

**Habitação, sustentabilidade e tecnologia nos programas Minha Casa,
Minha Vida e Casa Verde e Amarela**

Felipe Gustavo Silva

Mestrando, UFF, Brasil
felipegustavo@id.uff.br

Luciana Nemer

Professora Doutora, UFF, Brasil
luciananemer@id.uff.br

RESUMO

O trabalho resgata a história dos dois programas brasileiros, mais recentes, voltados para o enfrentamento da carência de habitações: Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e Casa Verde e Amarela (PCVA), e apresenta o nível de investimento governamental (técnico e financeiro) na questão. Ao mesmo tempo descreve o estado da arte com relação aos conceitos de sustentabilidade em habitações populares e, agrega as ferramentas tecnológicas na aplicação de eficiência energética em Habitação de Interesse Social (HIS). Na metodologia se destacam as consultas em fontes secundárias (artigos em periódicos e anais), documentos governamentais e sites de suporte tecnológico, dos quais a análise é responsável por uma investigação mais precisa sobre o tema. Logo, os resultados da pesquisa foram obtidos através de fundamentação teórica, mas também da aplicação prática da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) num projeto já construído do PMCMV, para verificação energética. O estudo conclui pela necessidade da reciclagem imediata do modo de projetar das empresas, incorporando a metodologia BIM como estratégia de geração de conforto, em função de mais qualidade e menor perda na produção e na utilização das moradias populares.

PALAVRAS-CHAVE: BIM. Eficiência Energética. Habitação de Interesse Social.

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa, uma dissertação de mestrado, associa os conceitos de eficiência energética, um dos preceitos da sustentabilidade, e a metodologia BIM (*Building Information Modeling*) à produção de habitação de interesse social, delineando caminhos com o objetivo de comprovar que construções, direcionadas para a população de baixa renda, podem ser sustentáveis e que a aplicação desta metodologia contribui para alcançar esse objetivo.

A construção sustentável é tema relevante, nela há ganhos ambientais, sociais e econômicos para toda a sociedade. No que se refere à eficiência energética – uma parte deste conceito, no Brasil, se pode observar um avanço nos parâmetros de sustentabilidade adotados pelo programa Minha Casa Minha Vida, como a obrigatoriedade da instalação de sistema de aquecimento de água dos chuveiros elétricos nas casas baseado na energia solar, conhecido como SAS (Sistema de Aquecimento Solar), para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. No atual programa, Casa Verde e Amarela, há a obrigatoriedade dos empreendimentos em prever um sistema alternativo de geração de energia, seja ela energia solar, eólica, de biomassa, oceânica e outras que integrem o Sistema Elétrico Brasileiro.

Outras ações também associam sustentabilidade e economia. Grzegorzewski, em seu recente trabalho, enumera exemplos que além da redução na conta de energia podem gerar atividades profissionais para os próprios moradores como: o uso consciente de água, reciclagem de lixo, cuidado com as áreas comuns de condomínios e hortas. (2022, p. 117). Outro ponto a ser analisado deve ser o aumento do potencial construtivo para viabilizar a compra de terrenos mais centrais, reduzindo os deslocamentos e vazios urbanos, integrando as classes mais pobres aos centros urbanos de maneira formal.

Com a evolução projetual arquitetônica na década de 80, necessitou-se o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas que possibilitassem o potencial pleno do projeto de edificações. Com isso, partindo da busca por ferramentas de eficiência em projeto se gerou a metodologia BIM, oferecendo benefícios para avaliação e acompanhamento do edifício em seu ciclo de vida, compatibilizando as informações entre projetos complementares, devido todos estarem integrados a uma janela de programação única. A partir desse momento deu-se a mudança no processo de relacionamento entre o projeto e o projetista.

A partir da década de 90, o software Revit foi criado como um desdobramento do sistema planificado CAD (*Computer Aided Design*), sendo este um programa computacional que propõe projetos integrados. Essa interoperabilidade auxilia na tomada de decisão sobre qual o melhor caminho a se seguir, em todas as fases do desenvolvimento da construção, o que pode também oferecer benefícios para aplicação de eficiência energética e sustentabilidade em habitação de interesse social.

2 HABITAÇÃO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA

Ao coletar a bibliografia relacionada à temática deste artigo, selecionou-se títulos que se direcionam para a aplicação de eficiência energética e sustentabilidade para habitação de interesse social. As soluções inseridas pelo governo brasileiro na última década em resposta ao problema da habitação popular, bem como os conceitos de eficiência energética e sustentabilidade, além da tecnologia para aplicação desses conceitos são relatadas por vários autores do conjunto bibliográfico selecionado para contextualização.

2.1 Projetos de Habitação de Interesse Social: Do questionável Minha Casa, Minha Vida ao inerte Casa Verde e Amarela

Em 2009, buscando atender ao déficit habitacional presente no país, foi criado o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), pelo Governo Federal, onde o setor privado se torna o agente protagonista para a política de Habitação de Interesse Social (HIS). De acordo com Cardoso (2014) coube às empresas construtoras e incorporadoras a iniciativa de produzir, assim como o direito de tomar decisões referentes à escolha dos terrenos, tipologia do empreendimento, tecnologias construtivas, número de unidades, qualidade dos materiais, ou mesmo a faixa de renda à qual o empreendimento seria destinado.

Com o PMCMV, tendo sido resultado da produção imobiliária sob a grande demanda ocasionada nos últimos anos em HIS e com repasse de protagonismo para o setor privado, se deu o surgimento das micro residências. (CARDOSO, 2014). São projetos carregados de deficiências espaciais, sendo moradias especificamente padronizadas para atendimento de necessidades mínimas, muitas vezes desconsiderando os padrões de conforto e desenho universal para atender a produção em massa de um grande número de residências.

Em 2020 o PMCMV muda de nome, passando a se chamar Casa Verde e Amarela (CVA), com o objetivo de ter um projeto de habitação com os menores juros, mudando algumas nomenclaturas das classificações de faixas para grupos e agregando outras funções, como a regularização fundiária e reformas. (GRAGNANI, 2020). As contratações de crédito viabilizadas por meio do Casa Verde Amarela passariam a ocorrer da mesma forma como já estavam implementadas pelo PMCMV, junto aos mesmos agentes financeiros, em que o cidadão interessado procura diretamente o banco ou órgão operador. (BRASIL, 2020)

No entanto, há de se destacar que no programa CVA, com relação à Eficiência Energética são requisitos obrigatórios:

Os sistemas alternativos de geração de energia - os projetos do empreendimento e edificações devem prever estratégias para a

redução do consumo de energia e propiciar, quando possível, a utilização de fontes renováveis de energia (a energia solar, eólica, de biomassa, oceânica, e outras que vierem a ser reconhecidas e integrarem o Sistema Elétrico Brasileiro) [...]; 2. Sistema Fotovoltaico (SFV) - Instalação de Sistema Fotovoltaico (SFV), com geração de energia elétrica a partir da radiação solar, observando os seguintes itens: i. os módulos fotovoltaicos e os inversores fotovoltaicos deverão possuir classificação A pelo Inmetro de eficiência energética; ii. Instalação por meio de microgeração distribuída no sistema de compensação de energia elétrica, de acordo com a Resolução ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, e suas alterações; iii. Possuir capacidade de geração de energia elétrica mínima correspondente a 1.200 kWh/ano por unidade habitacional, comprovado a partir da análise por simulação do projeto elétrico e 3. Sistema de Aquecimento de Água (SAS) Instalação de Sistema de Aquecimento de Água (SAS), com geração de energia por meio de energia solar térmica. (BRASIL, 2021).

Todavia, um ano após seu lançamento notou-se resultados aquém da proposta inicial, esbarrando em falta de investimentos do Orçamento Público, apesar do impulsionando do financiamento de residências no nordeste do país, o que gerou uma média muito menor de entregas de novas moradias, não havendo reformas e regularização como eram os objetivos iniciais. (TOMAZELLI e PUPO, 2021). Muitas críticas vieram de todos os lados, seja da Academia, movimentos sociais, e com o processo inflacionário nacional em descontrole, desagradou até mesmo o mercado da construção civil. Pereira e Azevedo (2020) acrescentam também que o setor da construção civil passou por fortes problemas, durante a emergência sanitária promulgada por conta da pandemia de COVID-19, inicialmente por conta do distanciamento que foi necessário, devido ao aumento de casos da doença nacionalmente, e depois com a mudança de posição do setor, passando a ser considerado atividade essencial, houve dificuldade de contratação e a falta de insumos para a produção de habitações.

2.2 A SUSTENTABILIDADE E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM HABITAÇÕES

Ao se tratar de eficiência energética das edificações, é necessário recorrer a parâmetros e dados atribuídos por bancas de estudo e organizações especializadas, que facilitam ou ao menos norteiam o projetista, por onde e como iniciar uma avaliação de sustentabilidade em uma construção. De acordo com Frota e Schiffer (2016) o uso de índices para análise é de suma importância, através deles é possível racionalizar os usos de energia, atendendo dessa maneira o controle e conforto ambiental, proporcionando controle térmico. Com uma avaliação coerente, é possível maximizar a eficiência energética da edificação evitando o alto consumo de energia da rede de distribuição.

Para estabelecer parâmetros de conforto térmico é preciso analisar tanto variáveis climáticas, quanto as temperaturas das superfícies presentes no ambiente e as atividades desenvolvidas pelas pessoas. Dentre as variáveis climáticas pode-se citar a temperatura do ar, que é considerada a principal variável do conforto térmico, a velocidade e a umidade relativa do

ar. Quanto às atividades desenvolvidas pelas pessoas, pode-se considerar tanto o metabolismo gerado pela atividade realizada, quanto a resistência térmica que a vestimenta da pessoa gera (FROTA e SCHIFFER, 2016).

Devido ao aumento da consciência sobre sustentabilidade e energia nas construções, foram desenvolvidas pesquisas de classificação para auxiliar e reger os sistemas construtivos, com a finalidade de premiar e avaliar o consumo e a eficiência, por via de sistemas de desempenho energético, sendo os mais utilizados na atualidade o BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* e o LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* (BUENO e ROSSIGNOLO, 2010)

Segundo Bueno e Rossignolo (2010), BREEAM é uma certificação britânica criada em 1990, sendo a primeira a apresentar uma classificação ambiental para construções no mundo, e até hoje serve como referência para muitos países. A classificação LEED foi criada pela USGBC (*U.S. Green Building Council*), sendo essa uma das mais utilizadas nas grandes cidades brasileiras. Como forma alternativa para comprovar os requisitos de desempenho mínimo para solicitação de certificado LEED, no Brasil tem sido adotado o Selo Procel Edifica.

Contudo, uma questão que pode ser levada em consideração, é o uso do discurso de sustentabilidade, como desculpa para segregação social. A retirada de ocupações em áreas de preservação, de regiões em que o poder do capital econômico considere interessantes, remanejando essa população para áreas longes dali, como forma de “higienização” do espaço, com a valorização dos imóveis da especulação imobiliária local, mas deixando aqueles que haviam criado um modo de vida e uma forma de vivência social e econômica, longe das suas fontes de renda. Nesse ponto Acselrad (1999), observou o uso das certificações de eficiência e sustentabilidade de edificações, sendo utilizadas em grandes obras apenas para gerar especulação sobre si mesma, colocando em xeque esse conceito onírico de sustentabilidade, quando na verdade, esse termo é utilizado muitas vezes como sustentabilidade para o próprio meio de produção econômico.

2.3 A TECNOLOGIA NA APLICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM HIS

Como ferramenta de verificação, acompanhamento e interoperabilidade, a Modelagem da Informação da Construção ou BIM (*Building Information Modeling*) é uma metodologia informatizada para análise de desempenho, que pode auxiliar na promoção da eficiência energética da edificação. A partir da década de 80, era necessário o desenvolvimento de uma técnica, que utilizaria o potencial pleno do projeto desenvolvido de forma tecnológica. O método de compartilhamento de informações em caráter virtual, não se limita a elementos geométricos, nele contém atributos em seu domínio que compõem a construção, antecipando gargalos e maximizando os usos energéticos (RHEINGANTZ, 2016).

Sousa e Figueiredo (2019) afirmam que a vantagem do projeto em BIM, está na tomada de decisão anterior a execução, além de verificação dos estágios de evolução no ciclo de desenvolvimento da obra e o acompanhamento contínuo no ciclo de vida da edificação. As

ferramentas utilizadas para BIM permitem, à equipe de profissionais envolvidos ao projeto, comparar o impacto entre os projetos complementares de forma simultânea e otimizar os usos energéticos da edificação, pois possibilita a realização de cálculos, verificação de comportamento e condições de conforto térmicos da construção.

A Modelagem da Informação da Construção compreende muitas das funções necessárias para representar todo o ciclo de vida de um projeto, fornecendo a base para uma nova forma de projetar, construir, gerenciar e utilizar um empreendimento. Quando adotado corretamente, contribui para um processo de concepção e construção mais integrado, o que gera empreendimentos de maior qualidade a custos e durações menores (EASTMAN *et al.*, *apud* BRITO e FERREIRA 2017).

Desde a crise do petróleo nos Estados Unidos nos anos 70, a verificação da eficiência energética de edificações vem sendo discutida. Para essa análise vem sendo desenvolvidos e atualizados programas computacionais que avaliam o consumo dos edifícios, gerando uma resposta aos projetos desenvolvidos.

Conforme verificado por Miranda e Salvi (2019), o *software* Revit, da empresa Autodesk, é amplamente utilizado em todo o mundo, permitindo realizar análise e gerar modelos de edifícios, com quantitativos e tabelas, empregando vantagens ao profissional que busca soluções para BIM. O *software* tem como função, criar multidisciplinariedade de modelos, compatibilizando projetos de arquitetura e engenharia, permitindo assim obter uma automatização de modelos para verificação de eficiência energética, juntamente com ferramentas que podem ser inseridas no próprio sistema, como também outros softwares especializados.

Desta forma, o uso dos modelos de projeto da edificação para simulações energéticas é um campo novo e com grande potencial de desenvolvimento, visto que a modelagem para esse fim exige muito do “i” de BIM, no qual será necessário incluir informações e parâmetros específicos nos elementos constitutivos do projeto e conhecimento dos profissionais envolvidos. (GONÇALVES JR, 2019).

O *software* Revit permite a utilização de módulo de extensão. Um *plug-in* utilizado para análise de eficiência energética é o *Insight*, este módulo realiza o envio do modelo energético para a computação em nuvem e visualizando em outro serviço de análise energética da Autodesk, o GBS (*Green Building Studio*) que gera diversas simulações paramétricas. A simulação utiliza parâmetros referentes a vários atributos, desde a orientação da construção, como também percentual de janelas em fachada, materiais construtivos, eficiência solar e energias renováveis. (OLIVEIRA, JESUS e CONDE, 2019).

As implementações e discussões da metodologia BIM continuam a aumentar de intensidade à medida que mais organizações e órgãos nacionais reconhecem seu potencial de agregação de valor. Isso é evidenciado pelo surgimento acelerado de diretrizes e grandes relatórios dedicados a explorar e definir os requisitos e resultados finais de BIM. (SUCCAR, 2009).

Porém, quando se trata de aplicação em programas habitacionais brasileiros, denúncias demonstram a falta de comprometimento de muitas empresas do setor da construção civil no estabelecimento da metodologia BIM na produção de HIS. Molica (2019) apresentou críticas do ex-presidente da ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), quando ainda estava em exercício, que muitas empreiteiras têm lucrado com a ineficiência que os antigos *softwares* existentes no mercado proporcionam, devido não apresentarem exatidão de custos quando contratados pela esfera pública, havendo a necessidade de aditivos de contrato para finalização de obras. Nesse ponto também é importante salientar que os custos de implantação da metodologia BIM e a criação de bibliotecas de materiais são outro fator determinante para a aplicação vagarosa em empresas construtoras, em especial as pequenas organizações.

3 BIM NA ETAPA DE PROJETO, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO

As cidades vêm aumentando o uso energético de forma exponencial, impulsionadas pela grande expansão do consumo de bens e serviços, principalmente em países de economia em desenvolvimento e para um controle energético, a revisão da eficiência que vão desde materiais e produtos do dia a dia até a avaliação de métodos construtivos são de extrema importância. No caso de HIS, como já foi abordado, é notada a aplicação incipiente de avaliação e classificação de edifícios por desempenho energético, com a finalidade de aprimorar o consumo. A utilização da metodologia BIM poderia além de possibilitar a facilidade para a geração de planilhas orçamentárias através da quantificação automática, já nas fases iniciais do projeto, também poderia ser utilizada como estratégia de geração de conforto em habitação social.

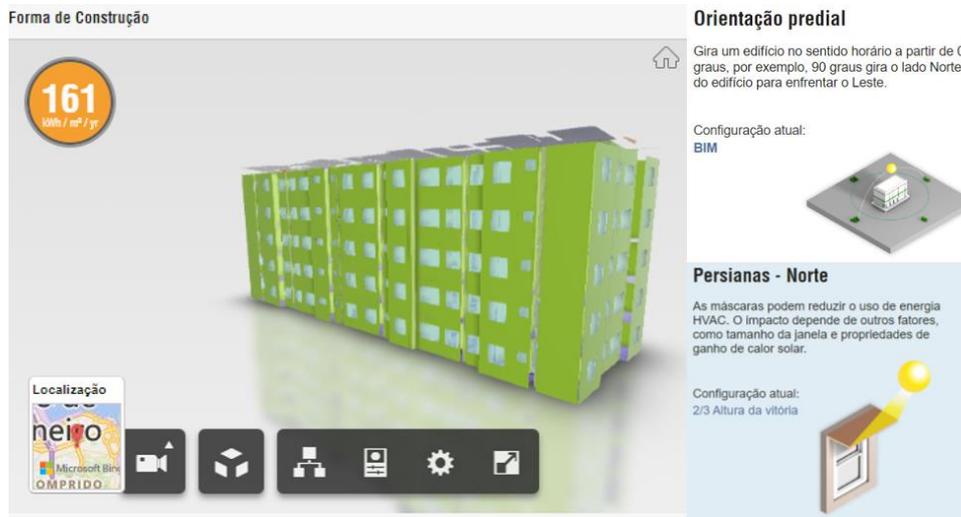
Com intuito de demonstrar a aplicação dos conceitos que serão abordados a seguir, com relação a eficiência energética em edificações, apresenta-se um modelo que se refere a um projeto que foi construído na cidade do Rio de Janeiro, por uma empresa que trabalha no segmento de HIS. O referido modelo foi reestruturado em ferramentas de metodologia BIM para dar andamento neste artigo, devido ter sido projetado e executado no formato de arquivo CAD.

Como etapa preliminar para o desenvolvimento de uma edificação com caráter energético eficiente, se utiliza os dados e valores de referência do espaço a ser edificado. É possível construir desta maneira, um modelo de energia simples, podendo ser realizada a comparação com as alternativas volumétricas que podem ser adotadas, com a orientação solar e implantação. Esta análise inicial pode ser realizada utilizando massas conceituais de forma genérica, permitindo a simulação em uma volumetria, sendo úteis também para estimar o impacto do entorno na edificação.

Na fase de projeto, o objetivo da simulação é analisar os efeitos das demandas do mesmo, observando a forma da atuação térmica e energética. Para identificar essa atuação, os autores apresentam três elementos de trabalho, que ditam o fluxo da verificação, eles são: Elementos de massa conceitual, conforme dito anteriormente são os volumes genéricos para estudo e resultados básicos, mas também são importantes, devido neste ponto, haver a possibilidade de estudos de máscaras de sombra, verificação de propriedades de paredes e vidros, cobertura, infiltração e outros gráficos; Elementos de espaços/ salas e Elementos de construção, neste ponto, sendo o modelo completo com parametrização e detalhamento,

cálculos analíticos e coeficiente claros, por conseguinte o projeto em sua integridade.

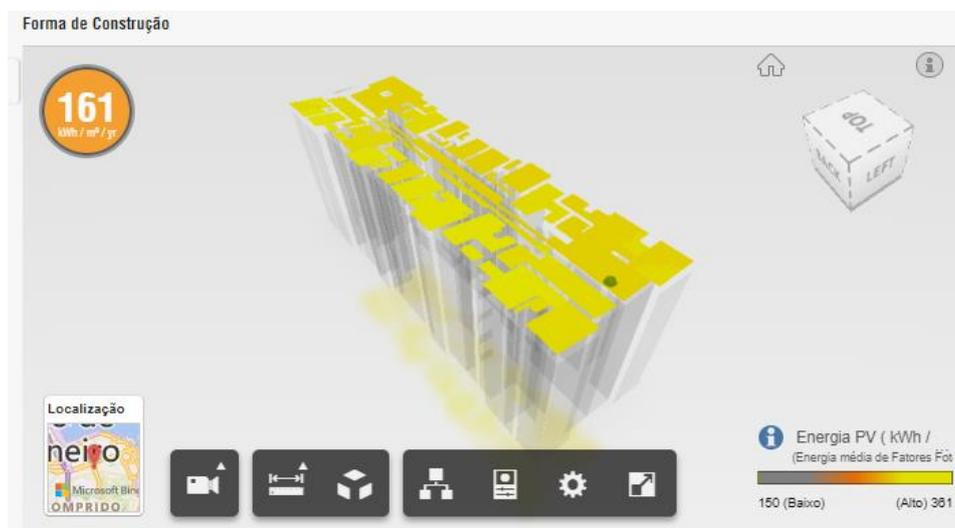
Figura 1: Modelo de massa energética com estratégia para arrefecimento de ambientes.



Fonte: AUTOR, 2022.

Durante a fase de detalhamento do projeto, os modelos são elaborados para obter resultados finais das simulações energéticas e cálculos de ciclo de vida, levantando assim, os custos operacionais próximos dos reais que serão realizados durante o período de operação da edificação. Este ponto sinaliza uma fase de requerimento de licença para emissão dos certificados de eficiência energética, apresentando o atendimento de quesitos necessários para as certificações de arquitetura sustentável.

Figura 2: Simulação analítica de melhores posições para sistema fotovoltaico.



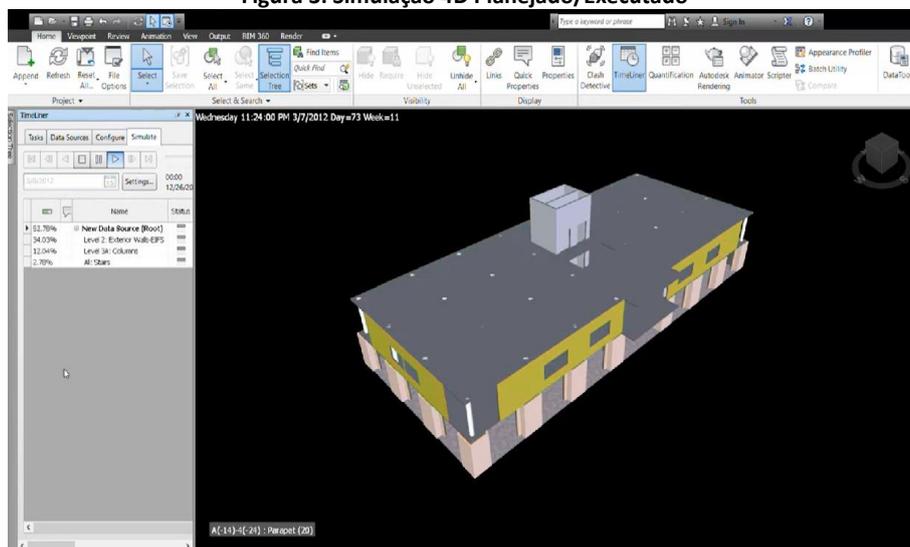
Fonte: AUTOR, 2022.

Durante a execução da obra, a utilização da metodologia BIM para verificação energética, parte do princípio de garantir a operação de acordo com as metas propostas, obtendo retorno do projeto, permitindo aos profissionais uma avaliação com intuito de validar

o mesmo, comparando o desempenho de energia gerado virtualmente com a construção real. Conforme UCHOA (2017) o sistema de gerenciamento integrado é essencial para este controle de qualidade.

Uchoa (2017, p.59) afirmou que “muitas dimensões de dados inteligentes podem ser vinculadas ao modelo 3D, então nD representa o estado das disponibilidades de informações múltiplas, o modelo 5D inclui modelo 3D, 4D (tempo) e 5D (custo)”. A verificação da execução da obra está inserida no BIM 4D. Para Brito e Ferreira (2015) o acompanhamento da execução por via de avaliação BIM se baseia no monitoramento dos avanços físicos da obra, por modelo 4D. Nesse processo o profissional analisa o cronograma realizado e planejado, aplicando caso necessário, medidas corretivas.

Figura 3: Simulação 4D Planejado/Executado



Fonte: AUTOR, 2022.

Em vista disso, a aplicação e controle por intermédio de modelo BIM 4D, proporciona a verificação de potencialidades no acompanhamento da execução com eficiência energética da construção, seja com redução de esforços na visualização e interpretação do projeto, identificação de conflitos, integração e comunicação com projetos envolvidos, como também com o apoio no sequenciamento e na assertividade do programa desenvolvido na etapa de projeto (BRITO e FERREIRA, 2015).

Finalizada a obra, inicia-se a operação e uso da edificação, além de que com o decorrer do tempo a construção necessita de manutenção. De acordo com Machado e Ruschel (2015, p.217) “na fase de Operação e Manutenção, a ênfase está na Série de Monitoramento e Controle por meio de usos associados à automação predial, monitoramento de desempenho e utilização do modelo BIM em tempo real”. Nesta fase, a análise energética está associada ao comportamento que a construção demonstra conforme as metas estipuladas em projeto, a interoperabilidade de sistemas de monitoramento, seu funcionamento e condições de uso e consumo de energia, evitando assim colapsos de eficiência energética.

Além disso, observam-se quatro classes de problemas que atendem a mais de uma fase do ciclo de vida da edificação: Sensibilidade à

Eficiência Energética, Planejamento de Sistemas Inteligentes, Detecção e Rastreamento de Objetos Inteligentes e Visualização, Interação e da Comunicação entre Agentes no Ambiente de Trabalho (MACHADO e RUSCHEL, 2015).

Para Silva, Ludolf e Meiriño (2019) a fase de operação e manutenção de um edifício é o período mais longo no seu ciclo de vida, representando 85% dos custos. Neste sentido, a necessidade de adequação do modelo energético, utilizando uma análise de desempenho, continua sendo a função dessa calibragem para a comparação dos resultados da simulação com os dados coletados (a serem auferidos e ajustados aos parâmetros simulados), permitindo a checagem.

4 CONCLUSÃO

Os programas habitacionais promovidos pelo Governo Federal brasileiro nos últimos treze anos vêm, com o passar do tempo, delineando soluções sustentáveis num ritmo crescente. Até mesmo as propostas de regularizações fundiárias e reformas devem ser consideradas nesse contexto. Além dessas se observa o detalhamento de soluções referentes à sistemas alternativos de geração de energia, Sistema Fotovoltaico (SFV) e Instalação de Sistema de Aquecimento de Água (SAS), com geração de energia por meio de energia solar térmica, estes relacionados diretamente à eficiência energética das edificações.

As propostas dos programas vêm apoiadas em estudos e organizações especializadas que orientam os projetos, no sentido de racionalizarem os usos de energia, atendendo dessa maneira o controle e conforto ambiental. Também as certificações e classificações como o BREEAM e o LEED norteiam as escolhas projetuais definindo os sistemas construtivos por via de sistemas de desempenho energético. Assim o que se realiza em HIS está em consonância com o mercado da construção e as pesquisas em desenvolvimento. No entanto, o período de recessão que a sociedade brasileira vive se reflete na falta de investimentos do Orçamento Público, agravada pela falta de insumos para a produção de habitações, potencializada pela falta de comprometimento de muitas empresas do setor da construção civil no estabelecimento da metodologia que melhorasse a produção de HIS, no caso o uso da metodologia BIM.

A avaliação da eficiência energética nas edificações e a aplicação da sustentabilidade mediante análise sistemática de normas, são potencializadas com a metodologia BIM. Sua efetividade nas diversas etapas do desenvolvimento da construção pode auxiliar na produção de HIS mais sustentáveis e de maior conforto aos usuários.

A partir de análise geradas por intermédio do *software* Revit, um dos mais utilizados para a aplicação da metodologia BIM em projetos, juntamente com seus *plug-ins* o *Insight* e *GBS*, criou-se modelos que foram utilizados de forma interdisciplinar para viabilização de soluções energéticas. Essa criação de modelos em diversas etapas de desenvolvimento da construção, se empregadas em HIS, pode facilitar o gerenciamento das construções, através de parâmetros de verificação, que auxiliam inclusive na geração de formas e orientação ideal para a construção, com soluções detalhadas de acordo com a influência da implantação onde o projeto será inserido. Dessa forma, unindo esforços relacionados as três áreas, o país caminhará na produção de um maior quantitativo de habitações sociais de qualidade e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. Discursos da sustentabilidade urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, n.1. Rio de Janeiro: IPPUR, 1999. Disponível em: <<https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/27>> Acesso em: julho/2022.

BRASIL. MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional. **Programa Casa Verde e Amarela**. Brasília, Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/casa-verde-e-amarela>> Acesso em: junho/2022.

BRASIL. MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional. **Requisitos para a implementação de empreendimentos habitacionais no âmbito da linha de atendimento Aquisição subsidiada de imóveis novos em áreas urbanas, integrante do Programa Casa Verde e Amarela – Portaria nº 959**. Brasília, Brasil, 2021.

BRITO, Douglas Malheiro e FERREIRA, Emerson de Andrade Marques. **Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D**. Ambiente construído. Porto Alegre: Scielo, 2015, p. 203-223. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212015000400203> Acesso em: julho/2022.

BUENO, Cristiane e ROSSIGNOLO, João Adriano. Desempenho ambiental de edificações: cenário atual e perspectivas dos sistemas de certificação. **Revista Minerva**, v. 7, n. 1. São Carlos: FIPAI, 2010. 45-52 p.

CARDOSO, Aduino L. Nova política, velhos desafios: problematizações sobre a implementação do programa Minha Casa Minha Vida na região metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista E-Metropolis**, 2014. 6-19p.

FROTA, A. B. e SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 8ª Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2016.

GONÇALVES JR, Francisco. **Eficiência energética BIM e Sustentabilidade**. Mais Engenharia - AltoQi - Tecnologia aplicada à engenharia. Florianópolis: AltoQi, 2019. Disponível em: <<https://maisenharia.altoqi.com.br/bim/eficiencia-energetica-bim-e-sustentabilidade/>> Acesso em: julho/2022.

GRAGNANI, Juliana. **Casa Verde e Amarela: o que pode mudar na versão bolsonarista do Minha Casa Minha Vida**. Londres: BBC News Brasil, 1 de setembro de 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-53920385>> Acesso em: junho/2022.

GRZEGORZEWSKI, Flávia Costa. **Sustentabilidade na Habitação de Interesse Social: Um estudo através de cenários**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal Fluminense. Niterói: UFF, 2022.

MACHADO, Fernanda Almeida e RUSCHEL, Regina Coeli. Soluções integrando BIM e Internet das Coisas no ciclo de vida da edificação: uma revisão crítica. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 9, n. 3. Campinas: UNICAMP, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650216>> Acesso em: junho/2022.

MIRANDA, Rian das Dores e SALVI, Levi. Análise da tecnologia BIM no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar**. Ano 04, Ed. 05, Vol. 07. São Paulo: Núcleo do Conhecimento, 2019, p. 79-98. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/tecnologia-bim>> Acesso em: julho/2022.

MOLICA, Fernando. Minha Casa, Minha Vida: empreiteiras rejeitam programa de eficiência. **Revista Veja**. São Paulo: Editora Abril, 24 de maio de 2019. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/coluna/radar/minha-casa-minha-vida-empreiteiras-rejeitam-programa-de-eficiencia/>> Acesso em: julho/2022.

OLIVEIRA, V.; JESUS, L. e CONDE, K. **Análise de eficiência energética utilizando softwares BIM: uso de ferramentas de modelagem energética do edifício (BEM) da Autodesk**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2019, Uberlândia. Anais... Uberlândia: UFU, 2019. Disponível em: <http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/087_analise_de_eficiencia_195.pdf> Acesso em: julho/2022.

PEREIRA, Lohana Lopes e AZEVEDO, Bruno Freitas de. O Impacto da Pandemia na Construção Civil: O Papel da Gestão no Cenário Atual. **Revista Boletim do Gerenciamento**, n. 20. Rio de Janeiro: NPPG, 2020. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/519/326>> Acesso em: julho/2022.

SILVA, Marcus Vinicius Rosário; LUDOLF, Nicholas Van-Erven e MEIRIÑO, Marcelo Jasmin. **O BIM na fase de operação & manutenção de edificações: oportunidades e desafios (parte I)**. V. 5, n. 9. CURITIBA: Brazilian Journal of Development, 2019. 14624-14634 p. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3138>> Acesso em: julho/2022.

SOUSA, Aline Miller e FIGUEIREDO, Karoline Vieira. Avaliações de Desempenho na Era BIM e os Desafios da Requalificação Energética de Edifícios. **Revista Boletim do Gerenciamento**, nº 8. Rio de Janeiro: NPPG, 2019. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/407>> Acesso em: julho/2022.

SUCCAR, Bilal. **Building Information Modelling Framework**: a research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580508001568>> Acesso em: junho/2022.

TOMAZELLI, Idiana e PUPO, Amanda. **Um ano depois, Casa Verde e Amarela não decola e entrega menos moradias**. Economia: UOL, Brasília, 30 de agosto de 2021. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2021/08/30/um-ano-depois-casa-verde-e-amarela-nao-decola-e-entrega-menos-moradias.htm>> Acesso em: junho/2022.

UCHOA, Marcelo Kraichete de Miranda. **Planejamento e controle de obras utilizando tecnologia BIM**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife: UFPE, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33197>> Acesso em: julho/2022.