

## Arquitetura Paramétrica e Seu Ensino Desafios e Realidades no Contexto de Belo Horizonte

**Danielly Marcianny Silva Eulário**  
Universidade Federal de Minas Gerais

**Beatriz Ferreira de Abreu**  
Universidade Federal de Minas Gerais

**Danieli Carolini Wollmann**  
Universidade Federal de Minas Gerais

### Resumo

A arquitetura paramétrica e o design paramétrico são tendências atuais na área e estudos sobre a parametria têm sido recentemente abordados em artigos acadêmicos. A utilização desses conceitos vem sendo gradualmente incorporados à arquitetura, mas ainda são incipientes no que tange à sua implantação nas grades curriculares de cursos de arquitetura e urbanismo. Este artigo teve como objetivo analisar as grades curriculares do curso de Arquitetura e Urbanismo de três universidades da cidade de Belo Horizonte, buscando presença de disciplinas voltadas aos processos paramétricos e novas tecnologias digitais em arquitetura. Objetivou-se ainda analisar em estudo bibliográfico a expressividade da parametria no campo da arquitetura e fez-se a aplicação de questionário eletrônico à alunos de universidades da cidade de análise, a fim de obter respostas sobre o ensino da modelagem paramétrica. Os resultados obtidos mostram que em Belo Horizonte ainda há uso restrito dos programas paramétricos embora haja conhecimento da existência dos mesmos por aproximadamente 3/4 dos respondentes. Assim, o presente artigo demonstra que o ensino da arquitetura e design paramétrico não estão presentes diretamente na grade curricular obrigatória, havendo inserção pontuada de sua utilização ao longo dos cursos, embora seja um conhecimento relevante no que tange a colocação do profissional de arquitetura no mercado de trabalho atual.

**Palavras-chaves:** **Arquitetura paramétrica; Design paramétrico; Modelagem paramétrica; Ensino em Arquitetura**

### Introdução

Com a emergência do uso de ferramentas digitais nas décadas de 1980 e 1990 e sua subsequente evolução, a possibilidade de gerar-se formas e espaços de grande complexidade moldou a arquitetura como a conhecemos, a partir das novas tecnologias (Leach, 2014). Nesse sentido, a modelagem paramétrica mudou a forma de se pensar em design na contemporaneidade (Schumacher, 2009).

No campo da arquitetura contemporânea, Neil Leach (2014) coloca que a parametria refere-se à utilização de ferramentas de modelagem paramétrica. “Em contraste com os pacotes de software padrão baseados em dados geométricos de objetos, o *software* paramétrico liga dimensões e parâmetros à geometria, permitindo o ajuste incremental de uma peça que então afeta toda a montagem.” (Leach, 2014, p.2). As importantes mudanças trazidas pelo design paramétrico fazem com que uma análise mais aprofundada sobre sua presença no campo educacional se faça necessária. Assim, este trabalho busca fazer uma análise da inserção da arquitetura paramétrica nos cursos de arquitetura, no contexto de Belo Horizonte.

### O design paramétrico e o ensino

O termo parametricismo, como aplicado à arquitetura, foi popularizado por Patrik Schumacher (2009), que defende seu uso para denominar um novo movimento da arquitetura contemporânea, que sucede ao modernismo. Historicamente, a arquitetura paramétrica foi desenvolvida não num meio acadêmico, mas

voltada para a prática comercial, sendo que escritórios como Gehry Technologies e Zaha Hadid Architects desenvolveram nos anos 1990, unidades de pesquisa digital como meio de garantir que edifícios de design complexo pudessem ser projetados e construídos de maneira eficiente (Leach, 2014). A interação do usuário com o ambiente digital, ocorre a partir da inicialização de “operações algébricas, analíticas e geométricas”, o que origina um objeto arquitetônico, o design é então desenvolvido pela relação entre o design e o mecanismo computacional (Oxaman e Kotnik *apud* Vamvakidis, 2019). Assim, a arquitetura paramétrica não está relacionada apenas a representação sendo que os programas paramétricos são baseados em elementos construtivos tridimensionais, bem diferente dos softwares CAD que se baseiam em ponto e linhas (Tramontano, 2015).

O conhecimento sobre sistemas construtivos, para criar ou modificar esses elementos são imprescindíveis aos arquitetos e estão diretamente atrelados ao conhecimento aprofundado de geometria (Florio, 2009), devido a relação entre forma e materiais utilizados. Consequentemente, é necessário um ensino dos “conceitos fundamentais de geometria baseada em superfícies regradas e dupla curvatura, e análise da curvatura gaussiana, subjacentes aos projetos” (Florio, 2011, p. 48). Conforme Tramontano (2015) os programas paramétricos rodam através de *scripts*, conjunto de algoritmos matemáticos que “controlam a posição no espaço dos infinitos pontos que compõem o objeto geométrico”, escolhidos ou elaborados pelo usuário em função do objeto a ser construído. Conforme o autor, no entanto, a maioria dos arquitetos e estudantes, atualmente, não possui esse conhecimento técnico avançado, prejudicando a adoção dessa tecnologia no processo de criação e tornando-se necessário conhecimentos relacionados à computação aos profissionais da Arquitetura.

Neste contexto, o ensino da lógica de programação computacional pode beneficiar o uso das ferramentas de arquitetura paramétrica. “A programação pode melhorar o raciocínio lógico e o pensamento conceitual” no processo de projeto” (Celani, 2008, p.02). Segundo Hardy (2011), *apud* Florio (2011, p.46), para alcançar as variações possíveis pela modelagem

paramétrica, é necessário um pensamento lógico, associativo e explícito sobre processos interativos. Portanto, o design paramétrico exige um pensamento crítico e criativo. Florio (2011) advoga que as disciplinas de projeto devem trazer problemáticas que instiguem a criatividade do aluno, além de uma reflexão crítica. O autor coloca que mediante a incorporação de ferramentas computacionais cada vez mais complexas para a prática projetual, percebe-se que conhecimentos relacionados à parametria sejam importantes para a colocação do profissional de arquitetura no mercado de trabalho. Sendo necessário, conforme Varinlioglu e Turhan (2018), a atualização dos métodos pedagógicos, uma vez que o design paramétrico se relaciona com instrumentos avançados de fabricação.

### **Design Paramétrico e o Ensino no Brasil**

Segundo Veloso, Scheeren e Vasconcelos (2017), nos ambientes e currículos de arquitetura no Brasil, as tecnologias computacionais mais usuais são os softwares CAD e de modelagem, como AutoCad e SketchUp mas que as plataformas BIM estão ganhando espaço lentamente entre estudantes e profissionais da área. Entretanto, quanto aos *softwares* paramétricos, como Rhinoceros, não havia um conhecimento aprofundado nem aplicação usual desses no ensino dos cursos de graduação. Quando existem essas atividades são isoladas, de caráter optativo, abordando apresentação, instrumentalização e uma rápida exploração da aplicação do processo digital (Celani, 2008).

Nas experiências didáticas desenvolvidas por Florio (2011), foram constatadas dificuldades por parte dos alunos ao entrarem em contato com a modelagem paramétrica como a dificuldade de geometrizar formas orgânicas e a importância da existência de modelos físicos para a compreensão do objeto. Além disso, a necessidade de compreensão da língua inglesa, uma vez que os softwares, plugins e tutoriais não estão em português, também foi indicado como uma dificuldade sendo que, por fim, os alunos preferem os softwares AutoCad, Revit e SketchUp que são mais intuitivos para representação e modelagem em projeto arquitetônico (Veloso *et al*, 2017).

## Metodologia

### *Análise dos currículos escolares em Belo Horizonte*

A metodologia deste trabalho seguiu três etapas, sendo: análise curricular do curso das faculdades avaliadas por meio de categorização das disciplinas, a fim de verificar a existência de abordagem do ensino de *softwares*, a submissão de um questionário eletrônico a fim de compreender, a partir da visão dos alunos, se há disciplinas que de fato abordam ferramentas de simulação paramétrica. Por fim, foi analisada a atuação do ensino da parametria nas universidades em questão.

Dentre as universidades analisadas têm-se a Escola de Arquitetura e Design da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, o Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix-Izabela Hendrix, e da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC MG, sendo a primeira do setor público e as duas últimas do setor privado.

### *Elaboração do Questionário*

O questionário foi submetido ao respondente por meio de pesquisa tipo *survey* online. Foram feitas as seguintes perguntas gerais:

*Que universidade você cursa?  
Qual período está cursando?  
Caso seja formado (a), gentileza  
informar a quanto tempo.*

As questões específicas sobre o tema são:

*Sabe o que é arquitetura paramétrica?  
Conhece o software Rhinoceros ou  
Paracloud?  
Utiliza estes softwares?  
Que programas de modelagem são  
utilizados no curso?  
Aprende algum software de modelagem  
paramétrica no percurso acadêmico?  
Se sim, qual? Se não, aprende fora da  
universidade?  
Na grade curricular há ensino da  
Geometria Descritiva?  
Considera o ensino da Geometria  
Descritiva importante para seu  
aprendizado?  
Na grade curricular, há ensino de  
Programação?  
Considera o ensino de Programação  
importante para seu aprendizado, uma*

*vez que, arquitetura exige o uso de uma  
gama de softwares?  
Tem interesse em aprender arquitetura  
paramétrica?*

Também procurou-se obter a opinião dos alunos sobre a implantação do ensino da parametria na grade curricular:

*Como você acredita que este assunto  
poderia ser abordado em sala de aula?*

## Análise dos dados

### *Currículos das universidades*

A Figura 1 apresenta as principais temáticas abordadas nas grades dos cursos analisados. No curso da UFMG, as Disciplinas de Projeto representam quase 25% do total sendo que dentre estas há a matéria de *Fundamentação para Projeto de Arquitetura e Urbanismo* onde há um olhar crítico e criativo sobre a parametria, sendo referenciado o autor Vilém Flusser. No Izabela Hendrix, há disciplinas e oficinas de caráter obrigatório nomeadas de *Expressão e Representação, Ateliês Integrados, Fundamentos Tecnológicos para Arquitetura e Urbanismo e Técnicas Construtivas*, no entanto, não há especificação de que softwares são estudados nas respectivas matérias. Na PUC Minas, assim como no currículo da UFMG, as “Disciplinas de Projetos” representam cerca de 25% da integralização, mas não é possível verificar pelos currículos o ensino de *softwares* de *design* paramétricos.

Dentre outras disciplinas elencadas consta a de “Representação e Modelos Digitais”, a qual em sua ementa faz a apresentação da disciplina, sendo utilizado a integração entre tecnologias digitais e analógicas na expressão gráfica. Dessa forma é possível afirmar que o uso de meios computacionais é abordado no percurso acadêmico, mas, novamente, não se pode verificar o uso de *softwares* paramétricos. Após a análise curricular dos cursos de Arquitetura e Urbanismo nas universidades analisadas é possível afirmar que há o uso de desenhos e modelagens 3D assistidos pelo computador, com maior ou menor ênfase, mas em todas as instituições não foi verificado o uso de *softwares* paramétricos na configuração curricular obrigatória.

### Resultados dos questionários

Obtiveram-se 26 respostas, sendo o percentual de alunos de cada instituição mostrado na Figura 2 (a) e os períodos cursados mostrados na Figura 2 (b). Verifica-se pela Figura 1 que das respostas recebidas 81% são de estudantes acima do 5º período, também se obtiveram 19% respostas de estudantes formados a até 01 ano, sendo todas consideradas para a análise. As respostas obtidas pelo questionário transparecem que a arquitetura paramétrica e o conhecimento dos softwares *Rhinoceros* e *Paracloud* são de conhecimento de quase 80% dos alunos (ver Figura 3). Também vê-se que, conforme 85% dos respondentes, não há nas grades curriculares o ensino de ferramentas básicas para a compreensão da parametria, como a geometria descritiva, sendo que somente 15% dos alunos afirmam ter recebido ensino deste tipo de ferramenta, e 95% dos estudantes afirmam não terem recebido ensino em programação. As respostas revelam que mais de 80% (ver figura 3) dos alunos têm interesse no aprendizado, mas nenhum dos respondentes utiliza os *softwares paramétricos* em sua prática. Na questão relativa aos tipos de softwares abordados na grade curricular: “Que programas de modelagem são utilizados no curso?” mostra-se

que a utilização do software de modelagem, *SketchUp* é o mais utilizado pelos estudantes. É possível verificar que também há o aprendizado de softwares combinados como *SketchUp+Revit*, *SketchUp+Revit+ArchiCAD*, *ArchiCAD+Revit*, sendo estas as mais expressivas. Ver figura 4. Por fim, na questão “Aprende algum software de modelagem paramétrica no percurso acadêmico? Se sim, qual? Se não, aprende fora da universidade?” comprova-se que a maioria dos estudantes não aprendem software paramétrico, mas que quase todos os que aprendem o software *Rhinoceros*, adquiriram o conhecimento na faculdade, como pode ser verificado no gráfico da Figura 5. Esta informação evidencia a importância da universidade no percurso de aquisição de conhecimento do estudante.

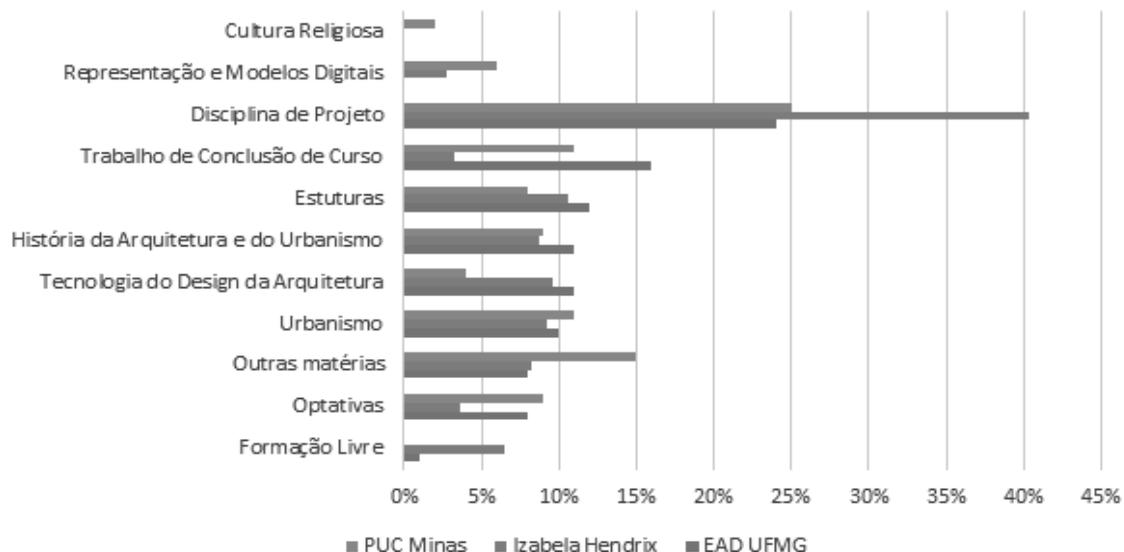


Figura 1. Principais temáticas abordadas nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo das instituições EAD UFMG, Izabela Hendrix e PUC Minas. Fonte: As autoras.

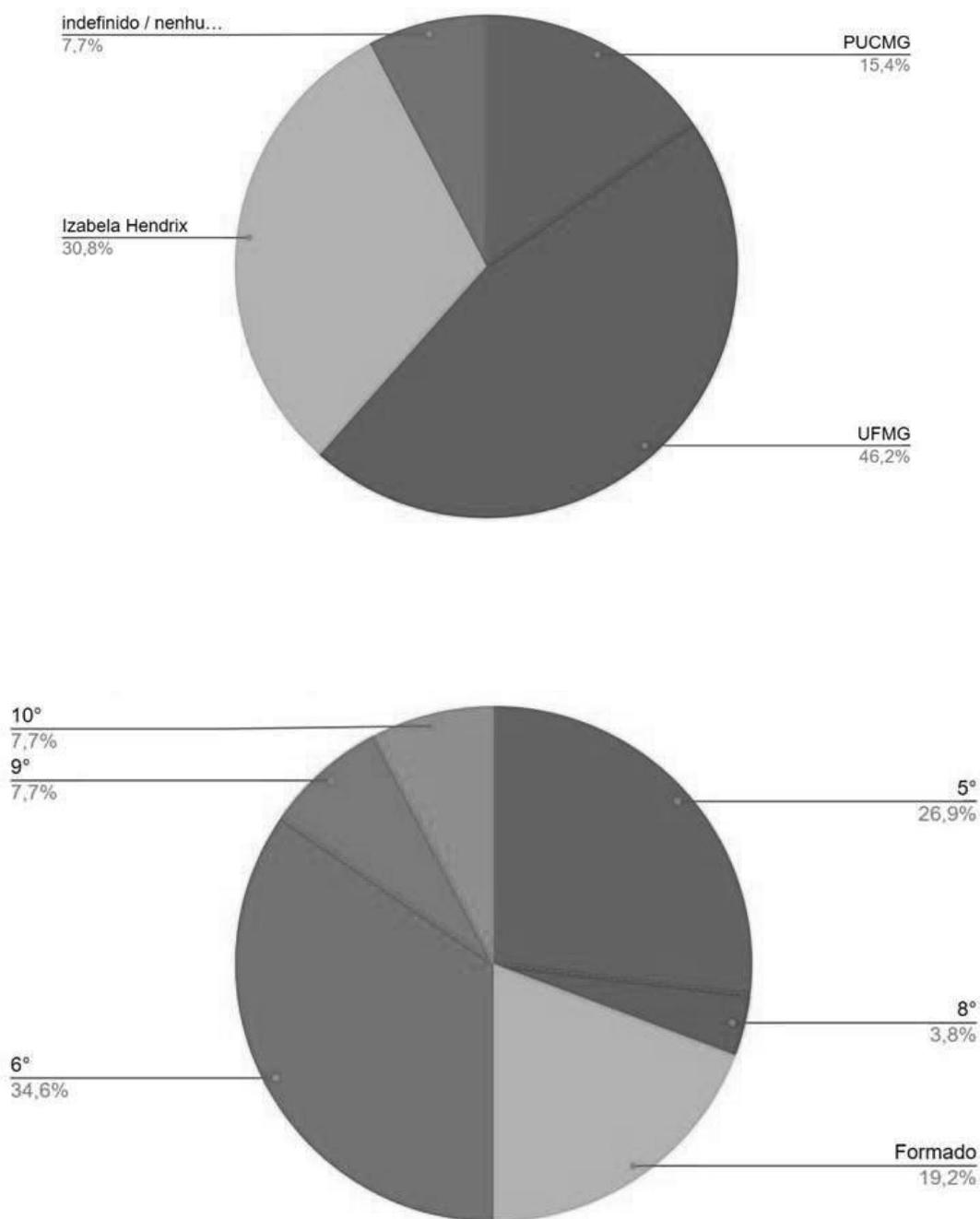


Figura 2. (a) Instituições acadêmicas dos respondentes: EAD UFGM, Izabela Hendrix, PUC Minas e indefinido; (b) percentagem de respondentes por período cursado ou por conclusão do curso. Fonte: As autoras

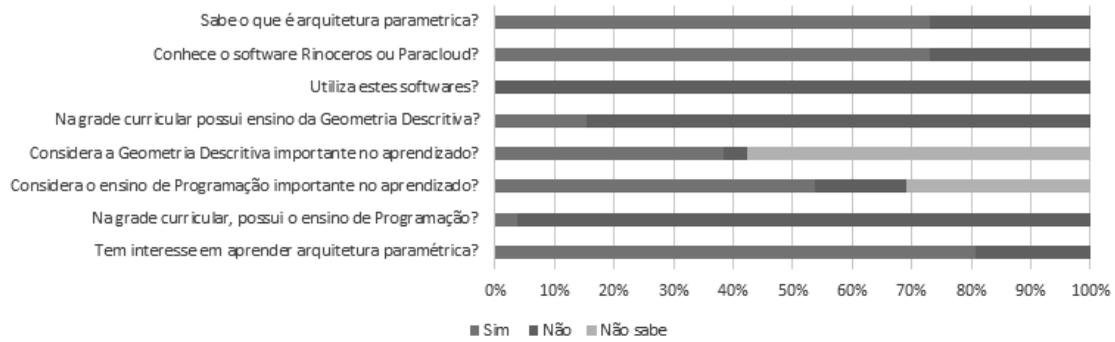


Figura 3. Análise das respostas dos alunos e ex-alunos das instituições EAD UFMG, Izabela Hendrix e PUC Minas. Fonte: As autoras.

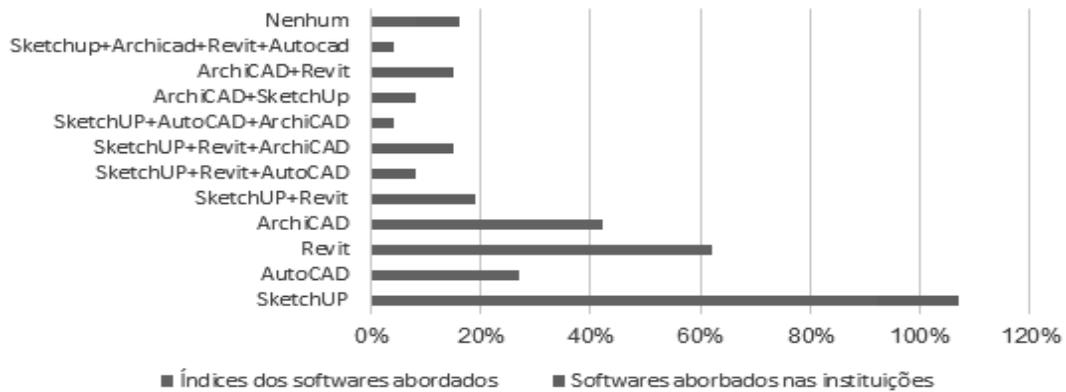


Figura 4. Softwares abordados nas instituições EAD UFMG, Izabela Hendrix e PUC Minas, conforme respostas obtidas. Fonte: As autoras.

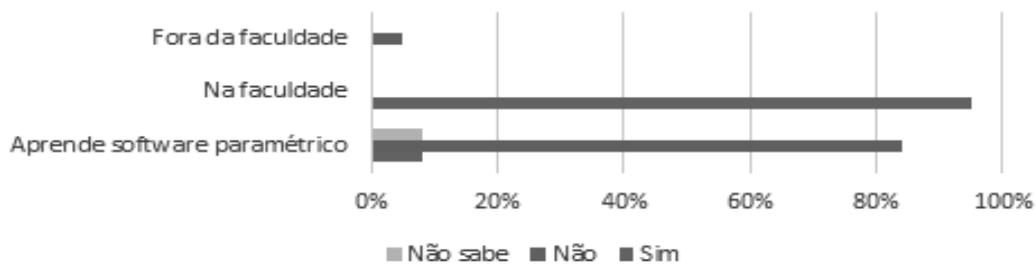


Figura 5. Análise do método de aprendizado dos estudantes das instituições EAD UFMG, Izabela Hendrix e PUC Minas, conforme respostas obtidas. Fonte: As autoras.

### **Considerações finais**

Este trabalho teve como finalidade analisar o ensino de processos paramétricos e novas tecnologias digitais aplicados ao curso de arquitetura e urbanismo, através de análise curricular e aplicação de questionário eletrônico. Conforme os resultados obtidos, é possível constatar que os estudantes das universidades analisadas possuem interesse no ensino da arquitetura paramétrica. No entanto, de forma geral não há o ensino de *software* paramétrico nas grades curriculares obrigatórias apesar das disciplinas de *Projeto* representarem de 25% a 40% dos currículos. A pesquisa demonstra, a partir do interesse demonstrado pelos alunos, a importância da implantação do estudo paramétrico na grade curricular dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, o que evidencia a atuação da Universidade na efetiva aprendizagem e na implantação de processos de criação do projeto arquitetônico. Após a realização da análise do estudo paramétrico nas universidades de Belo Horizonte, é possível constatar que esta é uma abordagem que demanda levantamentos estudos mais aprofundados, que envolvam também os professores; e novas pesquisas que possam abordar as objeções e obstáculos existentes para a implantação de *softwares* paramétricos na grade curricular obrigatória.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a nossa orientadora Dra. Roberta Vieira Gonçalves de Souza pelo auxílio, apoio e empenho dedicado na elaboração final deste artigo.

## Referências

1. Celani, Gabriela, "Teaching Cad Programming to Architecture Students," *Gestão & Tecnologia de Projetos*, vol. 3, no. 2, 2008: 1 - 23.
2. Celani, Gabriela & Carlos E. V. Vaz, "Scripts em Cad e Ambientes de Programação Visual para Modelagem Paramétrica: Uma comparação do ponto de vista pedagógico," *Tic*, vol. 1, no. 1, 2011.
3. Florio, Wilson, "Criatividade, cognição e processo de Projeto: Uma reflexão sobre o ensino-aprendizagem," In: *IV Projetar: Projeto como investigação*, vol. 4, 2009, (São Paulo: FAU Mackenzie, 2009b) 1 - 23.
4. Florio, Wilson, "Modelagem Paramétrica, Criatividade e Projeto: Duas experiências com estudantes de arquitetura," *Gestão e Tecnologia de Projetos*, v. 6, n. 2, 2011: 43 - 66.
5. Florio, Wilson, "Modelagem Paramétrica no Processo de Projeto em Arquitetura," *Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído*, São Carlos, Brasil, novembro 18-20, 2009. <http://doi.org/10.4237/sbqp.09.098>.
6. Florio, Wilson & Ana Tagliari, "O uso de cortadora a laser na fabricação digital de maquetes físicas," In: *CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL*, SIGRADI, 12, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, (Havana: Editorial CUJAE, 2008) 1-9.
7. Izabela Hendrix, Centro Universitário, "Matriz Curricular do Curso de Arquitetura e Urbanismo," Acesso em 15 de novembro de 2019. <http://izabelahendrix.edu.br/arquitetura-e-urbanismo/matriz-curricular/curriculo-7-integral>
8. Leach, Neil, "Parametrics Explained," *Next Generation Building*, no. 1, 2014: 1-10. Acesso em 10 de maio de 2020. <https://doi.org/10.7480/NGB.1.1.1530>.
9. Pazini, Ernani, "Arquitetura paramétrica: mensuração do fenômeno de engajamento no processo de projeto contemporâneo," *Dissertação de Pós-Graduação*. Faculdade Meridional IMED, 2018.
10. PUC MINAS, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, "Grade Curricular do Curso de Arquitetura e Urbanismo," Acesso em 15 de novembro de 2019. <https://www.pucminas.br/unidade/coracao-eucaristico/ensino/graduacao/Paginas/Arquitetura-e-Urbanismo.aspx?moda=2&curso=178&local=ab23480c-5f60-4752-b990-1ac1cf9b8cf5>
11. Pupo, Regiane & Gabriela Celani, "Implementando a fabricação digital e a prototipagem rápida em cursos de arquitetura: dificuldades e realidades," *XIV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*. XII Congreso SIGRADI, Havana, Cuba, dezembro 1-5, 2008. <https://doi.org/10.20396/parc.v1i3.8634511>.
12. Schumacher, Patrik, "Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design," *Archit Design*, 79, 2009: 14-23. Acesso em 10 de dezembro de 2020. <https://doi.org/10.1002/ad.912>.
13. Tramontano, Marcelo, "Quando pesquisa e ensino se conectam: design paramétrico, fabricação digital e projeto de arquitetura," *Blucher Design Proceedings* vol. 3, no. 3, novembro 2015: 544-550, acesso em 4 de abril de 2020, <http://doi.org/10.5151/despro-sigradi2015-100144>.
14. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura e Urbanismo e Design, "Configuração Curricular do Curso de Arquitetura e Urbanismo," Acesso em 15 de novembro de 2019. <http://www.arq.ufmg.br/site/v2/ensino/cursos/graduacao/arquitetura-e-urbanismo/colegiado-arquitetura-e-urbanismo/grade-curricular-curso-diurno/>
15. Vamvakidis, Simos. "Computational Design Thinking for first year Architectural Design Studios." *eCAADe 37/SIGraDI 23 – Challenges, Education and Research*, vol. 1, 2019: 93-98. [http://doi.org/10.5151/proceedings-eacaadesigradi2019\\_043](http://doi.org/10.5151/proceedings-eacaadesigradi2019_043).
16. Varinlioglu, Guzden & Turhan Gozde. "A Comparative Study of Formal and Informal Teaching Methods in the digital Architectural Curricula." *eCAADe, Practices, CAAD Education* vol. 1, 2018: 36-409.
17. Veloso, Pedro & Rodrigo Scheeren & Tássia Vasconcelos, "O ensino de projeto e o processo de Design Paramétrico: desafios e perspectivas," in: *Bloco 13*, (Novo Hamburgo: Feevale, 2017) 88- 107.
18. Woodbury, Robert, "Elements of Parametric Design," (Londres: Routledge, 2010).
19. Zarei, Yasser, "The Challenges of Parametric Design in Architecture Today: Mapping the Design Practice," Administered thesis, The University of Manchester, 2012.