



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



X Simpósio
de Design
Sustentável
Mundos por vir_



Design Generativo e BIM: inovação digital na habitação de interesse social

Generative Design and BIM: digital innovation in social housing projects

Gladstone Mapurunga E Silva Junior¹, Márcio James Soares Guimarães²,
Fabiane Rodrigues Fernandes³, Inez Maria Leite Da Silva⁴, Cassia Cordeiro Furtado⁵

¹Universidade Federal do Maranhão, Esp., gladstone.mapurunga@ufma.br

²Universidade Federal do Maranhão, Doutor, marcio.guimaraes@ufma.br

³Universidade Federal do Maranhão, Doutora, fabiane.fernandes@ufma.br

⁴Universidade Federal do Maranhão, Doutora, inez.silva@ufma.br

⁵Universidade Federal do Maranhão, Doutora, cassia.furtado@ufma.br

Resumo.

A produção de Habitação de Interesse Social (HIS) no Brasil enfrenta desafios relacionados à padronização excessiva, baixa qualidade espacial e falta de adaptação às condições locais. Este artigo investiga estudos que articulam o potencial da integração entre Design Generativo (DG) e Building Information Modeling (BIM) como ferramentas para inovação projetual em contextos de HIS. Por meio de revisão bibliográfica qualitativa e exploratória, foram analisadas publicações sobre aplicação de gramática da forma, modelagem paramétrica e BIM na arquitetura social. Os resultados apontam que a sinergia entre DG e BIM permite gerar soluções otimizadas, personalizadas e com maior desempenho, contribuindo para habitações mais eficientes, sustentáveis e alinhadas às necessidades dos usuários.

Palavras-chave. Design generativo; BIM; Habitação de Interesse Social; Parametrização.

Abstract. *The production of Social Housing (HIS) in Brazil faces challenges related to excessive standardization, low spatial quality and lack of adaptation to local conditions. This article investigates studies that articulate the potential of integration between Generative Design (GD) and Building Information Modeling (BIM) as tools for design innovation in HIS contexts. Through a qualitative and exploratory literature review, publications on the application of shape grammar, parametric modeling and BIM in social architecture were analyzed. The results show that the synergy between GD and BIM allows for optimized, personalized solutions*



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



X Simpósio
de Design
Sustentável
Mundos por vir_



INSTITUTO
FEDERAL
Maranhão



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

with higher performance, contributing to more efficient, sustainable housing aligned with users' needs.

Keywords: *Generative design; BIM; Social housing; Parametrization.*

1 Introdução

A crise habitacional nas cidades brasileiras impõe desafios complexos aos planejadores urbanos e arquitetos. A produção em larga escala de Habitação de Interesse Social (HIS), muitas vezes baseada em modelos repetitivos e genéricos, compromete a qualidade de vida dos moradores, não atendendo às particularidades culturais, ambientais e climáticas das regiões (Griz; Belarmino e Dutra, 2020; Fonseca, 2015). A adoção de tecnologias digitais como o Design Generativo (DG) e o Building Information Modeling (BIM) surge como alternativa promissora para transformar esse panorama, permitindo que habitações sejam projetadas com maior eficiência, personalização e sustentabilidade (Griz; Belarmino e Dutra, 2020; Santos *et al.*, 2023).

Com a transformação digital no setor da construção civil, surgem novas abordagens projetuais capazes de responder de forma mais eficaz aos desafios contemporâneos. Entre essas abordagens, destacam-se o DG e a metodologia BIM, que quando integradas podem promover soluções projetuais orientadas por dados e desempenho (Eastman *et al.*, 2011; Fonseca, 2015).

Este artigo tem como objetivo analisar as possibilidades de sinergia entre o DG e a metodologia BIM, com foco em sua aplicação em projetos de HIS. Para isso, parte-se de uma revisão teórica estruturada em três eixos: os princípios e aplicações do DG, os fundamentos da metodologia BIM como sistema integrador e os potenciais de integração dessas ferramentas no contexto da arquitetura social.

Neste contexto, a presente pesquisa tem como questão central: de que modo a integração entre o DG e a Metodologia BIM pode contribuir para a inovação e a melhoria de desempenho em projetos de HIS? Parte-se da hipótese de que a sinergia entre essas tecnologias permite superar os limites da padronização convencional, oferecendo habitações mais contextualizadas e eficazes. Para investigar essa hipótese, foi realizada uma revisão integrativa da literatura recente sobre o tema, com foco nos impactos técnicos e sociais da aplicação conjunta de DG e BIM.

2 Referencial Teórico

O referencial teórico foi organizado em três eixos interconectados: (1) princípios e aplicações do DG; (2) fundamentos e potencialidades do BIM como processo integrador; (3) experiências e propostas de integração entre DG e BIM no contexto da habitação social.



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



**X Simpósio
de Design
Sustentável**
Mundos por vir_

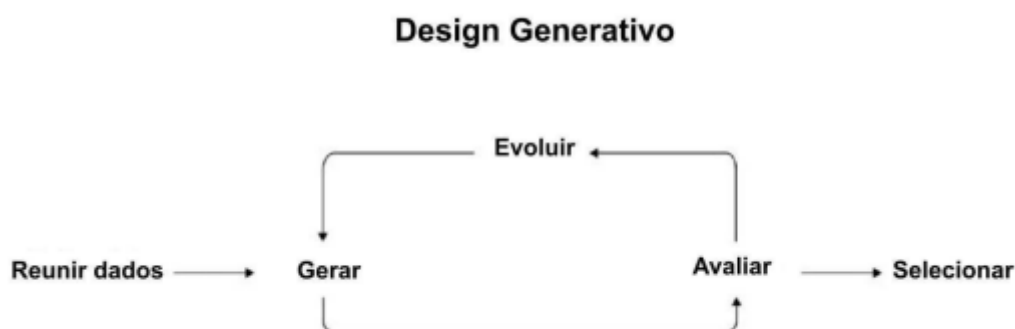


PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

2.1 Design Generativo e suas Aplicações Arquitetônicas

O DG é uma abordagem projetual baseada na definição de parâmetros, regras e algoritmos que permitem a geração de múltiplas alternativas formais de maneira automatizada. Segundo Soddu (apud Santos et al., 2023, p. 15023), trata-se de um processo morfogenético que permite resultados únicos a partir de uma base lógica comum. Mororó *et al.* (2016) identificam três estágios fundamentais para sua aplicação em projetos de HIS: organização espacial, definição volumétrica e parametrização construtiva. Essa lógica permite desenvolver unidades habitacionais variadas sem comprometer a racionalidade produtiva, adaptando-as às condições específicas de terreno, clima e tipologia familiar. O que possibilita que o designer atue como um programador de soluções possíveis, determinando os limites e possibilidades do sistema, que passa a gerar alternativas com autonomia parcial, criando um tipo de fluxo retroalimentado como na Figura 1. Essa mudança de paradigma potencializa a inovação formal, a eficiência funcional e a personalização em massa.

Figura11: Fluxo de Trabalho do Design Generativo.



Fonte: Lucas (2024).

O DG, baseado na aplicação de algoritmos para gerar múltiplas soluções de projeto de forma automatizada, possibilita a criação de modelos arquitetônicos otimizados a partir de parâmetros predefinidos, como custo, conforto térmico, iluminação natural e sustentabilidade (Mitchell, 2005). Essa abordagem permite a exploração de inúmeras possibilidades formais e funcionais em um curto espaço de tempo, contribuindo para uma concepção mais eficiente e adaptável às condições locais. Quando integrado à metodologia BIM, que viabiliza a modelagem e a gestão inteligente das informações do projeto ao longo de todo o seu ciclo de vida (Eastman *et al.*, 2011), o DG se torna ainda mais poderoso, facilitando a coordenação entre os agentes envolvidos e a tomada de decisões embasadas em dados precisos.

De acordo com Saruhashi (apud Santos *et al.*, 2023, p.15023) o DG "é um processo que utiliza ferramentas computacionais para a geração algorítmica da forma", o que implica uma transformação no papel do projetista, que passa de criador direto para mediador de sistemas de geração formal. Soddu (apud Santos *et al.*, 2023, p.15023) complementa essa concepção ao descrever o DG como "um processo morfogenético de



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



X Simpósio
de Design
Sustentável
Mundos por vir



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

infinitos resultados únicos, assim como as espécies, geradas por um DNA formado por sistemas algorítmicos não-lineares".

A capacidade de produzir variações únicas a partir de uma mesma base lógica permite que o DG seja utilizado para atender demandas específicas, como as necessidades de diferentes famílias, terrenos ou orientações solares. Esse princípio é particularmente relevante para a HIS, que frequentemente opera sob a lógica da padronização extrema. Com o uso do DG, é possível garantir racionalidade construtiva sem sacrificar a diversidade formal e a adequação às condições locais.

Mororó *et al.* (2016) mostram a aplicação do DG em projetos de HIS por meio de uma gramática da forma dividida em três estágios: organização espacial, definição volumétrica e elementos construtivos. Esses estágios são parametrizados e permitem a geração automatizada de soluções habitacionais com diferentes composições formais. A abordagem reforça a ideia de que a personalização não precisa significar aumento de custos ou quebra da lógica de produção em série.

Além da habitação, o DG tem sido amplamente explorado na criação de design paramétrico (DP), superfícies bioinspiradas e mobiliário urbano. Santos *et al.* (2023) demonstram o uso do DG para a criação de texturas arquitetônicas baseadas na morfologia vegetal maranhense, utilizando algoritmos generativos para simular padrões orgânicos que potencializam o conforto ambiental e o apelo estético das edificações. Esses experimentos reforçam a versatilidade do DG como ferramenta projetual que alia técnica, eficiência e linguagem formal.

2.2 Metodologia BIM como Processo Integrador

O Building Information Modeling (BIM) é um sistema de modelagem tridimensional paramétrica que integra dados geométricos, funcionais e operacionais das edificações. De acordo com Griz, Belarmino e Dutra (2020), o BIM permite a simulação do ciclo de vida completo de um edifício, promovendo integração multidisciplinar e colaboração entre os agentes envolvidos. Sua aplicação em HIS permite prever custos, planejar etapas construtivas, simular desempenho térmico e lumínico e, sobretudo, reduzir desperdícios.

O BIM também permite que diferentes disciplinas projetem simultaneamente em um modelo centralizado e colaborativo, reduzindo erros de compatibilização. Fonseca (2015) argumenta que tal modelo possibilita maior precisão no desenvolvimento de projetos complexos e adaptáveis, como aqueles exigidos por tipologias habitacionais em contextos periféricos ou de vulnerabilidade social.

O BIM representa uma das mais importantes transformações recentes nos processos de projeto, construção e manutenção de edificações. Trata-se de uma metodologia que incorpora a criação de modelos digitais tridimensionais enriquecidos com dados paramétricos que integram todas as informações técnicas, operacionais e gerenciais sobre o edifício. Dessa forma, o BIM não se limita à representação gráfica, mas sim à modelagem de informações ao longo de todo o ciclo de vida da construção (Eastman, 2011).



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



**X Simpósio
de Design
Sustentável**
Mundos por vir_



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

Griz, Belarmino e Dutra (2020, p. 29) definem o BIM como "a criação e uso de informação computacional coordenada e consistente sobre o projeto de uma edificação – informação paramétrica usada para tomada de decisões em projeto, produção de documentação, previsão do desempenho da edificação, estimativa de custo e planejamento de obra". A modelagem não apenas reproduz o que será construído, mas permite a simulação e antecipação de comportamentos e problemas futuros, o que torna o processo mais seguro e eficiente.

Segundo Eastman (2011), um dos principais diferenciais do BIM é a promoção da colaboração multidisciplinar. Ao permitir que arquitetos, engenheiros, consultores e gestores trabalhem em um mesmo modelo compartilhado e atualizado em tempo real, a metodologia rompe com a lógica de documentos isolados e versões desencontradas. Isso reduz significativamente os erros de compatibilização, o retrabalho e os custos indiretos decorrentes da má comunicação entre as partes envolvidas no projeto.

Essa lógica colaborativa tem implicações profundas nos fluxos de trabalho. Profissionais que antes atuavam de forma sequencial passam a interagir em paralelo, integrando decisões desde as fases iniciais do projeto. Isso proporciona maior controle de prazos, melhor planejamento da obra e respostas mais ágeis às demandas do cliente e da legislação. Além disso, o modelo BIM pode ser utilizado posteriormente na operação e manutenção da edificação, reforçando sua utilidade ao longo de décadas.

No contexto da HIS, o BIM apresenta vantagens estratégicas. A previsibilidade orçamentária, o controle de quantitativos, a redução de desperdícios e a possibilidade de simulações de desempenho são fundamentais para garantir a viabilidade econômica e a qualidade técnica dos empreendimentos. Quando associado ao DG, o BIM se torna ainda mais poderoso, permitindo que soluções personalizadas sejam geradas e avaliadas com rapidez e precisão.

2.3 Integração entre Design Generativo e BIM em Habitações de Interesse Social

A articulação entre DG e BIM amplia as possibilidades projetuais em HIS, permitindo a geração automática de tipologias que podem ser testadas e validadas em ambientes digitais integrados. Como mostram Griz, Belarmino e Dutra (2020), a tradução das gramáticas de forma geradas por algoritmos em parâmetros compatíveis com BIM permite personalizar moradias de maneira automatizada, mantendo o controle sobre custos e tempo de execução.

Griz, Belarmino e Dutra (2020), reforçam que a convergência entre o DG e a metodologia BIM representa uma das frentes mais promissoras para a transformação dos processos de projeto arquitetônico, sobretudo em contextos que exigem escalabilidade, padronização e, ao mesmo tempo, personalização, como é o caso da Habitação de Interesse Social (HIS). Enquanto o DG atua na geração de alternativas formais e funcionais a partir de regras paramétricas, o BIM consolida essas soluções em um ambiente integrado de informações que permite a simulação, o planejamento e a gestão do empreendimento.



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



X Simpósio
de Design
Sustentável
Mundos por vir_



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

Essa integração técnica se dá por meio da tradução das gramáticas formais utilizadas no DG em parâmetros controláveis dentro do ambiente BIM. Griz, Belarmino e Dutra (2020, p. 31) descrevem esse processo ao afirmar que “a gramática foi traduzida em parâmetros, a fim de alimentar um sistema computacional de projetos pertencentes a uma mesma tipologia”. Essa abordagem viabiliza a geração automatizada de unidades habitacionais com diferentes composições, que podem ser avaliadas com base em critérios como eficiência energética, ventilação cruzada, iluminação natural, custos e tempo de execução.

A pesquisa também analisa a relação entre as linguagens de programação e os objetivos de desenvolvimento. Linguagens de programação visuais (VPLs), como Grasshopper e Dynamo, são mais indicadas para resolver tarefas práticas específicas devido à sua facilidade de aprendizado e uso, enquanto linguagens de programação textuais (TPLs), como C# e Python, são mais adequadas para desenvolvimentos mais complexos e sistemáticos, como a criação de plataformas de aplicação para suporte a processos. A principal conclusão é que, para desenvolver soluções DG-BIM complexas, as habilidades de programação são essenciais e diferentes linguagens se adaptam a diferentes objetivos e componentes do projeto.

A integração do DG com o BIM é vista como uma consolidação tecnológica que fortalece a capacidade do BIM na fase inicial do projeto e melhora a construtibilidade das soluções de projeto geradas automaticamente pelo DG. As abordagens e requisitos para o desenvolvimento do DG no contexto do BIM, buscam orientar projetistas e inspirar futuras pesquisas. O DG é um processo iterativo e orientado por regras, que utiliza modelagem algorítmica e paramétrica para explorar, melhorar e inteirar possibilidades de projeto, definindo metas e restrições de alto nível. Já o BIM é uma coleção de regulamentos, procedimentos e tecnologias que permite a criação, o registro e o gerenciamento de informações digitais de construções ao longo de todo o seu ciclo de vida. O BIM integrado ao Revit fornece uma API (Interface de Programação de Aplicações) que permite o desenvolvimento de ferramentas personalizadas e complementos, o que viabiliza a integração entre as duas tecnologias (Ma *et al.* 2021).

Outro ponto relevante da sinergia entre DG e BIM está na possibilidade de otimização de variáveis múltiplas. O sistema pode, por exemplo, gerar modelos alternativos a partir de diferentes orientações solares, inclinações do terreno ou perfis familiares, e, em seguida, avaliar cada alternativa dentro do ambiente BIM. Isso permite a escolha da solução mais adequada com base em dados reais e mensuráveis. Fonseca (2015, p. 362) reforça essa ideia ao afirmar que “os sistemas generativos de projeto são aplicações computacionais de criação que utilizam algoritmos, parametrização, simulação e técnicas de otimização de desempenho”.

No contexto da habitação social, Mororó *et al.* (2016) afirmam que essa capacidade é especialmente útil. Ela permite romper com a lógica da repetição mecânica, propondo uma repetição variada e adaptada às condições locais. Além disso, permite o controle de orçamentos, materiais e prazos, contribuindo para empreendimentos mais eficazes e



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



**X Simpósio
de Design
Sustentável**
Mundos por vir



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

sustentáveis. A integração entre DG e BIM não é apenas técnica, mas também metodológica, pois implica uma mudança no modo como se pensa o projeto arquitetônico: de um produto fixo para um processo flexível, interativo e orientado por dados.

Essa abordagem integrada ainda permite o avanço na participação social no processo projetual. Com o uso de interfaces digitais amigáveis, é possível apresentar diferentes variações aos futuros usuários, promovendo escolhas mais conscientes e garantindo que o projeto final reflita as reais necessidades e desejos da comunidade.

Essa integração permite ainda a simulação de cenários diversos a partir de dados reais — como orientação solar, declividade do terreno e número de moradores — o que favorece a escolha de soluções com melhor desempenho técnico e socioambiental. Mororó *et al.* (2016) e Fonseca (2015) reforçam que o uso simultâneo de DG e BIM torna possível sair da lógica de repetição padronizada, oferecendo soluções adaptadas sem aumentar os custos operacionais. Tal combinação favorece, inclusive, a participação social no processo projetual.

3 Metodologia

3.1 Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, qualitativa e exploratória, com abordagem integrativa. Foi conduzida por meio de revisão bibliográfica de artigos científicos, anais de eventos acadêmicos e publicações técnicas nacionais. A escolha por uma abordagem integrativa justifica-se pela intenção de cruzar aspectos técnicos, sociais e projetuais relacionados à aplicação de tecnologias digitais no contexto da HIS. (Mororó *et al.* 2016; Griz, Belarmino e Dutra, 2020; Santos *et al.*, 2023; Fonseca, 2015).

3.2 Procedimentos Adotados

Inicialmente, foram selecionados quatro textos principais, com publicações entre 2005 e 2024, localizados em plataformas como o Portal de Periódicos da CAPES e Blucher Proceedings. Esses documentos tratam de temas como DG, modelagem paramétrica, BIM e HIS. A leitura e análise desses textos foram organizadas em fichamentos temáticos que subsidiaram a construção do referencial teórico e das análises interpretativas.

A análise dos dados foi conduzida de forma qualitativa, focando na identificação de padrões, convergências e limitações das abordagens estudadas. Os principais eixos temáticos utilizados foram: (1) definição e aplicações do DG; (2) integração DG-BIM em HIS; (3) avaliação de desempenho de projetos generativos; (4) desafios de implementação tecnológica no setor público.

Os achados foram organizados em categorias interpretativas visando destacar os benefícios, os entraves e as recomendações para a aplicação integrada de DG e BIM em políticas habitacionais. Os resultados são apresentados na seção seguinte com base nessa sistematização.



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



X Simpósio
de Design
Sustentável
Mundos por vir



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

4 Resultados

A análise dos estudos revisados evidenciou que, embora haja consenso quanto ao potencial da integração entre DG e BIM em projetos de HIS, cada autor enfatiza aspectos distintos dessa relação. Os resultados aqui apresentados buscam examinar, decompor e interpretar os achados, revelando convergências, divergências e lacunas a serem exploradas.

De modo geral, os trabalhos convergem ao reconhecer que o DG amplia a diversidade formal e a adaptabilidade dos projetos, enquanto o BIM atua como plataforma de validação, simulação e gestão de informações ao longo do ciclo de vida da edificação. Essa complementaridade possibilita superar a lógica de padronização excessiva, gerando soluções mais adequadas ao contexto social, climático e territorial. Em contrapartida, alguns estudos divergem no enfoque de aplicação: enquanto Mororó *et al.* (2016) exploram a gramática da forma diretamente em ambiente BIM para gerar tipologias parametrizadas, Santos *et al.* (2023) priorizam a dimensão estética e bioinspirada, com integração ainda incipiente ao BIM. Essa divergência indica diferentes níveis de maturidade tecnológica na relação DG e BIM.

Outra contribuição identificada é a possibilidade de atuação em múltiplas escalas. Na escala da edificação, a integração permite criar tipologias flexíveis adaptadas a diferentes perfis familiares. No nível de lote e quadra, algoritmos podem otimizar implantação e orientação solar. Em conjuntos habitacionais, o DG possibilita arranjos variados testados no ambiente BIM para análise de desempenho socioambiental. Já no território, a sinergia entre DG e BIM pode apoiar decisões de planejamento urbano, ainda pouco exploradas na literatura. Essas observações evidenciam que, embora haja avanços em escalas micro (edificação) e meso (conjunto habitacional), permanecem lacunas quanto à aplicação em escalas macro (cidade e território), abrindo oportunidades para novas pesquisas (Santos *et al.* 2023).

Cabe destacar também que, enquanto Porto (2021) enfatiza a lógica evolutiva do DG como metodologia de inovação projetual, Griz, Belarmino e Dutra (2020) reforçam a necessidade de compatibilização dos modelos no BIM para assegurar viabilidade técnica e econômica. Assim, a análise crítica demonstra que a integração do DG e o BIM não é apenas uma soma de ferramentas, mas um campo de disputa conceitual e prática sobre como essas tecnologias podem ser inseridas em políticas habitacionais.

A aplicação do DG traz avanços significativos para a arquitetura, permitindo que o projetista foque nas ideias e conceitos criativos enquanto o computador se encarrega do processo mecânico de otimização. Múltiplas variáveis de projeto geram volumétricas otimizadas e plausíveis, oferecendo um leque de soluções ao projetista que poderão ser escolhidas para refinamento posterior. Esse método inova a lógica de projeto ao viabilizar a exploração de várias alternativas em pouco tempo e com maior qualidade, transformando a interação homem-máquina em um processo colaborativo capaz de ampliar a criatividade do arquiteto e reduzir limitações práticas do desenvolvimento de projetos (Porto, 2021).



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



**X Simpósio
de Design
Sustentável**
Mundos por vir_



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

Outra forma de entendermos as vantagens de que o uso do DG no contexto do projeto representa uma inovação significativa no processo de concepção arquitetônica é a de que seu uso amplia a capacidade do arquiteto ao automatizar etapas do desenvolvimento projetual. Segundo Giantini e Celani (2018 p. 11748-11761), essa abordagem possibilita integrar múltiplos condicionantes — estruturais, ambientais, materiais, funcionais e morfológicos — em um mesmo modelo, permitindo que o processo de projeto se torne mais abrangente e responsivo. Além disso, ao incorporar outros princípios, como os inspirados na natureza, como crescimento, adaptação, auto-organização e evolução, o DG oferece meios para a exploração de alternativas complexas e adaptativas, aproximando o fazer arquitetônico dos mecanismos biológicos.

Outra vantagem observada é a produção de soluções otimizadas, que atendem a critérios de desempenho e sustentabilidade, favorecendo um uso mais inteligente dos recursos disponíveis. Desse modo, o DG desloca a lógica tradicional de projeto, que se apoiava fortemente na representação visual, para uma lógica voltada à simulação de comportamentos e desempenhos materiais, consolidando-se como uma metodologia inovadora e eficiente.

Para Mineiro e Magalhães (2019, p. 6-16) as transformações que o uso de ferramentas digitais vem provocando no processo de concepção arquitetônica vem alterando a forma como a arquitetura é produzida desde os anos 1980. Inicialmente, o DP é visto apenas como um método que permite estabelecer relações lógicas entre variáveis de projeto, possibilitando a manipulação de parâmetros para gerar formas e soluções de maneira dinâmica.

Em seguida, percebemos que o DG funciona como uma evolução desse processo, no qual algoritmos e sistemas computacionais passam a explorar múltiplas possibilidades de soluções de forma automatizada. Dentre as principais contribuições apontadas, destacam-se também a capacidade de explorar muitas alternativas formais em tempo reduzido, a integração simultânea de condicionantes estruturais, funcionais e ambientais, bem como a otimização dos resultados segundo critérios de desempenho e sustentabilidade. É preciso enfatizar que tais abordagens não substituem o papel criativo do arquiteto, mas ampliam seu campo de atuação ao deslocar o foco do trabalho repetitivo para a análise crítica das soluções geradas.

Assim, o DP e o DG são apresentados como metodologias complementares que inovam a lógica projetual, promovendo maior eficiência, complexidade formal e integração no processo de projeto arquitetônico. É importante ressaltar que sempre que conseguimos organizar e sistematizar qualquer elemento do projeto existe a possibilidade de que possamos transformar esse processo em um algoritmo e parametrizar todos os seus condicionantes.

Kotaira (2020) aborda diversos desafios e limitações da prática do DG, destacando que o maior problema não é a tecnologia em si, mas sim a forma como ela se alinha com o processo de design humano. Atualmente, o DG simplifica o processo em três etapas lineares — briefing, ideação e decisão — o que não reflete a natureza caótica e iterativa do



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



X Simpósio
de Design
Sustentável
Mundos por vir_



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

trabalho dos designers. O processo iterativo, que envolve revisões, mudanças de orçamento e opiniões de terceiros, não é acomodado pelo DG, que exige um "reset" completo do zero para qualquer alteração.

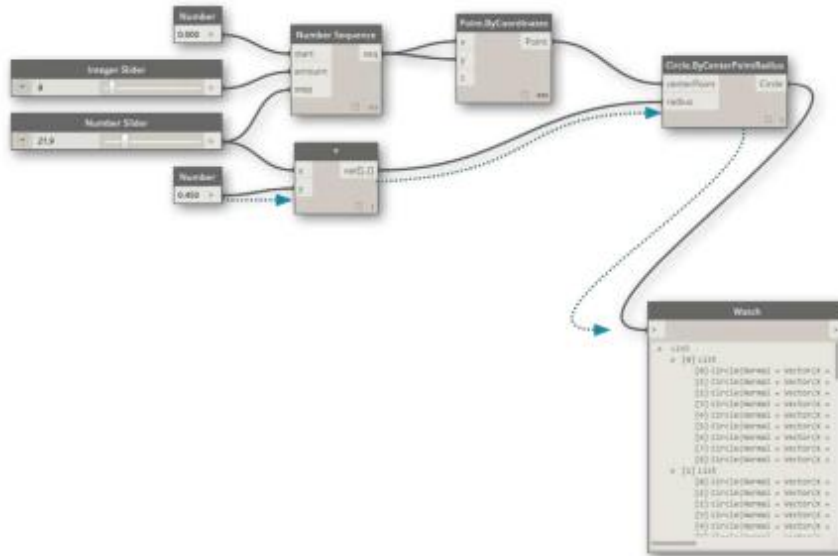
Outra grande limitação é o "paradoxo da escolha", um conceito do psicólogo Barry Schwartz. O DG, ao gerar centenas de opções, sobrecarrega o designer com a tarefa de escolher a melhor solução, o que pode levar à paralisia e insatisfação. Além disso, a maioria das opções geradas não é viável, e a quantidade não compensa a falta de qualidade. A autora argumenta que os algoritmos atuais não conseguem distinguir boas de más ideias e não há uma métrica universalmente aceita para o que distinguir um bom design em arquitetura, dificultando a filtragem automatizada. A prática atual requer um "super profissional" para filtrar os resultados, e o sistema só será prático se trabalhar em conjunto com o ser humano, aprimorando o processo existente em vez de substituí-lo (Kotaira, 2020 p.3-11).

O DG é descrito por Araújo (2024) como uma metodologia avançada que emerge do design computacional, juntamente com o DP e o design algorítmico, e se destaca como uma ferramenta de transformação no processo de projeto inovador. Ele permite a criação rápida de múltiplas soluções complexas e adaptáveis para um problema específico, superando as limitações dos métodos tradicionais de desenho manual. Essa abordagem não apenas aumenta a eficiência e a agilidade, mas também otimiza a produtividade, liberando os arquitetos de tarefas repetitivas e mecânicas para que possam se concentrar em aspectos mais criativos e funcionais do projeto.

O DG acaba se tornando um processo iterativo que utiliza entradas definidas pelo usuário—como regras e parâmetros—para gerar e avaliar diversas opções de design que atendem a metas específicas. As vantagens dessa metodologia incluem a capacidade de otimização de estruturas, desempenho e estética de uma obra utilizando suas variações e ferramentas, como a gramática da forma e os algoritmos evolutivos. A gramática da forma permite gerar variações de um objeto a partir de regras, enquanto os algoritmos evolutivos, como os encontrados em plugins como o Galápagos e Wallacei, permite simular processos biológicos para encontrar a melhor solução entre várias possibilidades, como otimizar a distância entre ambientes ou a incidência de luz solar. Essas ferramentas demonstram as diversas funções do DG na resolução de problemas complexos, desde a setorização de plantas baixas até o refinamento de elementos de fachada (Araujo,2024). Podemos ver a programação de parâmetros gráficos na Figura 2.



Figura2 2: Conjunto de parâmetros utilizados no Dynamo.



Fonte: Araújo (2024).

Para sistematizar esses achados, organizou-se a análise em quatro escalas de aplicação (edificação, lote/quadra, conjunto habitacional e cidade/território). Essa estrutura evidencia onde os estudos convergem, divergem e deixam lacunas a serem exploradas. O Quadro 1 sintetiza essas interpretações e permite visualizar a diversidade de enfoques sobre a integração DG-BIM.

Quadro 1 – Usos do DG e BIM em HIS por escala de aplicação

Escala	Uso do Design Generativo e BIM	Objetivo
Edificação	Geração paramétrica de tipologias habitacionais	Atender perfis familiares diversos e adaptar unidades às condições do terreno
	Simulação de desempenho térmico e lumínico via BIM	Aumentar o conforto ambiental e reduzir consumo energético
	Crescimento progressivo parametrizado	Permitir ampliações planejadas e compatíveis com infraestrutura existente
Lote / Quadra	Implantação automatizada de unidades no terreno com otimização solar e viária	Melhorar orientação solar, ventilação e mobilidade entre unidades
	Organização espacial integrada ao entorno	Evitar barreiras físicas e promover integração urbana
Conjunto habitacional	Geração de múltiplos cenários de arranjo urbano via algoritmos	Otimizar densidade, uso do solo e acesso à infraestrutura
	Simulação de infraestrutura hídrica e viária	Reduzir impacto ambiental e racionalizar recursos



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



**X Simpósio
de Design
Sustentável**
Mundos por vir_



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

Cidade / Território	Apoio à decisão para planejamento urbano em áreas de expansão ou requalificação	Gerar alternativas viáveis de adensamento com respeito ao contexto local
	Planejamento orientado por dados e participação social assistida por DG e BIM	Favorecer soluções mais democráticas e alinhadas às demandas da comunidade

Fonte: Os autores, com base em Mororó *et al.* (2016), Santos *et al.* (2023) e Fonseca (2015).

Os resultados demonstram, portanto, que a integração entre DG e BIM é promissora, mas ainda desigual em termos de aplicação. Enquanto há robustez nos estudos sobre geração paramétrica e simulação de desempenho, nota-se carência de abordagens que explorem sua inserção em escalas maiores e em políticas habitacionais públicas. Essa lacuna aponta para a necessidade de pesquisas que articulem não apenas os aspectos técnicos, mas também as dimensões sociais e institucionais da habitação.

A próxima seção apresenta as considerações finais da pesquisa e as recomendações para a implementação prática dessas tecnologias em políticas públicas de HIS.

5 Considerações Finais

A presente pesquisa teve como objetivo investigar de que forma a integração entre o DG e o BIM pode contribuir para a inovação e o aprimoramento da HIS no Brasil. A partir da revisão bibliográfica e da sistematização de aplicações por escala, confirmou-se a hipótese de que o uso combinado dessas ferramentas amplia significativamente a capacidade de resposta do projeto às demandas contextuais, técnicas e sociais.

Verificou-se que o DG permite automatizar a geração de alternativas arquitetônicas parametrizadas, promovendo diversidade formal e adaptação às condições do entorno sem perder a lógica da construção em série. Por sua vez, o BIM atua como plataforma integradora que possibilita a simulação, a compatibilização e o planejamento eficiente dos empreendimentos, promovendo transparência e controle desde a concepção até a operação.

A articulação entre essas tecnologias revelou-se especialmente potente para contextos de HIS, nos quais é necessário conciliar baixo custo, racionalização produtiva e qualidade habitacional. A possibilidade de testar rapidamente múltiplos cenários, avaliar desempenho técnico e incorporar dados reais amplia a eficácia das decisões projetuais. Além disso, a integração favorece a participação dos futuros usuários, fortalecendo os princípios de equidade e inclusão.

Contudo, o estudo também evidencia desafios importantes: limitações orçamentárias, barreiras institucionais e a carência de capacitação técnica nos órgãos públicos ainda dificultam a adoção dessas abordagens em larga escala. Recomenda-se, portanto, o investimento em formação profissional, o estímulo à pesquisa aplicada e a revisão dos modelos licitatórios para incorporar inovação tecnológica nos processos de produção habitacional.



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



X Simpósio
de Design
Sustentável
Mundos por vir_



PPGDg UFMA
Programa de
Pós-Graduação
em Design

Por fim, sugere-se que estudos futuros aprofundem as possibilidades de uso do DG e do BIM em contextos específicos, como assentamentos precários, áreas patrimoniais e zonas de risco, bem como explorem a integração com tecnologias emergentes como inteligência artificial e gêmeos digitais. O uso sinérgico de DG e BIM representa não apenas um avanço técnico, mas uma mudança de paradigma no modo de projetar, construir e habitar a cidade.

6 Referências

ARAÚJO, Lucas A. **Arquitetura digital**: Aplicação de Design Generativo na arquitetura. 2024. 199f. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2024. P. 22, 29, 31, 48, 50, 191.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 2. ed. Hoboken: Wiley, 2011.

MORORÓ, M. S. de M.; ROMCY, N. M. e S.; CARDOSO, D. R.; BARROS NETO, J. de P. Proposta paramétrica para projetos sustentáveis de Habitação de Interesse Social em ambiente BIM. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 27-44, out./dez. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

FONSECA, A. Design generativo, morfogênese e lógica evolutiva: por uma metodologia de projeto baseada em simulação e desempenho. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 349–372, 2015.

GIANTINI, Guilherme; CELANI, Gabriela. Projeto Morfogenético: uma revisão. In: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (ENANPARQ), 5., 2018, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: UFBA, 2018. p. 11746-11769.

GRIZ, Cristiana M. S.; BELARMINO, Thaciana; DUTRA, Julia. Habitação de Interesse Social Generativa: a gramática da forma como instrumento de projeto. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 113–129, 2020. DOI: 10.11606/gtp.v15i3.168932. Disponível em: <https://revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/168932>. Acesso em: 2 de set. de 2025.

KOTAIRA, K. Generative design em projetos de edifícios: o paradoxo da escolha. **Innovation & Technological Development**, 1(2), (2020. P.3-11).

MA, Wei; WANG, Xiangyu.; WANG, Jun.; XIANG, Xiaolei.; SUN, Junbo. Generative Design in Building Information Modelling (BIM): Approaches and Requirements. **Sensors** v. 21, n. 16, p. 1-26, 2021. <https://doi.org/10.3390/s21165439>. Acesso em: 2 de set. de 2025.

MINEIRO, Érico F.; MAGALHÃES, C. F. Design paramétrico e generativo: modos de explorar a complexidade. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 6–16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v14i2.151419>. Acesso em: 2 de set. de 2025.



**JOP'25
DESIGN**
VI Jornada de Pesquisa do Programa
de Pós-Graduação em Design - UFMA

3 a 5
DEZ
2025

São Luís - MA



X Simpósio
de Design
Sustentável
Mundos por vir_



MITCHELL, William J. Constructing Complexity: Computer Aided Architectural Design Futures 2005: **Proceedings of the 11th International CAAD Futures Conference held at the Vienna University of Technology**, Vienna, Austria, on June 20-22, 2005. Springer, Netherlands, 2005. p.41-50. Disponível em: <https://revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/151419>. Acesso em 2 de set. de 2025.

PORTO, Nicholas Ortiz. **Análise do uso de design generativo nas fases iniciais do projeto arquitetônico**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, p. 38-39.2021.

SANTOS, Marcelo C. L.; MAIA, Ivana M. O.; Furtado, Cássia C.; SILVA, Inez M. L.; "Design generativo de texturas paramétricas bioinspiradas na morfologia vegetal Maranhense.", p. 1522-1525. In: **Anais do ERGODESIGN & USIHC 2023 & JOP'Design 2023**. São Paulo: Blucher, 2023. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/ergodesign2023-107