recentemente a sua realização vem sendo possível, devido a principalmente ao poder de processamento dos computadores, que permite visualização, quase imediata, das possibilidades formais derivadas das alterações dos parâmetros e do imenso volume de dados processados (LANCELLE, 2018).

As ferramentas de desenho paramétrico surgiram como forma de superar os limites impostos pelos softwares de modelagem disponíveis. Atualmente, o software mais utilizado é



o Rhinoceros, onde a modelagem paramétrica é possível através de extensões como o Grasshopper 3D, Ladybug, Honeybee, entre outros. Sua vinculação a plataforma BIM acontece com os dois principais softwares do mercado ARCHICAD, produzido pela Graphisoft e o Revit, pela Autodesk (PENALVA, 2017).

O design paramétrico possibilita a automação de rotinas repetitivas e trabalhosas, uma vez que é possível criar as instruções para os programas seguirem determinando dos passos necessários. Em outras palavras, é possível, por exemplo, exportar imenso volume de dados existentes, em algum projeto, para uma tabela do Excel, organizadas do modo preferível com apenas alguns cliques.

Um uso mais complexo dos plug-ins vem de conceitos, já mais antigos e que agora se tornam possíveis, que usa os computadores para a criação de edifícios através de parâmetros previamente escolhidos buscando, por exemplo, a forma ideal para o melhor aproveitamento da luz natural ou auxiliar na forma que apresenta o menor custo (BRITO; FERREIRA, 2017), por exemplo, que são chamados de sistemas generativos.

Sistemas generativos são algoritmos, ou processos baseados em regras, que a partir dos quais várias soluções podem ser criadas. As regras de um processo generativo incluem parâmetros variáveis que, quando aplicados a um modelo inicial é possível derivar um vasto leque de configurações orientadas para os objetivos de Projeto (FASOULAKI, 2008).

O processo generativo possui diferentes tipos de controle desde os processos totalmente automatizados até os de controle manual. A forma do objeto sempre fomentou a discussão histórica na teoria e na prática da Arquitetura, contudo após a implementação destes sistemas, a exploração e a inovação formal ganhou uma grande preponderância na produção arquitetônica contemporânea. Destacam-se: Cellular Automata, L-systems, Fractais, Diagramas de Voronoi e Gramáticas de Forma (SANTOS, 2009).

Os algoritmos organizam ações, variáveis utilizando estruturas condicionais. Estas estruturas permitem criar ciclos repetitivos associados a processos de decisão entre outros. A estrutura condicional é graficamente visível e utiliza variáveis e operações definidos explicitamente para obter resultados. Através dos conceitos matemáticos é possível gerar formas de fachadas e coberturas e qualquer outro local do edifício, alterando os valores dos parâmetros de acordo com a intenção plástica do arquiteto (HENRIQUES, 2016 p.11).



O projeto do Estádio *Bird-nest* projetado por Herzog & Meuron na China (2002-8), foi desenvolvido com o auxílio do design algorítmico para geração, simulação, preparação da informação e fabricação digital das estruturas da edificação. Sem a sua utilização este projeto dificilmente seria possível, sendo inviável a concepção e a construção devido ao tempo e recursos necessários (HENRIQUES, 2016 p.11).

Figura 01- Bird-nest



Fonte: Arch20.

Os sistemas generativos também podem ser baseados na lógica, destacando-se nesse item as gramáticas de diferentes tipos como os sistemas de produção de Post, a gramática gerativa de Chomsky, as pattern grammars de Fu e as shape grammars de Stiny. Inclui-se também os sistemas que usam operações lógicas, como operações de simetria, combinatória, parametrização, e teoria dos grafos. Além disso, podem ser baseados na biologia, que são os denominados algoritmos evolutivos, os autômatos celulares e os sistemas auto-organizados e os fractais fazem parte desse tipo, esses últimos inspiram-se em formatos existentes na natureza (KNIGHT, 2011 apud CELANI; VAZ; PUPO, 2013).

Como exemplo do uso dessa tecnologia pode-se citar o Projeto do escritório da Autodesk em Toronto, e o edifício MaRS projetado pelo estúdio de arquitetura The Living, onde os dados foram obtidos a partir de relato dos funcionários, sendo usados como variáveis do projeto e manipulados pelos algoritmos gerando desse modo uma infinidade de resultados (MELLO, 2017).



A SUBdV Arquitetura desenvolveu um projeto de uma fábrica de brinquedos em Taboão da Serra, São Paulo, mostrando as vantagens dessa tecnologia. A elaboração da planta dos volumes foi realizada com a computação paramétrica, simulação ambiental e fabricação digital, com o método High Low que trouxe melhorias na fachada proporcionando um maior conforto ambiental (ARQUITETURA..., 2015).

Figura 02- Fachada da fábrica



Fonte: Archdaily, 2017.

É possível ainda vincular o design paramétrico ao urbanismo. Fundamentando-se nos sistemas de desenho paramétrico, nos quais conforme Silva e Amorim “são os parâmetros de um determinado objeto que são declarados e não a sua forma”, ou seja, o foco não é a forma em si, mas os parâmetros que a geram. Os sistemas paramétricos possibilitam ainda gerar, rapidamente, diferentes alternativas de desenho a partir da simples alteração de valores de um parâmetro particular, permitindo deste modo a geração de diferentes cenários arquitetônicos e urbanos para serem posteriormente avaliados, facilitando a tomada de decisão durante o processo de criação (SILVA; AMORIM, 2010).

Neste sentido, como forma de demonstrar as possibilidades do design paramétrico, propôs-se o desenvolvimento experimental de um modelo de painel complexo para a fachada de uma edificação fictícia. O objetivo foi a obtenção do controle da entrada de luz através da inserção de parâmetros para definição da porcentagem de abertura desejada no painel. O código em questão foi desenvolvido no software Dynamo, na versão 2, e Revit, na sua versão

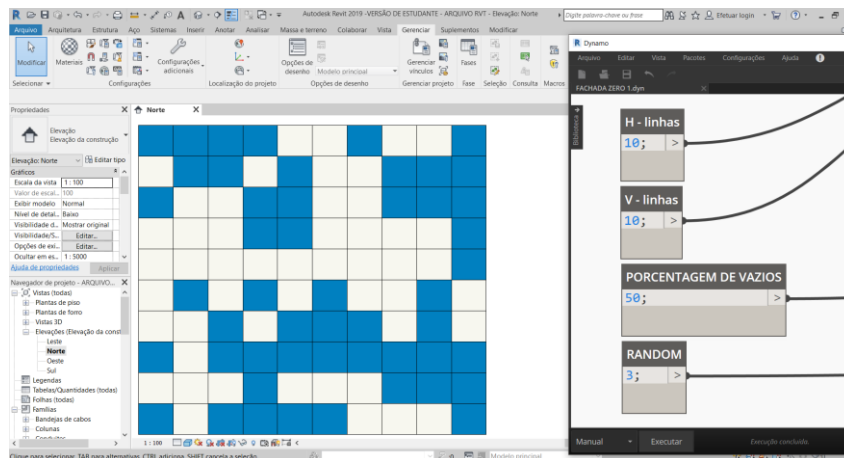


2019, onde a ideia era instanciar objetos fictícios, alternando entre elementos transparentes e opacos, em forma aleatória definida pelo código.

Para a criação do código foi previamente modelado o elemento base do componente, um paralelepípedo criado com o modelo de família do tipo adaptativa do Revit, apenas para fins de representação, com um parâmetro de material específico.

O funcionamento se dá da seguinte forma: o primeiro passo é a seleção da superfície para instanciar os objetos, a partir dela há uma função dentro do código onde gera uma malha com a quantidade de linhas horizontais verticais definidas pelo usuário. A rotina então pega o total de elementos que a malha vai conter, calcula o número de elementos opacos e translúcidos, baseados no valor previamente escolhido pelo usuário, junta tudo e randomiza com uma função que pede um parâmetro numérico para gerar diferentes randomizações. Cada posição da malha recebe o valor de zero ou um. O último passo é a própria inserção dos blocos em suas posições, conforme a ordem estabelecida.

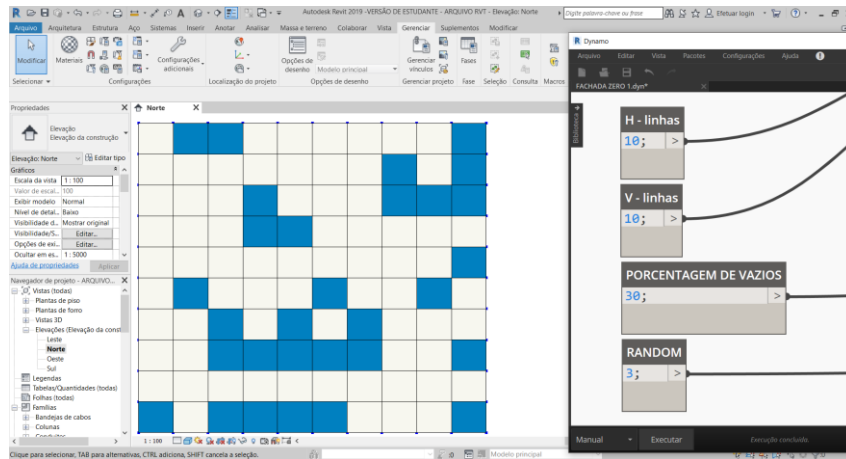
Figura 03 - Dynamo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

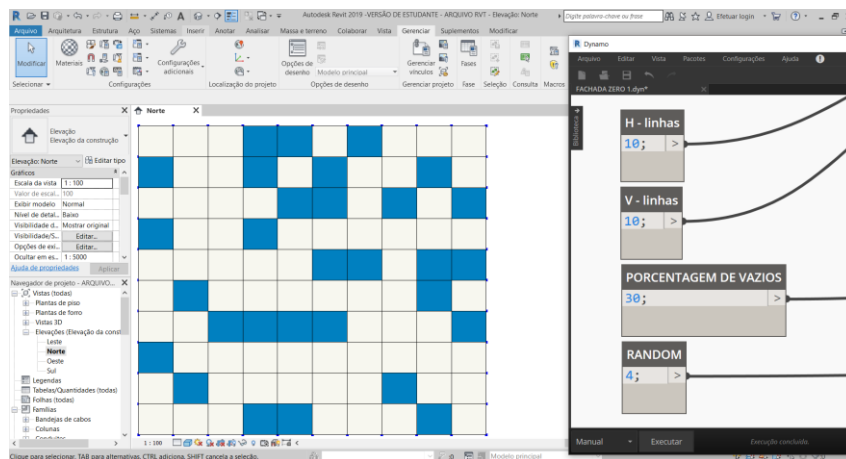
Figura 04 - Dynamo





Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Figura 05 - Dynamo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Com isso, o usuário deve apenas escolher os valores da quantidade de elementos horizontais e verticais, nas figuras 3, 4 e 5 aparecem com o nome de “H – linhas” e “V – linhas”, a porcentagem de área translúcida chamada nas figuras de “PORCENTAGEM DE VAZIOS”, e o último chamado “RANDOM”, que no caso de querer outra ordem dos elementos é necessário apenas colocar outro número.

É possível ter o mesmo resultado do experimento com a inserção manual dos elementos, mas, com a sua realização, é possível notar a imensa facilidade e praticidade para se elaborar diferentes desenhos e formas, em comparação com a inserção manual dos



elementos, uma vez que a única necessidade é elaborar a rotina e depois inserir os valores para chegar ao resultado desejado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forma como projetamos atualmente está sofrendo alterações significativas e para que possamos nos adaptar a essas mudanças temos que encarar de uma maneira diferente e o computador não poderá mais ser visto como uma simples ferramenta para elaborar projetos. A arquitetura paramétrica desenvolve plantas baseado em referências como carta solar e ventos predominantes que são estudados pelo programa produzindo formas geométricas, por exemplo.

As tecnologias paramétricas, que tem mantido a Modelagem da Informação da Construção, são muito importantes no desenvolvimento do Projeto generativo uma vez que os algoritmos determinam diversas opções de projeto mostrando os passos e os métodos que deverão ser seguidos dando origem à geometria, cujos valores variam sustentando essas regras e modificando os resultados.

Os sistemas generativos de projetos fazem com que os computadores transformam-se em parceiros de projetos devido à eficiência em operar uma série de dados proporcionando tais abordagens. O projeto generativo fundamenta-se nos resultados que se pretende atingir através de parâmetros e algoritmos verificando várias possibilidades e inúmeras soluções viáveis podendo dessa forma escolher o melhor caminho a seguir. Com esse método, o projetista conta com mais oportunidades e ferramentas para executar o seu trabalho.

O computador realiza operações matemáticas rapidamente e isso torna possível a execução de edificações mais complexas. Esse tipo de edificação tem atraído a atenção dos futuros arquitetos. Percebe-se, com o experimento realizado, que o uso de rotinas para gerar as formas ou desenhos traz uma facilidade e praticidade muito grande se comparado com o manualmente confirmam a tese.

A produtividade é o principal fator a se levar em consideração, uma vez que foi verificado que as mudanças necessárias nas etapas de projeto e definição de partido são muito menos trabalhosas necessitando apenas da mudança dos parâmetros e clicando para a rotina



fazer o trabalho. Isso se aplica a todos os tipos de aplicação possíveis a esses plug-ins de modelagem.

Deste modo, os softwares como o Dynamo ou o Grasshopper são grandes aliados aos arquitetos, já que através deles é possível determinar a forma através de formulas com seus parâmetros variando de acordo com o gosto de cada usuário. Mas não apenas isso, a coautoria do computador na arquitetura se torna presente e todos os benefícios de seu uso vem junto como a praticidade, a produtividade, definindo por consequência o modo como se encara o uso do computador na concepção projetual.

## REFERÊNCIAS

BRAIDA, Frederico; COLCHETE FILHO, Antonio; MAYA, Patricia. **Inovações tecnológicas na Arquitetura e no Urbanismo: desafios para a prática projetual.** Disponível em: <[http://www.ufjf.br/frederico\\_braida/files/2011/02/2006\\_Inovações-tecnológicas-na-Arquitetura.pdf](http://www.ufjf.br/frederico_braida/files/2011/02/2006_Inovações-tecnológicas-na-Arquitetura.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2018.

BRITO, Bruno L. de; FERREIRA, Emerson A. M.; Costa, Dayana B. **Estimativas de custos com base em BIM e algoritmos generativos para decisões de projeto.** 2017. Disponível em: <[http://marketingaumentado.com.br/sbtic/files/2017/paper\\_60.pdf](http://marketingaumentado.com.br/sbtic/files/2017/paper_60.pdf)> Acesso em: 20 ago. 2018.

CELANI, Gabriela; VAZ, Carlos; PUPO, Regiane. **Sistemas generativos de projeto: classificação e reflexão sob o ponto de vista da representação e dos meios de produção.** 2013. Disponível em: <<http://rbeg.net/artigos/artigo2.pdf>>. Acesso em 21 de agosto 2018.

FLORIO, Wilson. **Modelagem paramétrica, criatividade e projeto: duas experiências com estudantes de arquitetura.** 2011. Disponível em: <[www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/download/51010/55077/0](http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/download/51010/55077/0)> · Arquivo PDF >. Acesso em: 18 de agosto 2018.

HENRIQUES, Gonçalo de Castro. **Arquitetura algorítmica: Técnicas, processos e fundamentos.** Disponível em < <https://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-4/SESSAO%2039/S39-00-HENRIQUES,%20G.pdf>> Acesso em 25 de ago. 2018.

INTERVENÇÕES ARQUITETÔNICAS. **Arquitetura paramétrica.** 2013. Disponível em: < <http://intervencoesarq.blogspot.com/2013/06/arquitetura-parametrica.html>>. Acesso em: 19 de agosto 2018.



LANCELLE, Luis. **Iluminação e modelagem paramétrica**. Disponível em: <[https://www.lumearquitetura.com.br/lume/Upload/file/pdf/Ed67/At%20-%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20e%20modelagem%20param%C3%A9trica%20ed\\_67.pdf](https://www.lumearquitetura.com.br/lume/Upload/file/pdf/Ed67/At%20-%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20e%20modelagem%20param%C3%A9trica%20ed_67.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2018.

LANCINI, Giulia Carvalho. **Brunelleschi e o Desenho de arquitetura**, 2014. Disponível em: <<https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/nelac/wp-content/uploads/2015/01/Relatorio-final-Brunelleschi-e-o-desenho-arquitetonico.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

MAPA DA OBRA. **Arquitetura paramétrica é uma opção sustentável para fachadas de bloco de concreto**. 2015. Disponível em: <[www.mapadaobra.com.br/negocios/arquitetura-parametrica-conheca-as-vantagens/](http://www.mapadaobra.com.br/negocios/arquitetura-parametrica-conheca-as-vantagens/)>. Acesso em: 20 de agosto 2018.

MELLO, Bianca Ricardo de. **Do projeto paramétrico ao projeto generativo – parte 1: o que é projeto generativo**. 2017. Disponível em: <<http://blogs.autodesk.com/mundoaec/projeto-generativo-parte-1/>>. Acesso em: 20 de agosto 2018.

MELLO, Bianca Ricardo de. **Do projeto paramétrico ao projeto generativo – parte 2: projeto algorítmico e dynamo**. 2017. Disponível em: <<http://blogs.autodesk.com/mundoaec/projeto-generativo-parte-2/>>. Acesso em: 20 de agosto 2018.

PENALVA, Adônis. **O que é design paramétrico e por que você deve aprender sobre isso**. 2017. Disponível em: <<https://carreiradearquiteto.com/2017/02/08/o-que-e-design-parametrico-e-porque-voce-deve-aprender-sobre-isso/>>. Acesso em: 19 de agosto 2018.

POLONINI, Flavia Biccass da Silva. **A modelagem paramétrica na concepção de formas curvilíneas da arquitetura contemporânea**. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/15339/1/Mestrado-Flavia%20Biccass-2014.pdf>>. Acesso em 25 ago. 2018.

SANTOS, Luís Filipe Batista Silveira dos. **Sistemas generativos de projecto: integração de ferramentas digitais no projecto de arquitectura aplicação ao caso de estudo: a casa pátio da Medina de Marrakech**. 2009. Disponível em: <[https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139490927/Dissertacao\\_Luis\\_48942.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139490927/Dissertacao_Luis_48942.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2018.



SILVA, R.C., AMORIM, L.M.E. **Urbanismo paramétrico: emergência, limites e perspectivas de nova corrente de desenho urbano fundamentada em sistemas de desenho paramétrico.** In V!RUS. N. 3. São Carlos: Nomads.usp. 2010. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus03/submitted/layout.php?item=2&lang=pt>>. Acessado em: 22/08/2018.

TRONCOSO, Ursula. **Com arquitetura paramétrica, SUBdV mistura tecnologia de projeção com assentamento manual de blocos de concreto em anexo de fábrica de brinquedos de Taboão da Serra, SP.** 2015. Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/252/com-arquitetura-parametrica-subdv-mistura-tecnologia-de-projetacao-com-assentamento-339066-1.aspx>>. Acesso em: 18 de agosto 2018.