

ARQUITETURA PARAMÉTRICA: O INFLUXO DA MODELAGEM 3D NA PRODUÇÃO ARQUITETÔNICA EM ARACAJU/SE

Josefa Gheovana de Souza Conceição¹

Simone Alves Prado Menezes²



RESUMO

O presente artigo tem como principal objetivo analisar a influência da modelagem paramétrica no meio arquitetônico contemporâneo da cidade de Aracaju, Sergipe, e entender as vantagens e limitações ao utilizar essas técnicas no processo projetual em alguns dos três escritórios mais influentes da capital. Analisou-se o desenvolvimento de projeto desde o conceito até a fase final de demonstração, sendo ele atualmente dado, principalmente, por meio do sistema BIM, que está em constante avanço no mercado arquitetônico como auxiliador do profissional. Observou-se a dinâmica dos escritórios por uma pesquisa de cunho exploratório-qualitativa ao analisar o tempo gasto na produção de um projeto com o auxílio de *softwares* 2D e 3D, além do levantamento de dados quanto aos tipos de *softwares* utilizados e do entendimento do projeto por outros profissionais, juntamente com uma análise pessoal sobre o uso do BIM, e o estudo indicou que esse é o sistema com uma enorme perspectiva para o futuro do projeto arquitetônico.

PALAVRAS-CHAVE

Arquitetura Paramétrica. Modelagem 3D. Processo Projetual. BIM.

ABSTRACT

The main objective of this paper is to analyze the influence of parametric modeling on the contemporary architectural environment of the city of Aracaju, Sergipe, and understand the advantages and limitations about choosing these techniques in the design process in some of the three most influential offices of the capital. It was analyzed the project development from the concept to the final phase of demonstration, and it is currently given, mainly, through the BIM system, which is constantly advancing in the architectural market as an aid to the professional. It was observed the dynamics of the offices through a research of exploratory-qualitative nature when analyzing the time spent in the projects' production with the help of 2D and 3D software, besides the data collection regarding the types of software used and the project's understanding by other professionals, along with a personal analysis on the BIM utilization, and the study indicated that this is the system with a huge perspective for the future of architectural projects.

KEYWORDS

Parametric Architecture. 3D Modeling. Design Process. BIM.

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em arquitetura paramétrica, logo associa-se às obras contemporâneas as quais possuem formas mais curvilíneas e ousadas, antes pouco exploradas pelos arquitetos. Como exemplo dessas obras, que geralmente são lembradas quando o assunto entra em pauta, estão as dos arquitetos Zaha Hadid e Frank Gehry, fortes nomes da arquitetura desconstrutivista que são referências no uso de *softwares* com princípios paramétricos.

Para entender a fundo o conceito de arquitetura paramétrica, Veloso, Scheeren e Vasconcelos (2017) apontam como um auxílio tecnológico para as ideias de concepção projetual.

O design paramétrico é um processo de design que requer a atribuição de definições explícitas que permitem um nível de controle por meio da indicação de relações entre as partes que podem ser editadas a partir de um conjunto de parâmetros - elemento variável e fator quantificável capaz de configurar um sistema de relações. (VELOSO; SCHEEREN; VASCONCELOS, 2017, p. 91).

De acordo com Alvarado e Muñoz (2012), os pioneiros ao utilizarem as técnicas da parametria na arquitetura foram Le Corbusier com o Pavilhão Philips, Frank Gehry com o El Peix e Nicholas Grimshaw com a Extensão da Estação Waterloo, sendo que

as tecnologias mais atuais de arquitetura paramétrica foram utilizadas por Gehry no El Peix, por meio do *software* CATIA. Porém, o primeiro uso profissional da parametria ocorreu na década de 1940, pelo arquiteto italiano Luigi Moretti, que utilizava as técnicas matemáticas antes mesmo do avanço da computação (STILES, 2006).

Depois da Segunda Guerra Mundial, houve um salto notável na tecnologia, prova disso é que quase 20 anos depois, em 1963, foi criado por Ivan Sutherland, do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), o possível primeiro *software Computer Aided Design* (CAD) com princípios paramétricos, chamado *SketchPad*, um editor gráfico ainda em fase de avaliação que acabou não comercializado em decorrência do alto custo dos computadores na época, mas que a ideia principal era basicamente a do sistema CAD atual, onde um conjunto de alterações resultava em um produto final (CELANI, 2003; BARRIOS, 2011; DAVIS, 2013).

Em 1988, com a criação da *Parametric Technology Corporation* por Samuel Geisberg, foi lançado o Pro/Engineer, um dos primeiros *softwares* de modelagem paramétrica a ir ao mercado (PAZINI, 2018), já que nessa mesma década, mais precisamente em 1982, surgiu a empresa Autodesk, responsável por alguns dos principais *softwares* mais usados atualmente por profissionais da área, principalmente o desenvolvimento dos *softwares* CAD, que tem suas fases de desenvolvimento explicadas por Souza (2009, p. 23):

Na primeira geração, o objetivo era automatizar e levar para o computador o processo de desenho até então realizado nas pranchetas. A segunda geração permitia a inserção de informações na terceira dimensão, possibilitando a obtenção de visualizações tridimensionais dos objetos. Os “softwares” da terceira geração surgiram efetivamente nos anos 80 e baseiam-se na associação de dados geométricos e não geométricos criando uma relação de parametrização e correlação de dados. (SOUZA, 2009, p. 23).

O surgimento do *Building Information Modeling* (BIM), levando em conta a afirmação de Souza (2009) e em relação aos *softwares* de terceira geração, tem sua explicação por Eastman (1974), que afirma ter havido a necessidade de um sistema que pudesse acompanhar o raciocínio tridimensional, já que desenhos são bidimensionais e, para que houvesse uma leitura melhor do projeto, era necessário pelo menos dois desenhos para representar um produto que possuísse três dimensões. Para essa representação, vem sendo desenvolvido desde então o BIM, que é considerado produto de terceira geração dos sistemas CAD, já que possui um conjunto de informações geométricas e não geométricas. A parte geométrica equivale ao avanço do CAD, e não geométrica se encaixa nas propriedades específicas do sistema BIM (KALE; ARDITI, 2005).

No Brasil, somente em 1994 os cursos de Arquitetura e Urbanismo ganharam obrigatoriedade pelo Ministério da Educação quanto ao ensino de informática aplicada e, ao analisar esse processo, Veloso, Scheeren e Vasconcelos (2017) afirmam:

A análise sobre a relação com o ensino em instituições no Brasil e em países nos quais esse processo está integrado há mais tempo nos currículos e atividades, demonstra que é necessário garantir a remodelação do formato das disciplinas e dos cursos para abranger as novas tecnologias e sistemas, com a ampliação do tempo dedicado para o ensino de sistemas BIM e paramétricos e a integração dos mesmos em disciplinas de projeto. Percebemos que poucos alunos de graduação se interessam pelo assunto a ponto de continuarem explorando a ferramenta e se aprofundando em seu aprendizado e aplicações. (VELOSO; SCHEEREN; VASCONSELOS, 2017, p. 17-18).

Com essa afirmação, entende-se que além da chegada desses sistemas no Brasil ter sido um pouco tardia, há a necessidade de renovação curricular para que haja uma integração maior entre o aluno e o sistema, já que muitos alunos acabam se desinteressando pelo assunto ao longo do curso, apesar do auxílio.

Com isso, a substituição das pranchetas pelo uso de sistemas de modelagem paramétrica traz tanto vantagens quanto limitações ao auxílio do conceito de projeto. Isso porque há uma praticidade maior na utilização da modelagem computacional, já que reduz o tempo gasto do profissional, além de aumentar a segurança na hora de projetar obras mais complexas, já que, como visto acima, são utilizados softwares com propriedades matemáticas e parâmetros pré-determinados.

Porém, surgem alguns aspectos a serem levados em consideração, sendo eles o fato do usuário não poder escolher com mais autonomia, em alguns casos, quais parâmetros ou seus tipos serão usados na criação projetual, e em outros casos, uma vez criado o modelo, esse não pode ser alterado por meio de mudanças dos parâmetros iniciais, sendo somente possível por meio de procedimentos realizados um a um pelo usuário, como é o caso de *softwares* que se encaixam dentro da tecnologia BIM (EASTMAN, 1999).

Segundo o Instituto de Tecnologia Zigurat (2018), existem atualmente quatro *softwares* de modelagem BIM para completar projetos colaborativos, sendo eles o *Revit*, da Autodesk, o *ArchiCAD*, da Graphisoft, o *Allplan*, da Nemetschek e o *AECOSim Building Designer*, da Bentley Systems, e dentre esses quatro, o *Revit* é o *software* BIM mais utilizado do mundo, seguindo respectivamente pelos outros três.

Assim, é perceptível o avanço e a influência da parametria nas obras arquitetônicas contemporâneas, e pode tanto incentivar a criatividade na hora de projetar, quanto limitar ao passar a ideia para o programa. O porquê, é que o processo de criação leva em consideração questões relacionadas ao conforto ambiental e a parametria atua também, auxiliando nessas questões, ajudando o profissional a criar uma modelagem para o projeto, visando não só estética, como também funcionalidade e segurança. Por isso, o presente artigo visa analisar e entender onde começam essas vantagens e limitações no processo projetual atual.

2 O USO DA ARQUITETURA PARAMÉTRICA NA ATUALIDADE

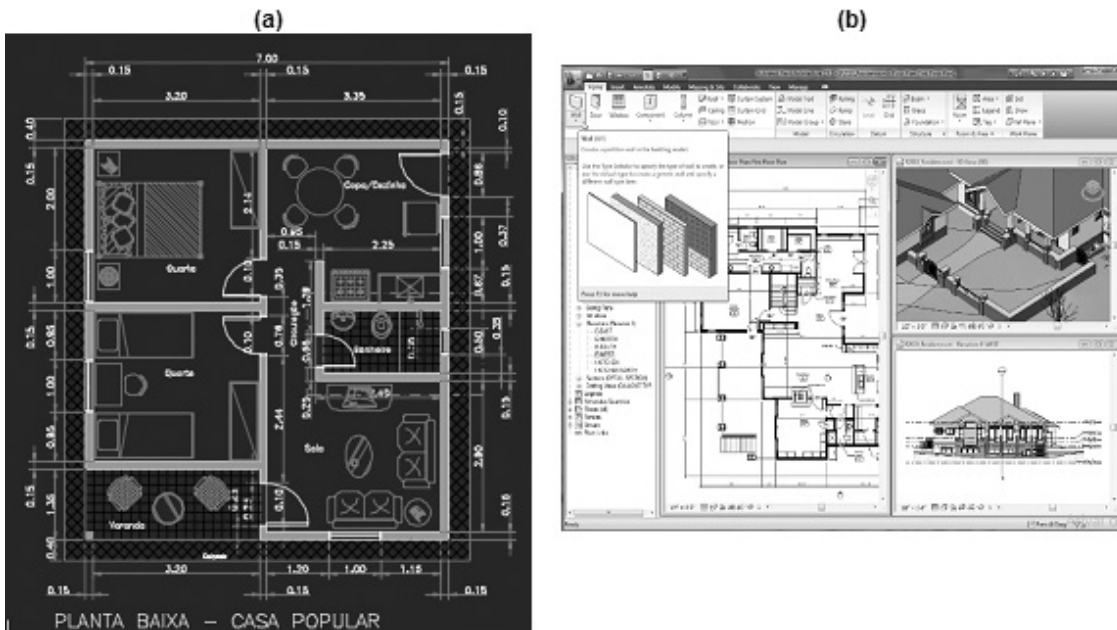
Para o desenvolvimento da pesquisa, foram visitados três escritórios de arquitetura da cidade de Aracaju, mais precisamente entre as zonas leste e sul. Os escritórios foram o Immobile Arquitetura, localizado no edifício Neo Office, no bairro Jardins, o Maynart Arquitetura e Construção, localizado no bairro 13 de Julho e o Oficina One, localizado no bairro Farolândia, os três com diferentes níveis de influência no meio arquitetônico e com atuação de mais de 10 anos no mercado, exceto o Oficina One, empresa mais recente com menos de 10 anos de mercado.

As informações entre os escritórios foram um tanto quanto padronizadas por trabalharem com os mesmos *softwares* e por dividirem as mesmas situações no mercado imobiliário atual. As três empresas normalmente trabalham com o AutoCAD na parte projetual e *SketchUp* na parte de perspectivas, porém, atualmente estão focando um pouco mais no *Revit* para criar o projeto desde o início, por ser um software mais completo. Contudo, apesar disso, ainda há uma dificuldade em deixar o CAD de lado por conta da facilidade em trabalhar desde o início da concepção projetual, sem que haja parametrização, já que quaisquer mudanças necessárias podem ocorrer ao longo do decorrer do projeto de forma sutil. No *Revit*, trabalha-se com todas as informações pré-determinadas antes mesmo de iniciar o projeto e caso precise de alguma modificação, possivelmente tem de mexer no projeto inteiro.

Para um melhor entendimento dessa situação, Expedito Junior, arquiteto e diretor da Immobile, exemplifica que, se um projeto for iniciado no *Revit* com parede de alvenaria e futuramente o cliente desejar mudar para uma parede de *drywall*, todo o projeto é perdido, tendo assim que iniciar novamente com as novas definições, pois a informação pré-delimitada foi diferente da atual. No CAD, isso não seria um problema, pois é possível fazer uma adaptação de forma mais rápida, sem interferir no andamento do projeto e no que já havia sido determinado (FIGURA 1).

Ou seja, utilizando o *Revit* é necessário começar as informações do início do processo construtivo, pois é como se montasse uma obra virtual (FIGURA 2), por isso deve haver uma sequência de atividades esclarecidas junto ao cliente, e se houver dúvidas, não é possível evoluir de forma segura. Já o CAD dá essa segurança, porque nele é feito o desenho do projeto para ganhar tempo enquanto o cliente define como quer construir.

Figuras 1 e 2 – Planta baixa no AutoCAD e Planta baixa/projeto completo no REVIT



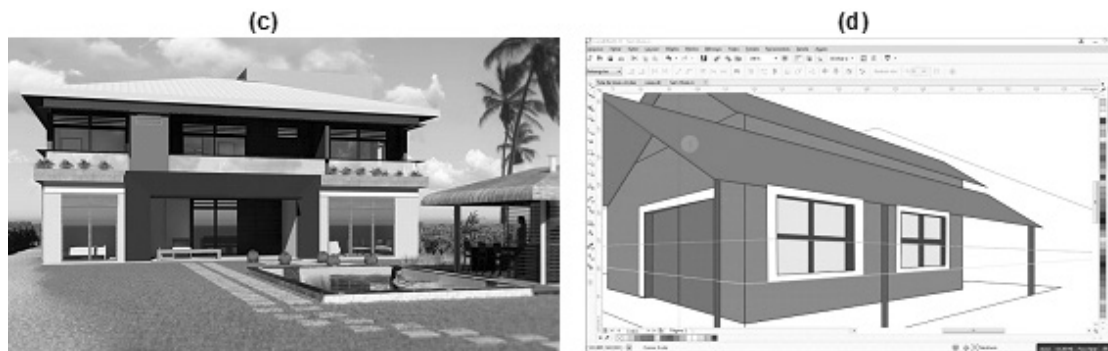
Fontes: (a) QualiCAD; (b) Malavida.

No AutoCAD, existe apenas o desenho do projeto, sem nenhuma especificação construtiva, já no *Revit*, há a especificação de todo o material que será utilizado na obra, como, por exemplo, o tipo de parede. Além de que, ao desenhar a planta, todos os outros elementos projetuais como fachadas, cortes e perspectiva já são gerados, a fim de facilitar o trabalho e fazer com que seja entendido com mais clareza.

Com relação à parte de imagem, as empresas utilizam mais de um programa além do *SketchUp* (FIGURA 3), sendo eles o *CoreIDRAW* (FIGURA 4) ou *Photoshop*, *3DsMax* e *Lumion*, sendo os dois últimos programas que proporcionam uma imagem mais realista do projeto, como visto nas Figuras 5 e 6 a seguir. Os escritórios visitados utilizam o *SketchUp* há, mais ou menos, 5 anos.

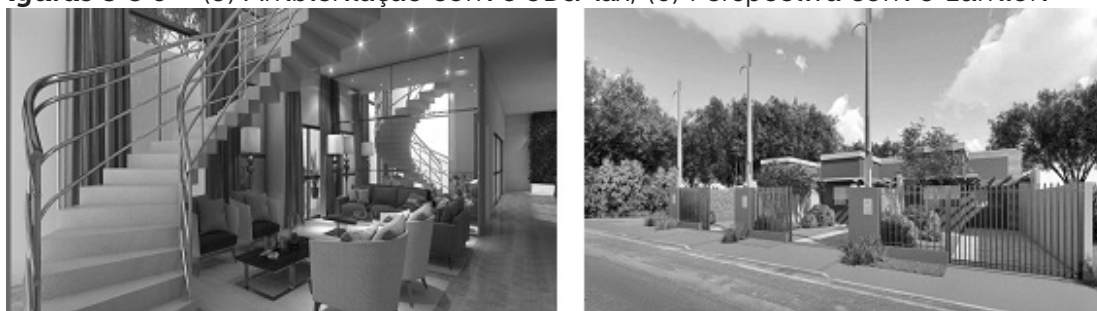
Antes disso, a parte de perspectiva era feita à mão livre ou utilizando o programa *CoreIDRAW*, que foi um dos primeiros a entrar para o mercado arquitetônico como ferramenta auxiliadora, parecido com o processo do CAD ao substituir as pranchetas. Era feita também a terceirização da parte de imagem do projeto, empresas especializadas em *Photoshop* eram contratadas para trabalhar com a perspectiva, porém, atualmente eles mesmos fazem em seus escritórios, depois de terem aderido ao *SketchUp* e se aprofundado mais nessa área.

Figuras 3 e 4 – (3) Perspectiva em *SketchUp* renderizada; (4) Processo de perspectiva no *CorelDRAW*



Fontes: (c) Maynard Arquitetura e Construção; (d) Captura via YouTube, canal Luciano Oliveira.³

Figuras 5 e 6 – (5) Ambientação com o 3DsMax; (6) Perspectiva com o Lumion



Fonte: A arquiteta.

Com o avanço da tecnologia e, principalmente, do uso de programas computacionais, o modo de projetar vem sendo cada vez mais modernizado e facilitado, pois é possível ver o projeto já pronto antes mesmo de construir. Toda a parte exterior e interior é levada ao cliente digitalmente como uma substituição das maquetes físicas, o que causa exatidão, agilidade e um realismo maior na visualização do projeto.

2.1 AS INFLUÊNCIAS DO BIM QUANTO À MODELAGEM 2D E 3D

Em se tratando do tempo gasto na concepção de um projeto, este varia muito dependendo do *software*. No CAD, tanto pelo costume quanto pelas definições de projeto mais adaptáveis, um projeto de condomínio Minha Casa Minha Vida, por exemplo, leva em torno de 15 dias até a conclusão. Já no *Revit*, o mesmo projeto levaria em torno de um mês e meio, justamente pelas predefinições necessárias. Porém, se for um projeto que esteja sendo repetido, em que já existam as informações de construção estabelecidas, em um tempo menor pode ser executado.

³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HaC7GWNuwKs>. Acesso em: 23 nov. 2019.

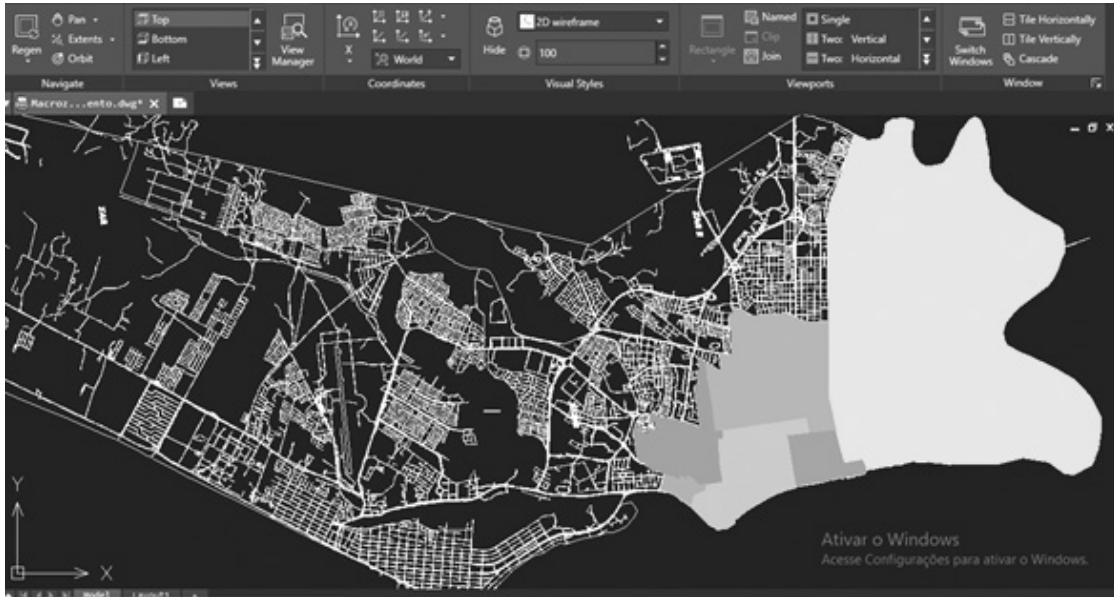
O motivo pelo qual o *Revit* ainda não substituiu totalmente o AutoCAD, mesmo sendo um software mais completo, é que o mercado ainda não está preparado para as configurações que o *Revit* exige, de determinar as definições construtivas antes do desenvolvimento do projeto. Pelo motivo da maioria dos clientes da Immobile e alguns da Maynard, por exemplo, serem construtoras, os arquitetos dependem das informações passadas por elas, por isso é mais difícil de elaborar um projeto no *Revit*, nesses casos a leitura do projeto feito no CAD, pelo construtor, é facilitada.

Todavia, em projetos mais simples, por exemplo os residenciais ou de clientes particulares em geral, que são produto maior da Maynard e principalmente da Oficina One, é possível sentar-se com o cliente e saber como ele quer construir antes mesmo de iniciar o projeto, por exemplo, o tipo de fundação, de parede, de piso etc., nesses casos a utilização do *Revit* é melhor e mais facilitada, tornando o processo projetual mais rápido.

Ambos os *softwares* apresentam vantagens e limitações em relação ao momento atual de mercado, contudo, se isso de certa forma não fosse um problema, o AutoCAD já teria sido deixado de lado, pois é um programa ainda muito usado tanto pelo costume, já que foi o *software* substituidor das pranchetas, quanto pela facilidade de adaptação das mudanças projetuais, e isso é encarado como uma vantagem pelos principais usuários. No caso do *Revit*, para os três escritórios visitados, sua vantagem é ser um *software* mais completo, em todos os aspectos, por isso, o software em si não tem nenhuma limitação, o único problema, realmente, é que no quadro atual o mercado imobiliário ainda não se adaptou às suas configurações.

Entretanto, apesar de ser completo, o *Revit* possui uma limitação em que acaba sofrendo vantagem pelo CAD, como citada por Expedito, que é a criação de loteamentos. Segundo o arquiteto, é difícil ver uma possível criação de desenho urbano pelo *Revit*, já que o CAD sempre foi usado para isso desde que se iniciou seu uso, justamente por ter os parâmetros necessários para fazê-lo. Como, por exemplo, a parte de topografia, de drenagem, entre outros, que através de um desenho é possível unir essas informações, resultando em um traçado urbano completo, como mapas de cidades, visto nas Figuras 7 e 8 a seguir.

Figura 7 – Zonas norte, leste e oeste de Aracaju e parte do seu macrozoneamento em DWG



Fonte: Profa. Dora Diniz, via Google Classroom; adaptação das autoras (2019).

Figura 8 – Parte do sistema viário de Aracaju em DWG



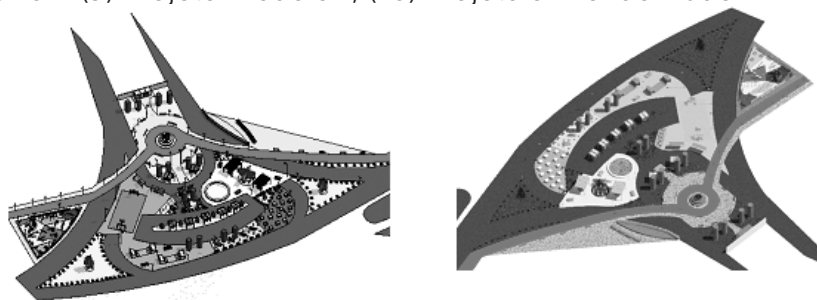
Fonte: Profa. Dora Diniz, via Google Classroom; adaptação das autoras (2019).

É possível visualizar as vantagens da utilização do AutoCAD na criação de desenhos urbanos, pois o *software* oferece uma maleabilidade maior por meio de suas ferramentas, sendo possível traçar linhas, curvas, quadras e até mesmo fazer marcações utilizando *layers* de diferentes cores e legendas.

Em contrapartida, foi desenvolvido pela autora, juntamente com colegas de classe, um projeto urbano de integração do viaduto do Distrito Industrial de Aracaju (DIA) todo no *Revit* (FIGURAS 9, 10, 11, 12). O projeto teve o objetivo de utilizar a área sob o viaduto de uma forma fixa e dinâmica, que até então só é usada para possíveis eventos, como manifestações, por exemplo. Foi apresentado à disciplina de Ateliê Cidades I, no segundo semestre de 2018 e obteve crítica mista. O motivo é que algumas ferramentas do *Revit* impossibilitaram que o projeto fosse totalmente desenvolvido com sucesso, como, por exemplo, camadas de piso, que tivemos de criar uma por uma separadamente, e caso houvesse erro na criação de alguma camada, tínhamos de refazer tudo de novo, pois não é possível editar de onde parou.

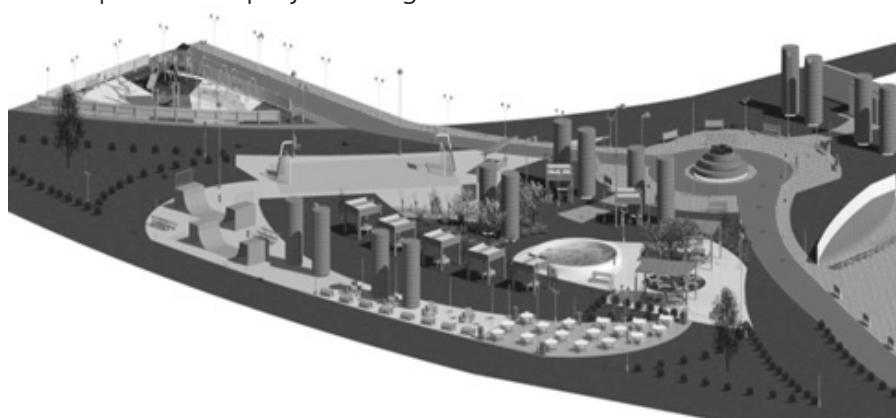
Além de que, ao utilizar o *Google Maps* para sobrepor a forma da rótula do viaduto, passamos por dificuldades ao utilizar linhas e curvas para obter a forma exata, pois o *Revit* trabalha com informações pré-determinadas de materiais e não com o desenho em si, por isso, é possível perceber imperfeições no projeto simplesmente ao olhar. A vantagem, porém, ao utilizar o *Revit*, foi que utilizamos blocos 3D exatamente dos mobiliários urbanos pensados para o projeto, além dos materiais construtivos, que foram aplicados facilmente, dando uma realidade maior e possibilitando uma visualização mais intensa de como poderia ficar.

Figuras 9 e 10 – (9) Projeto modo 3D; (10) Projeto 3D renderizado



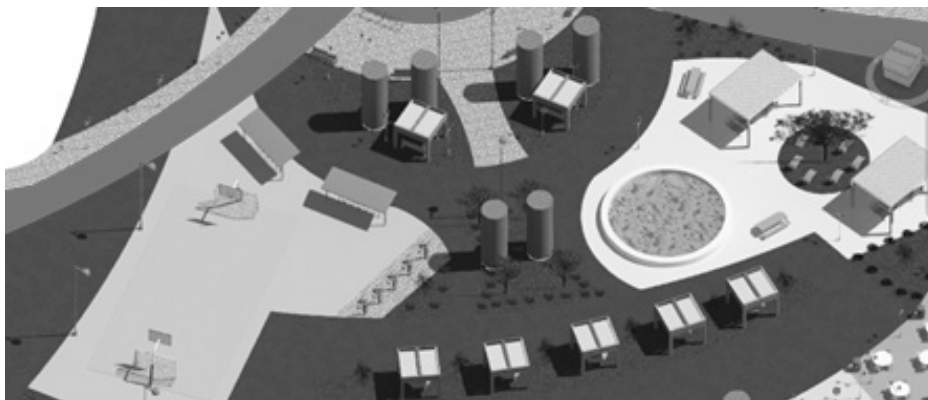
Fonte: Autoras (2018).

Figura 11 – Perspectiva do projeto integrador renderizado



Fonte: Autoras (2018).

Figura 12 – Parte do projeto em 3D aproximado



Fonte: Autoras (2018).

A partir do projeto apresentado, é possível ver a diferença de textura entre os materiais, além da diferença entre os pisos. Os pilares do viaduto, por exemplo, ficaram em um nível diferente do previsto para o piso, justamente por não ter como editar a partir do erro, nesse caso seria preciso que se iniciasse tudo de novo minuciosamente para que pudesse ser ajustado. Por isso, chegou-se à conclusão que no *SketchUp*, o projeto poderia ter sido desenvolvido com melhor precisão e qualidade, por mexer diretamente com a parte de imagem e por não necessitar de informações construtivas pré-determinadas.

Como citado pelos arquitetos dos escritórios visitados e levando em consideração o projeto integrador apresentado acima, apesar do *Revit* oferecer um suporte maior e mais completo ao processo arquitetônico, inclusive disponibilizando imagens em 3D do projeto em 2D já pronto, ainda há, talvez, uma falta de conhecimento dos profissionais, quanto às ferramentas do *Revit* e por isso surge a dificuldade em fazer modificações ou até mesmo criar um projeto desde o início no software, isso acaba tornando-o limitado aos usuários, mas não por ser um software limitado, mas sim pela falta de adaptação às suas ferramentas de trabalho.

Dentre os escritórios citados, o Maynard e o Oficina One oferecem cursos de *Revit* e *SketchUp*, justamente visando profissionalizar os alunos e mesmo os que já são formados em arquitetura ou outras áreas construtivas, para que dominem os *softwares* que são promessa para o futuro, principalmente o *Revit* com o avanço do sistema BIM, que será substituidor do AutoCAD, dependendo apenas da adaptação dos usuários ao seu sistema, assim como também foi preciso uma adaptação quando surgiu os sistemas CAD, até as pranchetas serem totalmente deixadas de lado.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo analisar a influência e evolução do sistema de modelagem paramétrica, principalmente nos escritórios de Aracaju, a fim de

entender o processo projetual ao utilizar esses sistemas e, de acordo com os dados obtidos, percebe-se a enorme capacidade do sistema BIM ser o sistema do futuro na produção arquitetônica, principalmente pelas suas configurações, envolvendo informações construtivas já desde o início da concepção do projeto, o que facilita muito o trabalho do profissional e o enriquece, assim como vemos em obras mais complexas como as de Zaha Hadid, por exemplo, onde é claro o uso de sistemas de modelagem como auxiliador das ideias projetuais.

Apesar de o *Revit* não ser o único *software* com propriedades paramétricas, é o software mais utilizado no mundo tanto por ser da mesma empresa do AutoCAD, a Autodesk, quanto pela capacidade de desenvolvimento de um projeto completo através das características do BIM de uma forma mais fácil de mexer. Dito isso, como estudante, é perceptível entre colegas de classe a preferência pelo *Revit* em vez do AutoCAD, principalmente por ser o único software de plataforma BIM estudado durante o curso, mas não só por isso. Durante a criação de um projeto nas disciplinas de Ateliê, o *Revit* agiliza o trabalho e o torna mais bem feito, por isso muitos profissionais continuam utilizando-o depois da formação. Daí surge a necessidade tanto de inovação do sistema quanto de preparação profissional, para que o mercado possa acompanhar suas exigências.

Por isso, apesar de entender que o CAD ainda vai continuar sendo usado por um tempo indeterminado, tanto pela falta de preparação dos usuários no cenário de mercado atual, quanto pelo costume e facilidade que o CAD proporciona aos profissionais desde que substituiu as pranchetas, o *Revit* é o software BIM que vai, sem sombra de dúvidas, substituir o AutoCAD quando houver uma dominância maior do sistema pelos profissionais, e ele passará a ser utilizado com mais frequência. Assim, arquitetos que têm construtoras como clientes, poderão projetar com a plataforma BIM sem muita preocupação, o que acarretará uma inovação e modernização maior dos projetos, até então padronizados pelo uso do AutoCAD. E isso poderá trazer mais funcionalidade interligada com estética e principalmente segurança aos projetos.

REFERÊNCIAS

ALVARADO, R. G.; MUÑOZ, J. J. The Control of Shape: origins of parametric design in architecture in Xenakis, gehry and grimshaw. **Metu Journal of the Faculty of Architecture**, v. 29, n. 1, , p. 107-118, 2012.

ANDRÉ, L. Peso gráfico, espessura de linhas e impressão. **QualifiCAD**. Julho, 2015. Disponível em: <https://qualificad.com.br/peso-grafico-espessura-linhas-autocad/>. Acesso em: 23 nov. 2019.

BARRIOS, C. **Parametric Affordances What, When, How**. ACADIA Regional 2011: Parametricism: (SPC), 2011. p. 203-207.

CELANI, G. **CAD Criativo**. Campinas, SP: Editora Campus, 2003. p. 200.

- DAVIS, D. **Modelled on software engineering**: flexible Parametric Models in the Practice of Architecture. Ph.D Thesis, n. February, 2013. p. 243.
- EASTMAN, C. *et al.* **An outline of the building description system**. Research Report No. 50: Pittsburgh - PA, 1974. 23f. Carnegie-Mellon University, Institute of Physical Planning, 1974.
- EASTMAN, C. **The evolution of computer models in building**. Building Product Models: Computer Environments, Supporting Design and Construction. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 35-74.
- KALE, S; ARDITI, D. diffusion of computer aided design technology in architectural design practice. **Jornal of Construction Engineering and Management** (ASCE), v. 131, p. 1135-1141, 2005.
- KROLL, D. **Imagem 3D**: V-Ray ou Lumion. Qual programa escolher? Arquiteta. Julho, 2013. Disponível em: <https://www.aarquiteta.com.br/blog/vray-ou-lumion/>. Acesso em: 23 nov. 2019.
- MALAVIDA. **Revit Architecture**. 2019. Disponível em: <https://www.malavida.com/br/soft/revit-architecture/#gref>. Acesso em: 23 nov. 2019.
- MAYNART. **Projetos Residenciais**. 2019. Disponível em: <http://www.maynart.com.br/projetos-residenciais/>. Acesso em: 23 nov. 2019.
- PAZINI, E. Z. **Arquitetura paramétrica**: mensuração do fenômeno de engajamento no processo de projeto contemporâneo: Passo Fundo-RS. 2018. 194f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade Meridional IMED, 2018.
- SOUZA, L. L. A. **Diagnóstico do uso do BIM em empresas de Projeto de Arquitetura**. 2009. 107f. Dissertação (Mestrado em teste) - Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, 2009. p. 23.
- STILES, R. **Aggregation Strategies**. Dissertação de mestrado. University of Bath, 2006.
- VELOSO, P. L. A.; SCHEEREN, R.; VASCONSELOS, T. O. **Ensino de projeto e o processo de design paramétrico**: desafios e perspectivas. Nova Hamburgo-RS: Feevale, 2017. p. 17-18.
- ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **Qual software BIM devo usar?** Julho, 2018. Disponível em: <https://www.e-zigurat.com/blog/pt-br/qual-software-bim-devo-usar/>. Acesso em: 23 nov. 2019.

Data do recebimento: 16 de abril de 2020

Data da avaliação: 29 de abril de 2020

Data de aceite: 29 de abril de 2020

1 Acadêmica em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Tiradentes – UNIT.

E-mail: josefa.gheovana@souunit.com.br

2 Mestra em Técnicas e Processos de Produção do Ambiente Construído pela Universidade de Brasília; Arquiteta e Urbanista; Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Tiradentes – UNIT.

E-mail: simoneprado.aju@gmail.com