Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 4º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

[1]A RESILIÊNCIA NA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: UMA PROPOSIÇÃO BASEADA NO USO DE BIM

Resilience in social interest housing: a proposal based on the use of BIM

Sandra Albino Ribeiro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte | Natal, RN |
sandra.albino.052@ufrn.edu.br

RESUMO

A construção civil consome considerados recursos e energia, além de ser um dos grandes produtores de resíduos no Brasil e no mundo. A par destas questões, nota-se uma preocupação crescente quanto a sustentabilidade do edifício bem como a sua resiliência, especialmente, frente as catástrofes ambientais e humanitárias que assolam o planeta nos últimos tempos. Diferentes pesquisas apresentam caminhos para mitigar esses problemas entre elas a promoção da qualidade do ambiente construído e a incorporação de inovações tecnológicas no projeto de arquitetura. Nesse contexto, este artigo, fruto de uma pesquisa de doutorado em andamento, tem por objetivo apresentar alguns critérios da flexibilidade, considerada como um dos atributos da Resiliência, e a sua conversão em parâmetros para a formulação de algoritmos. Os resultados indicam que será possível avaliar o nível de flexibilidade em projetos de arquitetura modelados em ambiente BIM e a algoritimização em ferramenta de Linguagem de Programação Visual poderá automatizar essa avaliação. Em termos metodológico, a pesquisa é pautada em um estudo exploratório e se baseia na Revisão Sistemática da Literatura. Os resultados apresentados são preliminares, mas demonstram a viabilidade da tese em andamento e reforçam que é possível reunir diferentes campos para melhorar o ambiente construído.

Palavras-chave: BIM; Resiliência no Ambiente Construído; Projeto de Arquitetura; Habitação de Interesse Social; Flexibilidade.

ABSTRACT

Civil construction consumes considerable resources and energy, in addition to being one of the major producers of waste in Brazil and in the world. Alongside these issues, there is a growing concern about the sustainability of the building as well as its resilience, especially in the face of the environmental and humanitarian catastrophes that have plagued the planet in recent times. Different researches present ways to mitigate these problems, among them the promotion of the quality of the built environment and the incorporation of technological innovations in architectural design. In this context, this article, the result of ongoing doctoral research, aims to present some flexibility criteria, considered as one of the attributes of Resilience, and its conversion into parameters for the formulation of algorithms. The results indicate that it will be possible to evaluate the level of flexibility in architectural projects modeled in a BIM environment and the algorithmization in a Visual Programming Language tool will be able to automate this evaluation. In methodological terms, the research is based on an exploratory study and is based on the Systematic Literature Review. The presented results are preliminary, but demonstrate the viability of the thesis in progress and reinforce that it is possible to bring together different fields to improve the built environment.

Keywords: *BIM; Resilience in the Built Environment; Architectural design; Social Housing; Buildings flexibility*

1 INTRODUÇÃO

O déficit habitacional é um problema crônico que afeta o Brasil e vários outros países. Ele incide, especialmente, sobre as famílias de baixa renda e se apresenta de forma quantitativa e qualitativa. Na primeira, vê-se a necessidade de construções de novas moradias e, na segunda, exige-se a adequação do domicílio. De acordo com a Tese de Impacto Social em Habitação (2019) no território nacional são necessárias 5,9 milhões de novas residências e existem 24,9 milhões de moradias inadequadas. É provável que nos últimos anos estes valores tenham aumentado em razão da crise econômica potencializada pela pandemia da Covid 19 (*CoronaVirus Disease-2019*).

[1]RIBEIRO, S. A A resiliência na habitação de interesse social: uma proposição baseada no uso de BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

Certamente esses números seriam maiores se na última década o Estado brasileiro não tivesse implementado programas e políticas públicas para proporcionar o acesso à casa própria, tais como o Programa Minha Casa Minha Vida. De fato, ocorreu o aumento sensível na produção de habitação, especialmente, as de interesse social. Sob esse contexto, os resultados de alguns estudos que são apoiados na avaliação pós ocupacional (APO) indicam a satisfação dos beneficiários. Isso ocorre, pois muitos moradores viviam antes em situações precárias, em área de risco ou tinha um custo elevado como aluguel. De tal modo esse contentamento se dar em ter uma propriedade e em viver no local urbanizado e no imóvel bem construído. Todavia essa visão é particular e máscara elevados pontos críticos (LOGSDON; FABRICIO, 2020).

O grande montante desta provisão habitacional se baseia em projetos padronizados, executados em larga escala, com baixa qualidade e que em sua grande maioria se localizam às margens das cidades. Este modo de produção da Habitação de Interesse Social (HIS), recorrentemente adotado pelo mercado bem como pelo Estado brasileiro, reproduz padrões de unidades habitacionais com inúmeros problemas que têm sido discutidos pela literatura (AMORE; SHIMBO; RUFINO, 2015; BLUMENSCHEIN; PEIXOTO; GUINANCIO, 2015). Interessa, neste artigo, destacar a incompatibilidade da moradia com os arranjos familiares, com os novos modos de vida e com os anseios dos moradores. Derivam disso ações que afetam a renda dos usuários como a realização de adequações ou de reformas sem a devida orientação técnica que embora possam gerar soluções positivas e inovadoras (BORTOLI; VILLA, 2020a) nem sempre solucionam os problemas, e podem causar obras com riscos estruturais, desperdícios de materiais, custos não planejados, baixo desempenho técnico e prejuízos ao bem-estar de seus utentes (BORTOLI; VILLA, 2020a; BORTOLI; VILLA, 2020b; ARAUJO; VILLA, 2020). Além da promoção de custos financeiros a famílias que têm severas restrições orçamentárias, tem-se a proliferação de construções com menor eficiência energética, a degradação ambiental com a geração de entulhos e o risco à segurança dos moradores.

Para mudar esse cenário é preciso realizar várias ações, entre elas, impulsionar a qualidade da Habitação de Interesse Social e incorporar inovações tecnológicas a produção do edifício. Nesse sentido, alguns estudos advogam pela aplicação da Resiliência no Ambiente Construído no projeto de arquitetura (BORTOLI; VILLA, 2020a; BORTOLI; VILLA, 2020b; ARAUJO; VILLA, 2020), outros pela adoção de novos paradigmas como o *Building Information Modeling* (LOGSDON; FABRICIO, 2020) e a sua vinculação com diversas vertentes como aprendizado de máquina (BRÍGITTE; RUSCHEL, 2020). Vale destacar que nos últimos tempos tem aumentado o número de iniciativas que estabelecem o uso do BIM no projeto arquitetônico como obrigatório ou recomendado como exemplo temos: o Decreto Federal de número 10.306 (2020); e o Caderno de Projetos em BIM SEHAB/SP (2019).

À luz desse panorama o artigo, que é fruto de doutorado em andamento no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - PPGAU/UFRN, tem por objetivo apresentar alguns critérios da flexibilidade, considerada como um dos atributos da Resiliência, e a sua conversão em parâmetros para a formulação de algoritmos. Os resultados indicam que será possível avaliar o nível de flexibilidade em modelos BIM de arquitetura e que a algoritimização em ferramenta de Linguagem de Programação Visual poderá automatizar essa avaliação. Por fim, o artigo tem natureza exploratória e foi realizado a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e baseou-se no procedimento proposto por GODOI (2018) para estruturar os resultados, sobretudo, em linguagem diagramática como fluxograma. A seguir são apresentadas essas etapas por meio de tópicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apresenta-se, aqui, duas visões conceituais preliminares. Uma sobre a relação da Resiliência com a HIS e a outra sobre o projeto arquitetônico e os paradigmas digitais, em especial, o BIM

2.1 A Resiliência na Habitação de Interesse Social

O debate sobre o desenvolvimento sustentável do ambiente construído abrange diferente eixos temáticos - dos ambientais, passando pelos sociais, econômicos, culturais até tecnológicos - e depara-se com inúmeros desafios entre eles o aumento expressivo de populações vulneráveis que habitam moradias inadequadas muitas vezes situadas em áreas de risco ou em lugares desprovidos de infraestrutura urbana, de equipamentos públicos, de serviços e de oportunidades de trabalho (BARROS; PINA, 2011). Outro desafio é enfrentar as práticas estabelecidas pelo mercado que impõe construções padronizadas, de baixa qualidade, executadas em larga escala, movidas pelos interesses financeiros e locadas de modo segregado a urbes, agravando ainda mais a vulnerabilidade dessas pessoas (BARROS; PINA, 2011).

Destaca-se que adquirir um imóvel representa um esforço considerado para a maioria das famílias, não apenas durante o processo de compra em que se contrai empréstimos e se pagam elevados encargos, mas também devido aos custos para mobiliar, manter e operar o edifício (PEDRO, 2000). Nesse contexto, é essencial evocar novas posturas e reflexões que promovam espaços mais sustentáveis e que impulsione a qualidade habitacional e, consequentemente, a satisfação aos seus utentes.

A Resiliência associa-se a essa discussão, considerando a sua abrangência que tem sido aplicado em diversos campos do conhecimento, sendo visto desde a Ecologia até a Arquitetura e Urbanismo. Nesta área tem sido interpretada como um componente inerente ao ambiente construído, que permite a resistência a determinadas desordens, adaptação, mudanças e transformações, indicando novas configurações quando não for possível resistir ou adaptar-se. Tudo isto é feito, ao longo do tempo, sob a premissa de se utilizar a menor quantidade de recursos possível, vislumbrando assim um modo sustentável (CAVALLIERE *et al*, 2019).

Nos últimos tempos, esse termo passou a ser adotado em agendas de relevância internacional, as Nações Unidas, por exemplo, inseriram o termo na *The New Urban Agenda* (2017) e *The Sustainable Development Goals* 2030 Agenda (2015). Esta agenda tem no seu objetivo 11 o seguinte compromisso: “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” (UNITED NATIONS, 2015). É provável que essa expressão seja cada vez mais utilizada, tendo em vista o crescimento significativo das urbes e dos seus problemas, além dos impactos oriundos das mudanças climáticas e dos desafios emanados pelas instabilidades econômicas e pelas transformações na sociedade contemporânea.

As pesquisas realizadas pelo grupo MORA (da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia) trazem a percepção da Resiliência como uma qualidade esperável, especialmente, em HIS e apresentam seis atributos reconhecidos como principais facilitadores desse conceito, são eles: bem-estar, engajamento, flexibilidade, acessibilidade, adequação climática e adequação ambiental (BORTOLI; VILLA, 2020a; BORTOLI; VILLA, 2020b; ARAÚJO; VILLA, 2020). Os resultados do MORA indicam que existem três elementos chaves que interceptam e descrevem a resiliência: o impacto, a capacidade adaptativa e a vulnerabilidade. Em síntese, um sistema sofre um impacto - impostos ou imprevistos - e esse sistema responde de modo positivo "adaptando, transformando ou resistindo" ou respondendo de maneira negativa se comportando como "vulnerável". Dessa maneira, os atributos são condutores de soluções positivas frente aos impactos experimentados e promovem construções mais sustentáveis e adequadas às demandas sociais.

As investigações supracitadas inserem-se na área da Avaliação Pós-Ocupacional (APO) e, de modo geral, objetivam: detectar os aspectos que levam à vulnerabilidade e à capacidade adaptativa do espaço; elencar e delimitar os atributos e seus indicadores; e descrever o nível de resiliência de alguns conjuntos habitacionais através de estudos de caso. Em síntese, elas fomentam contribuições significativas, contudo não fecharam todas as fronteiras sobre esse tema e indicam a necessidade de mais estudos. Ressalta-se que o artigo contribuiu em associar o tema da Resiliência do Ambiente Construído aos paradigmas digitais, em particular, o BIM (este tema será tratado no próximo tópico).

É de interesse neste trabalho abordar o atributo da flexibilidade, uma vez que ele pode responder a um problema recorrente na produção de HIS, no caso a baixa flexibilidade espacial. Tem-se nisto a negação dos diferentes usos e arranjos familiares, ignora-se tanto a escolha da composição da planta quanto à possibilidade de expansão e alterações por parte dos seus utentes. Projetos flexíveis mitigam a obsolescência do ambiente construído e ampliam a satisfação dos seus usuários, visto que eles permitem que os seus moradores ao longo do tempo possam modificar, com menor número de recursos, os espaços físicos e até mobiliários a fim atender novas demandas como a adição de um novo membro na família e a insurgência de uma nova atividade como o trabalho remoto (LOGSDON; FABRICIO, 2020).

2.2 Paradigimas digitais: BIM

Atualmente três paradigmas permeiam a arquitetura: o projeto generativo (fundamentado em sistemas generativos), o projeto performativo (baseado no desempenho) e o projeto em BIM (firmado na interoperabilidade e na modelagem da informação) (SEDREZ; MARTINO, 2018). Sobre este, sabe-se que existe uma grande quantidade de significados atribuídos, os mais referenciados remetem ao conceito de uma metodologia de trabalho baseada em processos, políticas e tecnologias dentro das áreas de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação do edifício (AECO).

Além disso, tem-se a visão de que o fio condutor do BIM é a modelagem virtual da construção, a qual é formada por objetos paramétricos que permitem automação de alguns processos, sobretudo, na etapa da documentação e possibilitam a inserção de informações de qualquer etapa do ciclo de vida do edifício. O modelo BIM compõe, portanto, um banco de dados que atua desde as fases iniciais do projeto, passando pela simulação da construção e chegando à operação do edifício, assim pode ser utilizado pelos diferentes agentes da AECO (ANDRADE; RUSCHEL, 2011; CHECCUCCI, 2019) e favorece a integração simultânea de diferentes fontes de conhecimento durante o processo de projeto (EASTMAN *et al*, 2011).

O projeto performativo e o projeto generativo se fundamentam, recorrentemente, na modelagem paramétrica que não é constituída de objetos como o BIM e a sua construção depende necessariamente do uso de algoritmos, os quais são criados por meio de *scripts* ou programação visual. Ambos os paradigmas chamam a atenção pelo potencial em gerar formas orgânicas, complexas e inusitadas, que raramente são geradas pelas ferramentas tradicionais. Além de promoverem meios de análises e avaliação do desempenho do edifício e possibilitar uma diversidade de soluções projetuais, sobretudo, quando baseado em Sistemas Generativos como a Gramática da Forma de Stiny e Gips (1971), Fractais de Mandelbrot (1983), Autônomo Celular oriundo dos estudos de John Von Neumann e Stainislaw e Algoritmos Genéticos originado em pesquisas sobre inteligência artificial (ARAÚJO, 2018; MARTINO, 2018; MENDES, 2018; SEDREZ ,2018, SEDREZ; MARTINO,2018). Vale frisar que a modelagem paramétrica só tem sentido se for definida a partir de um objetivo e de uma estrutura conceitual, a qual guiará a elaboração e a exploração do artefato projetado, ou seja, a definição algorítmica (STALS; JANCART; ELSON, 2021).

Por último, é interesse deste trabalho adotar o paradigma BIM, visto que se observam na atualidade diferentes forças que impulsionam a sua adoção na rotina de escritórios e construtoras no Brasil e no mundo.

3 RESULTADOS

Durante a Revisão Sistemática da Literatura foi possível levantar alguns dos critérios de projetos que proporcionam a flexibilidade na arquitetura. Inicialmente notou-se que a flexibilidade é agrupada em inicial e em permanente. A primeira ocorre na fase de concepção ou antes da entrega do imóvel com a participação do usuário no processo ou na construção. Já a segunda, também conhecida por contínua, ocorre durante a ocupação do imóvel quando há a possibilidade de modificar ou adaptar a composição interna. Sabendo disso, os critérios elencados foram divididos em inicial ou permanente, ver o quadro 1.

Quadro 1: Critérios de projetos para verificar a flexibilidade

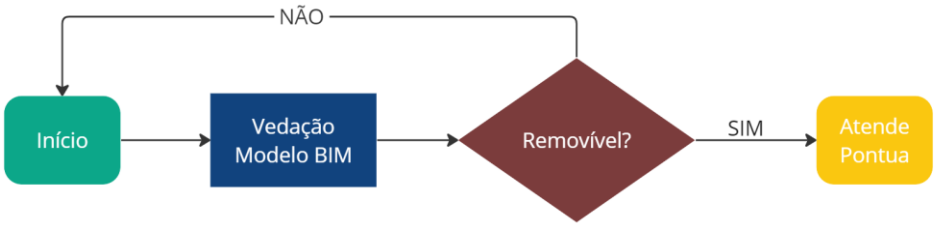
TIPO DE FLEXIBILIDADE	CRITÉRIOS	AUTOR
INICIAL	Elementos de construção removíveis	Cavalliere *et al*, 2019
PERMANENTE	Uso múltiplo de espaços	Finkelstein (2009) Pedro (2000)

Fonte: Autores

Esses critérios foram convertidos em parâmetros para a formulação de algoritmos através do procedimento indicado por GODOI (2018). Em síntese, esta autora traça os seguintes passos: 1) identificação de textos que contêm parâmetros; 2) tradução gráfica da descrição e da relação entre parâmetros; 3) elaboração de sentenças matemáticas indicando as interrelações e dependências entre parâmetros, contendo o uso de expressões típicas das linguagens de programação (IF/THEN/ e AND/OR). Após a identificação dos parâmetros em cada critério, foram definidos os procedimentos para algoritimização (em linguagem diagramática, como o fluxograma).

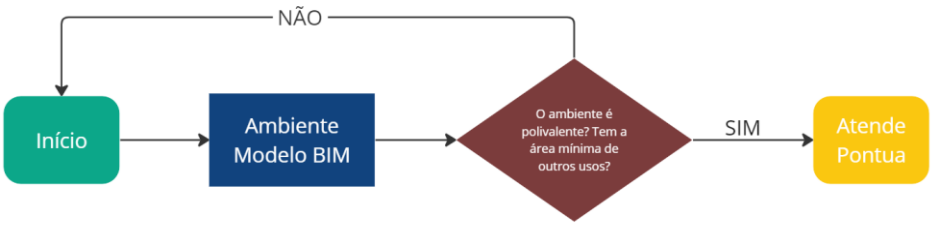
Os resultados são vistos nos fluxogramas a seguir (ver figuras 1 e 2), essas peças gráficas apresentam os parâmetros e a sequência de tarefas que serão executadas na ferramenta de programação visual acoplada a ferramenta de modelagem. Cabe reforçar que a ideia é que o modelo BIM apresente os dados intrínsecos de cada critério, por exemplo, os tipos de paredes devem apresentar a informação se são constituídas de blocos de vedação ou estrutural. No caso do critério uso múltiplo de espaços, o intuito é verificar se um determinado ambiente como quarto tem a área mínima para outros usos como escritório, sala e cozinha.

Figura 1: Fluxograma: Elementos de construção removíveis



Fonte: Autores

Figura 2: Fluxograma: Uso múltiplo de espaços



Fonte: Autores

Com base nesses resultados, foram traçados os próximos passos da pesquisa, em andamento, que consistem na construção de rotinas no aplicativo Dynamo®, que é baseado na Linguagem de Programação Visual e é acoplado ao *software* Autodesk Revit®. Vale frisar que a associação dessas duas ferramentas possibilita a elaboração de modelos paramétricos, a automatização de tarefas repetitivas no ambiente da modelagem BIM, operações matemáticas e entre outras aplicações. Optou-se em trabalhar com essas ferramentas, uma vez que o fabricante disponibiliza licenças educacionais e o fato de o Dynamo conectar diretamente com o Revit, mitigando as chances de romper o fluxo de informação entre a programação computacional e o modelo BIM.

Outro passo será a utilização desse *software* de modelagem como meio de redesenho de projetos de HIS para a avaliar o atributo da flexibilidade e, consequentemente, o nível da Resiliência no Ambiente Construído. Considera-se neste trabalho o redesenho com uma técnica a qual permite ampliar a interpretação do projeto e a realização da análise gráfica com mais acurácia (RIBEIRO; MASINI, 2013). Do outro lado, o Dynamo será empregado com intuito de computar, de modo automático, os critérios de flexibilidade do projeto a partir da leitura das propriedades do modelo e dos seus objetos no ambiente BIM. Cabe destacar que esse ambiente de modelagem deverá estar configurado a fim de operar a correta leitura e a automação dos dados e, nesse sentido, propõe-se reunir e adaptar o material de Logsdon e Fabrício (2020) que disponibilizam um Template e Famílias de mobiliário em Revit voltados aos projetos de HIS.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de apresentar alguns critérios da flexibilidade, considerada como um dos atributos da Resiliência, e a sua conversão em parâmetros para a formulação de algoritmos foi alcançado. Nesse sentido, o uso do modelo BIM para avaliar os critérios de projetos que promovam a flexibilidade do edifício é viável. Como continuidade a este estudo, propõem-se executar um projeto piloto com os dados levantados, identificar outros critérios bem como realizar novas algoritimizações, além de trabalhar com outros atributos, em particular, o da adequação ambiental. A verificação desses atributos possibilitará a avaliação da Resiliência no Ambiente Construído e o uso do paradigma BIM tornará esse processo mais rápido e eficiente. Com isso será possível identificar a qualidade espacial em projetos de HIS e comprovar padrões, restrições ou possibilidades na produção contemporânea.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFINO, M. B. C. **Minha casa... e a cidade?** avaliação do programa minha casa minha vida em seis estados brasileiros. Rio de Janeiro: Letra capital, 2015

ANDRADE, M.; RUSCHEL, R. *Building Information Modeling* (BIM). IN: KOWALTOWSKI, D. C. C.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE, J. R. D.; FABRICIO, M. M. (Orgs). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia.** 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. cap. 4, p.80-99.

ARAUJO. A. L. Autônomos celulares – definição e aplicação na arquitetura. in: Celani, m. g. c.; Sedrez. (organizadores**). Arquitetura contemporânea e automação**: prática e reflexão. São Paulo: probooks, 2018. p. 69 a 84.

ARAUJO, G. M.; VILLA, S. B.A. Relação entre bem-estar e resiliência na habitação social: um estudo sobre os impactos existentes. **Ambiente Construído**, porto alegre, v. 20, n. 3, p. 141-163, jul./set. 2020. issn 1678-8621 associação nacional de tecnologia do ambiente construído. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000300422. Acesso em: 15 jan. 2023.

ARTEMISIA. **Tese de Impacto na Habitação**. São Paulo: Artemisia/GERDAU, 2019. Disponível em: https://artemisia.org.br/habitacao/tese/. Acesso em: 14/01/2023.

BARROS, R.R.N.P., PINA, S.A.M.G. A humanização no projeto da habitação coletiva IN: KOWALTOWSKI, D. C. C.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE, J. R. D.; FABRICIO, M. M. (Orgs). **O processo de projeto em arquitetura**: da teoria à tecnologia. p.245-271, 2011. São Paulo: Oficina de textos.

BORTOLI, K. C. R; VILLA, S. B. Conforto ambiental como atributo para a resiliência em habitações de interesse social brasileiras. **Revista Projetar** - projeto e percepção do ambiente, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 126–140, 2020a. doi: 10.21680/2448-296x.2020v5n3id20077. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/20077. Acesso em: 15 jan. 2023.

BORTOLI, K. C. R. DE; VILLA, S. B. Adequação ambiental como atributo facilitador da resiliência no ambiente construído em habitações de interesse social. **Ambiente Construído**, porto alegre, v. 20, n. 1,p. 391-422, jan./mar. 2020b. ISSN 1678-8621. associação nacional de tecnologia do ambiente construído. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000100381. Acesso em: 15 jan. 2023.

BLUMENSCHEIN, R. N.; PEIXOTO, E.; GUINANCIO, C. **Avaliação da qualidade da habitação de interesse social**: projetos urbanístico e arquitetônico e qualidade construtiva. Brasília: UNB, FAU, 2015.

BRASIL. **Decreto N° 10.306**, 02 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- EstratégiaBIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreton-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946. Acesso em: 14/01/2023.

BRÍGITTE, G. T. N.; RUSCHEL, R. C. Operacionalização de parâmetros de projeto por meio do enriquecimento semântico em modelos BIM de habitação de interesse social. **Gestão e Tecnologia de projetos,** São Carlos, v15, n2, p.20-32, 2020. http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v15i2.159857. Acesso em: 15 jan. 2023.

CAVALLIERE, C., DELL'OSSO, G.R., FAVIA, F., LOVICARIO, M. BIM-based assessment metrics for the functional flexibility of building designs. **Automation in Construction**, v. 107. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102925. acesso em: 15 jan. 2023.

CHECCUCCI, E. de S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **Parc** pesquisa em arquitetura e construção, Campinas, SP, v. 10, p. E019008, 2019. Doi: 10.20396/parc. v10i0.8653708.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. hoboken, New Jersey: john wiley & sons, 2011.

FINKELSTEIN, C. W. **Flexibilidade na Arquitetura Residencial** - um estudo sobre o conceito e sua aplicação. 2009. 173f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009

GODOI, G. PROCEDIMENTOS ALGORÍTMICOS: O Método Albertiano. IN: CELANI, M. G. C.; SEDREZ. (ORGANIZADORES). **ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA E AUTOMAÇÃO**: prática e reflexão. SÃO PAULO: PROBOOKS, 2018. P. 29 A 40

LOGSDON, L.; FABRICIO, M. M. Instrumentos associados de apoio ao processo de projeto de moradias sociais. **Ambiente Construído**, porto alegre, v. 20, n. 2, p. 401-423, abr./jun. 2020. ISSN 1678-8621 associação nacional de tecnologia do ambiente construído. http://dx.doi.org/10.1590/s1678- 86212020000200406. Acesso em: 15 jan. 2023.

MARTINO. J. A. de. Algoritmos evolutivos: Aplicações em uma estrutura para sombreamento. in: Celani, m. g. c.; Sedrez. (organizadores**). Arquitetura contemporânea e automação**: prática e reflexão. São Paulo: probooks, 2018. p. 85 a 98.

MENDES. L.T. Gramática da forma: aplicações em habitação social. in: Celani, m. g. c.; Sedrez. (organizadores**). Arquitetura contemporânea e automação**: prática e reflexão. São Paulo: probooks, 2018. p. 41 a 54.

RIBEIRO, P. P. A.; MASINI, D. A representação na análise de projeto. In: 2º Colóquio de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo e Design. Brasil - Portugal: UFU e UL, 2013, Uberlândia. **Anais [...].** 2º Colóquio de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo e Design. Brasil - Portugal: UFU e UL. Uberlândia/MG: FAUeD/UFU, v. 01. 2013, p. 199 – 208

PEDRO, João Branco. **Definição e avaliação da qualidade arquitectónica residencial**. 2000. 313 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitectura, Universidade do Porto, Lisboa, 2000

SÃO PAULO. SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO. **Caderno de Projetos em BIM**. São Paulo: Secretaria Municipal de Habitação, 2019. Disponível: http://www.asbea.org.br/noticias/detalhe/a-sehab-sp-publica-caderno-de-projetos-em-bimque-norteia-os-projetos-habitacionais-em-bim-a-serem-licitados-pela-secretaria. Acesso em: 20/01/2023.

SEDREZ, M. MARTINO, J. A. de. Sistemas Generativos. in: Celani, m. g. c.; Sedrez. (organizadores**). Arquitetura contemporânea e automação**: prática e reflexão. São Paulo: probooks, 2018. p. 25 a 28

SEDREZ, M. Geometria Fractal: Da escala do edifício à escala da cidade. in: Celani, m. g. c.; Sedrez. (organizadores**). Arquitetura contemporânea e automação**: prática e reflexão. São Paulo: probooks, 2018. p. 55 a 68

STALS, A.; JANCART, S.; ELSON, C. Parametric modeling tools in small architectural offices: towards an adapted design process model. **Design Studies**, v.72, 2021. Disponível em:< https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142694X20300661> Acesso em: 15 jan. 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.destud.2020.100978