

**Vivienda, sustentabilidad y tecnología en los programas *Minha Casa,
Minha Vida y Casa Verde e Amarela***

Felipe Gustavo Silva

Estudiante de maestría, UFF, Brasil
felipegustavo@id.uff.br

Luciana Nemer

Profesora Doctora, UFF, Brasil
luciananemer@id.uff.br

RESUMEN

El trabajo rescata la historia de los dos programas brasileños más recientes, destinados a enfrentar la escasez de vivienda: *Minha Casa Minha Vida* (PMCMV) y *Casa Verde e Amarela* (PCVA), y presenta el nivel de inversión gubernamental (técnica y financiera) en cuestión. Al mismo tiempo, describe el estado del arte en relación a los conceptos de sustentabilidad – eficiencia energética en vivienda popular, y agrega herramientas tecnológicas en la aplicación de eficiencia energética en Vivienda de Interés Social. En la metodología se destacan las consultas en fuentes secundarias (artículos en periódicos y anales), documentos gubernamentales y sitios de soporte tecnológico, de los cuales el análisis se encarga de una investigación más precisa sobre el tema. Por tanto, los resultados de la investigación se obtuvieron a través de fundamentos teóricos, pero también a través de la aplicación práctica de métodos BIM (*Building Information Modeling*) en un proyecto de PMCMV ya construido, para la verificación energética. El estudio concluye por la necesidad de un reciclaje inmediato en la forma de diseñar de las empresas, incorporando BIM como estrategia para generar confort, por más calidad y menos pérdida en la producción y uso de vivienda asequible.

PALABRAS CLAVE: BIM. Eficiencia Energética. Vivienda de Interés Social.

1 INTRODUCCIÓN

La presente investigación, una tesis de maestría, asocia los conceptos de eficiencia energética, uno de los preceptos de la sustentabilidad, y la metodología BIM (*Building Information Modeling*) a la producción de vivienda social, trazando caminos con el objetivo de probar que las edificaciones, dirigidas a la población de bajos ingresos, puede ser sostenible y que la aplicación de BIM contribuye a lograr este objetivo.

La construcción sustentable es un tema relevante, en el cual hay ganancias ambientales, sociales y económicas para toda la sociedad. En lo que respecta a la eficiencia energética - parte de este concepto, en Brasil se puede observar un avance en los parámetros de sustentabilidad adoptados por el programa *Minha Casa Minha Vida*, como la instalación obligatoria de un sistema de calentamiento de agua para duchas eléctricas en las viviendas a base de energía solar, conocido como SAS (Sistema de Aquecimento Solar), para las regiones del Medio Oeste, Sureste y Sur. En el actual programa, *Casa Verde e Amarela*, existe la obligación de que las empresas proporcionen un sistema de generación de energía alternativa, ya sea solar, eólica, biomasa, oceánica y otras que forman parte del Sistema Eléctrico Brasileño.

Otras acciones también asocian sostenibilidad y economía. Grzegorzewski, en su reciente trabajo, enumera ejemplos que, además de reducir la factura energética, pueden generar actividades profesionales para los propios residentes, como: uso consciente del agua, reciclaje de basura, cuidado de las áreas comunes de los condominios y huertas. (2022, p. 117). Otro punto para analizar debe ser el aumento del potencial constructivo para posibilitar la compra de más terrenos centrales, reduciendo los desplazamientos y vacíos urbanos, integrando de manera formal a las clases más pobres a los centros urbanos.

Con la evolución del diseño arquitectónico en los años 80, fue necesario desarrollar herramientas tecnológicas que permitieran aprovechar todo el potencial del diseño de edificios. Con eso, partiendo de la búsqueda de herramientas de eficiencia en el diseño, se generó la metodología BIM, que ofrece beneficios para la evaluación y seguimiento de la edificación en su ciclo de vida, haciendo compatible la información entre proyectos complementarios, ya que

todos ellos se integran en una ventana única de programación. A partir de esto, se llevó a cabo el proceso de planificación de la construcción en su conjunto, estableciendo una relación entre el proyecto y el diseñador.

A partir de la década de 1990, el *software* Revit se creó como una rama del sistema plano CAD (*Computer Aided Design*), que es un *software* que propone proyectos integrados. Esta interoperabilidad ayuda en la toma de decisiones sobre el mejor camino a seguir, en todas las etapas del desarrollo de la construcción, lo que también puede ofrecer beneficios para la aplicación de la eficiencia energética y la sustentabilidad en la vivienda social.

2 VIVIENDA, SUSTENTABILIDAD Y TECNOLOGÍA

Al recolectar la bibliografía relacionada con el tema de este artículo, se seleccionaron títulos que están dirigidos a la aplicación de la eficiencia energética y la sustentabilidad para la vivienda social. Las soluciones introducidas por el gobierno brasileño en la última década en respuesta al problema de la vivienda popular, así como los conceptos de eficiencia energética y sustentabilidad, así como la tecnología para aplicar estos conceptos son relatados por varios autores del conjunto bibliográfico seleccionado para la contextualización.

2.1 Proyectos de Vivienda de Interés Social: De la cuestionada *Minha Casa, Minha Vida* a la inerte *Casa Verde e Amarela*

En 2009, buscando suplir el déficit habitacional presente en el país, fue creado por el Gobierno Federal Brasileño el *Programa Minha Casa Minha Vida* (PMCMV), donde el sector privado se convierte en el agente protagónico de la política de vivienda de interés social, también conocida como HIS (*Habituação de Interesse Social*) en Brasil. Según Cardoso (2014) correspondía a las empresas constructoras y promotoras producir, así como el derecho a tomar decisiones sobre la elección del terreno, tipología del emprendimiento, tecnologías de construcción, número de unidades, calidad de los materiales, o incluso el ingreso medio a que estaría destinada la empresa.

Con el PMCMV, fruto de la producción inmobiliaria bajo la gran demanda provocada en los últimos años en el HIS y con el traspaso del protagonismo al sector privado, se produce el surgimiento de las micro residencias. (CARDOSO, 2014). Son proyectos cargados de carencias espaciales, siendo casas específicamente estandarizadas para satisfacer necesidades mínimas, muchas veces desconociendo los estándares de la comodidad y diseño universal para atender la producción en masa de un gran número de viviendas.

En 2020, el PMCMV cambia de nombre para *Casa Verde e Amarela* (CVA), con el objetivo de tener un proyecto de vivienda con el precio más bajo, cambiando algunas nomenclaturas de las clasificaciones de bandas para grupos y agregando otras funciones, como la regularización de la propiedad de la tierra y reformas. (GRAGNANI, 2020). Las contrataciones de crédito viabilizadas a través de *Casa Verde e Amarela* comienzan a darse de la misma forma que ya fueron implementadas por el PMCMV, con los mismos agentes financieros, con los cuales el ciudadano interesado busca directamente al banco o agencia operadora. (BRASIL, 2020).

Sin embargo, cabe señalar que en el programa CVA, en lo que respecta a la Eficiencia

Energética, son requisitos obligatorios los siguientes:

Los sistemas alternativos de generación de energía - Los proyectos del emprendimiento y de las edificaciones deben prever estrategias para la reducción del consumo de energía y prever, cuando sea posible, el uso de fuentes de energía renovable (solar, eólica, biomasa, oceánica, y otras que lleguen a ser reconocidas y integrar el Sistema Eléctrico Brasileño) [...]; 2. Sistema Fotovoltaico (SFV) - Instalación de Sistema Fotovoltaico (SFV), con generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar, observando los siguientes ítems: i. los módulos fotovoltaicos y los inversores fotovoltaicos deben tener una calificación A del Inmetro en eficiencia energética; ii. Instalación por microgeneración distribuida en el sistema de compensación de energía eléctrica, de conformidad con la Resolución ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, y sus modificatorias; iii. Poseer una capacidad mínima de generación de energía eléctrica correspondiente a 1.200 kWh/año por unidad de vivienda, comprobada del análisis por simulación del proyecto eléctrico y 3. Sistema de Calentamiento de Agua (SAS) Instalación de Sistema de Calentamiento de Agua (SAS), con generación de energía a través de energía solar y energía térmica. (BRASIL, 2021).

Todavía, a un año de su lanzamiento, los resultados estuvieron por debajo de la propuesta inicial, chocando con la falta de inversiones del Presupuesto Público, a pesar del impulso del financiamiento habitacional en el noreste del país, que generó un promedio mucho menor de entregas de viviendas nuevas, no existiendo reformas y regularización cómo eran los objetivos iniciales. (TOMAZELLI y PUPO, 2021). Muchas críticas llegaron de todos lados, ya fuera de la Academia, de los movimientos sociales, y con el proceso inflacionario nacional descontrolado, hasta disgustó al mercado de la construcción civil. Pereira y Azevedo (2020) también agregan que el sector de la construcción civil experimentó serios problemas durante la emergencia sanitaria decretada por la pandemia del COVID-19, inicialmente por el distanciamiento que fue necesario por el aumento de casos de la enfermedad a nivel nacional, y luego con el cambio de posición del sector, pasando a ser considerado una actividad esencial, hubo dificultad en la contratación y falta de insumos para la producción de viviendas.

2.2 LA SUSTENTABILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDA

Cuando se trata de la eficiencia energética de los edificios, es necesario recurrir a parámetros y datos asignados por bancos de estudio y organismos especializados, que faciliten o al menos orienten al proyectista, por dónde y cómo iniciar una evaluación de sostenibilidad en un edificio. Según Frota y Schiffer (2016) el uso de índices para el análisis es de suma importancia, a través de ellos es posible racionalizar los usos de la energía, cumpliendo así con el control ambiental y el confort, brindando control térmico. Con una evaluación coherente, es

posible maximizar la eficiencia energética del edificio evitando el alto consumo de energía de la red de distribución.

Para establecer parámetros de comodidad térmica es necesario analizar tanto las variables climáticas como las temperaturas de las superficies presentes en el ambiente y las actividades que realizan las personas. Entre las variables climáticas podemos mencionar la temperatura del aire, que se considera la principal variable del confort térmico, la velocidad y la humedad relativa del aire. En cuanto a las actividades que realizan las personas, se puede considerar tanto el metabolismo generado por la actividad realizada, como la resistencia térmica que genera la vestimenta de la persona (FROTA y SCHIFFER, 2016).

Debido al aumento de la conciencia sobre la sustentabilidad y la energía en las edificaciones, se desarrollaron investigaciones de clasificación para auxiliar y regir los sistemas constructivos, con el propósito de premiar y evaluar el consumo y la eficiencia, a través de sistemas de desempeño energético, siendo el más utilizado actualmente el BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* y del LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*. (BUENO y ROSSIGNOLO, 2010)

Según Bueno y Rossignolo (2010), BREEAM es una certificación británica creada en 1990, siendo la primera en presentar una clasificación ambiental para edificios en el mundo, y hasta el día de hoy sirve de referencia para muchos países. La clasificación LEED fue creada por el USGBC (*U.S. Green Building Council*), que es una de las más utilizadas en las grandes ciudades brasileñas. Como una forma alternativa de demostrar los requisitos mínimos de desempeño para solicitar un certificado LEED, el *Selo Procel Edifica* ha sido adoptado en Brasil.

Pero, un tema que se puede tomar en cuenta es el uso del discurso de la sustentabilidad como excusa para la segregación social. La remoción de ocupaciones en áreas de conservación, de regiones donde el poder del capital económico considere interesantes, reubicando esta población en zonas alejadas, como una forma de “sanear” el espacio, con la valorización de propiedades provenientes de la especulación inmobiliaria local, pero dejando aquellas que habían creado un modo de vida y una forma de convivencia social y económica, lejos de sus fuentes de ingresos. En este punto, Acselrad (1999), observó el uso de certificaciones de eficiencia y sustentabilidad de las edificaciones, siendo utilizadas en grandes obras solo para generar especulaciones sobre sí mismas, poniendo en jaque este soñado concepto de sustentabilidad, cuando de hecho, este término se utiliza a menudo como sostenibilidad de los propios medios económicos de producción actual.

2.2 LA TECNOLOGÍA EN LA APLICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HIS

Como herramienta de verificación, monitoreo e interoperabilidad, BIM (*Building Information Modeling*) es una metodología computarizada para el análisis del desempeño, que puede ayudar a promover la eficiencia energética de los edificios. A partir de la década de 1980, fue necesario desarrollar una técnica que aprovechara todo el potencial del proyecto

desarrollado de forma tecnológica. El método de intercambio de información virtual no se limita a elementos geométricos, contiene atributos en su dominio que componen la construcción, anticipando problemas y maximizando los usos de energía (RHEINGANTZ, 2016).

Sousa y Figueiredo (2019) afirman que la ventaja del proyecto BIM radica en la toma de decisiones previa a la ejecución, además de comprobar las etapas de evolución en el ciclo de desarrollo de la obra y el seguimiento continuo en el ciclo de vida de la edificación. Las herramientas BIM permiten al equipo de profesionales involucrados en el proyecto comparar el impacto entre los proyectos complementarios simultáneamente y optimizar los usos energéticos del edificio, ya que permite la realización de cálculos, verificación del comportamiento y condiciones de comodidad térmica de la edificación.

El modelado de información de construcción comprende muchas de las funciones necesarias para representar el ciclo de vida completo de un proyecto, proporcionando la base para una nueva forma de diseñar, construir, administrar y usar un proyecto. Cuando se adopta correctamente, contribuye a un proceso de diseño y construcción más integrado, lo que genera proyectos de mayor calidad a costos y duración más cortos. (EASTMAN et al., *apud* BRITO y FERREIRA 2017).

Desde la crisis del petróleo en los Estados Unidos en los años 70, se ha discutido la verificación de la eficiencia energética de los edificios. Para este análisis se han desarrollado y actualizado programas informáticos que evalúan el consumo de los edificios generando una respuesta a los proyectos desarrollados.

Tal como lo verifican Miranda y Salvi (2019), el *software* Revit, de Autodesk, es ampliamente utilizado en todo el mundo, permitiendo el análisis y generación de modelos de edificios, con cuantitativos y tablas, ofreciendo ventajas al profesional que busca soluciones BIM. La función del software es crear modelos multidisciplinares, compatibilizando proyectos de arquitectura e ingeniería, permitiendo así una automatización de modelos para verificar la eficiencia energética, junto con herramientas que se pueden insertar en el propio sistema, así como otros *softwares* especializados.

De esta forma, el uso de modelos de diseño de edificios para simulaciones energéticas es un nuevo campo con un gran potencial de desarrollo, ya que el modelado para este fin requiere mucho de la "i" de BIM, en el que será necesario incluir información específica y parámetros en los elementos constitutivos del proyecto y conocimiento de los profesionales implicados. (GONÇALVES JR, 2019).

El *software* Revit permite el uso de un módulo de extensión. Un *plug-in* utilizado para el análisis de eficiencia energética es *Insight*, este módulo envía el modelo energético a la computación en la nube y a otro servicio de análisis energético de Autodesk, que genera varias simulaciones paramétricas, GBS (*Green Building Studio*). La simulación utiliza parámetros referentes a varios atributos, desde la orientación de la construcción, así como el porcentaje de

ventanas en fachada, materiales de construcción, eficiencia solar y energías renovables. (OLIVEIRA, JESUS y CONDE, 2019).

Las implementaciones y discusiones de BIM continúan aumentando en intensidad a medida que más organizaciones y organismos nacionales reconocen su potencial de valor agregado. Esto se evidencia por la aparición acelerada de directrices y grandes informes dedicados a explorar y definir los requisitos y resultados finales de BIM. (SUCCAR, 2009). Sin embargo, cuando se trata de la aplicación en los programas de vivienda brasileños, las denuncias demuestran la falta de compromiso de muchas empresas del sector de la construcción civil en el establecimiento de la metodología BIM en la producción de HIS. Molica (2019) presentó críticas del expresidente de la ABDI (Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial), cuando aún estaba en el cargo, de que muchos contratistas se han beneficiado de la ineficiencia que proporciona los softwares antiguos en el mercado, debido a que no tiene precisión de costos cuando contratados por el ámbito público, con necesidad de modificaciones contractuales para la realización de las obras. En este punto, también es importante señalar que los costos de implementación de la metodología BIM y la creación de bibliotecas de materiales son otro factor determinante para la lenta aplicación en las empresas constructoras, especialmente las compañías pequeñas.

3 EL BIM EN LA ETAPA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

Las ciudades han aumentado exponencialmente su uso de energía, impulsadas por la gran expansión del consumo de bienes y servicios, principalmente en los países en vías de desarrollo, y para el control energético, la revisión de la eficiencia que va desde los materiales y productos cotidianos hasta la evaluación de métodos constructivos son de gran importancia. En el caso de HIS, como ya se ha comentado, se constata la incipiente aplicación de la evaluación y clasificación de los edificios por rendimiento energético, con el objetivo de mejorar los consumos. El uso de la metodología BIM, además de facilitar la generación de planillas de presupuesto mediante la cuantificación automática en las primeras etapas del proyecto, también podría ser utilizado como estrategia para generar comodidad en la vivienda popular.

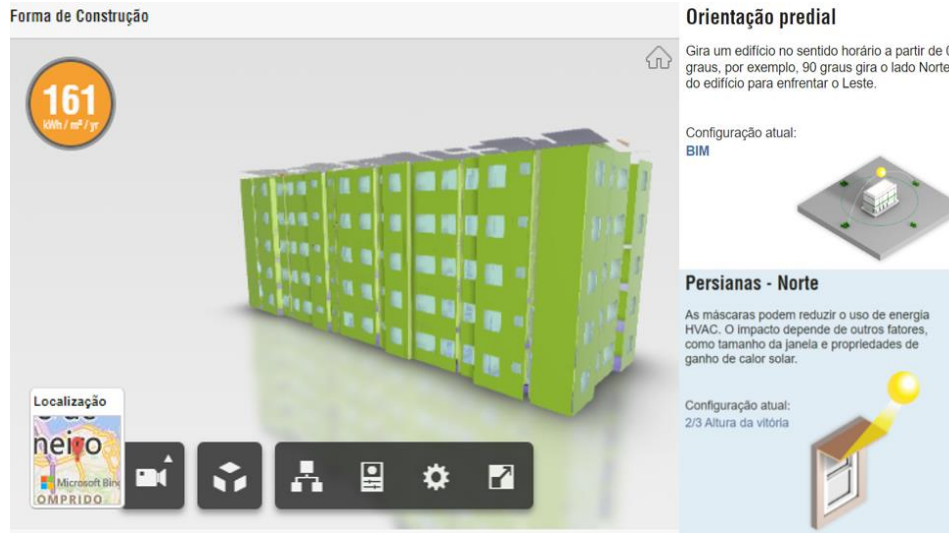
Para demostrar la aplicación de dos conceptos que se discutirán a continuación, en relación con la eficiencia energética en los edificios, se presenta un modelo que se refiere a un proyecto que fue construido en la ciudad de Río de Janeiro, por una empresa que actúa en el segmento del SI. Dicho modelo ha sido reestructurado en el proyecto BIM para dar explicación a este artículo, debe haber sido diseñado y ejecutado en formato de archivo CAD.

Como paso previo para el desarrollo de un edificio energéticamente eficiente se utilizan datos y valores de referencia del espacio a construir. Es posible construir de esta manera, un modelo energético simple, y se puede hacer una comparación con las alternativas volumétricas que se pueden adoptar, con orientación e implantación solar. Este análisis inicial se puede realizar utilizando masas conceptuales de forma genérica, permitiendo la simulación en una volumetría, siendo también útil para estimar el impacto del entorno en la edificación.

En la fase de diseño, el objetivo de la simulación es analizar los efectos de las demandas del mismo, observando la forma del comportamiento térmico y energético. Para identificar este desempeño, los autores presentan tres elementos de trabajo, que dictan el flujo de verificación,

ellos son: existe la posibilidad de estudios de máscaras de sombra, verificación de propiedades de paredes y vidrios, cobertura, infiltración y otros gráficos; elementos de espacios/habitaciones y elementos de construcción, siendo en este punto el modelo completo con parametrización y detalle, cálculos analíticos y coeficiente claro, por lo tanto, el proyecto en su totalidad.

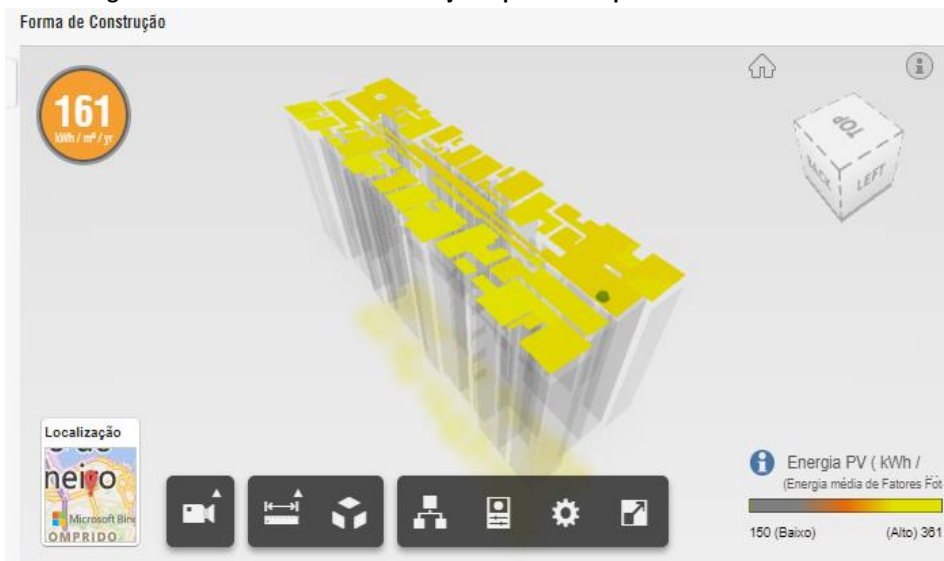
Figura 1: Modelo de masas energéticas con estrategia de enfriamiento de espacios.



Fuente: AUTOR, 2022.

Durante la fase de detalle del proyecto, se elaboran modelos para obtener resultados finales de simulaciones energéticas y cálculos de ciclo de vida, elevando así los costos operativos cercanos a los reales que se realizarán durante el período de operación del edificio. Este punto marca una fase de solicitud de licencia para la emisión de certificados de eficiencia energética, presentando el cumplimiento de los requisitos necesarios para las certificaciones de arquitectura sostenible.

Figura 2: Simulación analítica de mejores posiciones para sistema fotovoltaico.

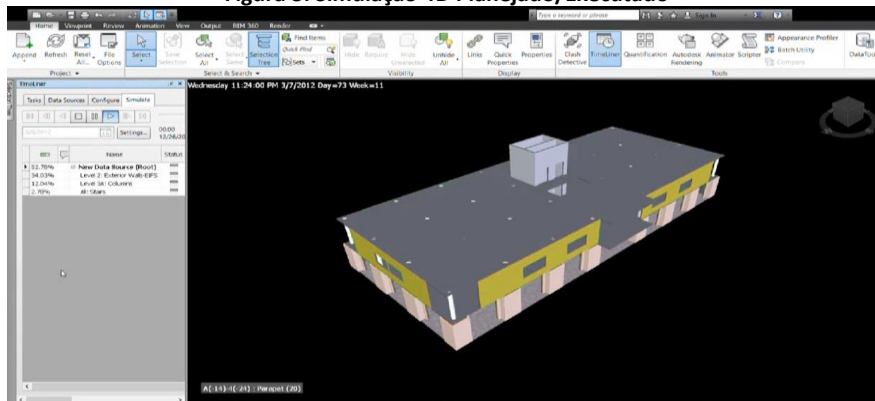


Fuente: AUTOR, 2022.

Durante la ejecución de la obra, el uso de métodos BIM para la verificación energética, parte del principio de garantizar el funcionamiento de acuerdo con las metas propuestas, obteniendo retroalimentación del proyecto, permitiendo a los profesionales realizar una evaluación con el fin de validar el mismo, comparando el rendimiento de la energía generada virtualmente con el edificio real. Según UCHOA (2017) el sistema de gestión integrado es fundamental para este control de calidad.

Uchoa (2017, p.59) afirmó que “muchas dimensiones de datos inteligentes se pueden vincular al modelo 3D, por lo que nD representa el estado de múltiples disponibilidades de información, el modelo 5D incluye modelos 3D, 4D (tiempo) y 5D (costo).” La verificación de la ejecución de la obra se inserta en BIM 4D. Para Brito y Ferreira (2015) el seguimiento de la ejecución a través de la evaluación BIM se basa en el seguimiento del avance físico de la obra, por modelo 4D. En este proceso, el profesional analiza el cronograma realizado y planificado, aplicando medidas correctivas, si es necesario.

Figura 3: Simulação 4D Planejado/Executado



Fuente: AUTOR, 2022.

Ante esto, la aplicación y control a través del modelo 4D BIM, proporciona la verificación de potencialidades en el seguimiento de la ejecución energéticamente eficiente de la construcción, ya sea con reducción de esfuerzos en la visualización e interpretación del proyecto, identificación de conflictos, integración y comunicación con los proyectos involucrados, así como apoyo en la secuenciación y asertividad del programa desarrollado en la etapa de diseño (BRITO y FERREIRA, 2015).

Una vez terminada la obra se inicia la operación y uso del edificio, además de que con el tiempo la construcción necesita mantenimiento. Según Machado y Ruschel (2015, p.217) “en la fase de Operación y Mantenimiento, el énfasis está en la Serie de Monitoreo y Control a través de usos asociados a la automatización de edificios, monitoreo del desempeño y uso del modelo BIM en tiempo real”. En esta fase, el análisis energético está asociado al comportamiento que demuestra la construcción de acuerdo con las metas estipuladas en el proyecto, la interoperabilidad de los sistemas de monitoreo, su operación y condiciones de uso y consumo de energía, evitando así colapsos de eficiencia energética.

Además, se observan cuatro clases de problemas que atienden a más de una fase del ciclo de vida del edificio: Sensibilidad a la Eficiencia

Energética, Planificación de Sistemas Inteligentes, Detección y Seguimiento de Objetos Inteligentes y Visualización, Interacción y Comunicación entre Agentes en el Entorno de Trabajo (MACHADO y RUSCHEL, 2015).

Para Silva, Ludolf y Meiriño (2019) la fase de operación y mantenimiento de un edificio es el período más largo de su ciclo de vida, representando el 85% de los costos. En este sentido, la necesidad de adaptar el modelo energético, mediante un análisis de rendimiento, sigue siendo función de esta calibración para comparar los resultados de la simulación con los datos recogidos (a medir y ajustar a los parámetros simulados), permitiendo la comprobación.

3 CONCLUSIÓN

Los programas de vivienda promovidos por el Gobierno Federal de Brasil en los últimos trece años, con el tiempo, delinearón soluciones sostenibles a un ritmo creciente. Incluso las propuestas de reforma y regularización de tierras deben ser consideradas en este contexto. Sumado a esto, el detalle de soluciones referentes a sistemas de generación de energía alternativa, Sistema Fotovoltaico (SFV) e Instalación de Sistema de Calentamiento de Agua (SAS), con generación de energía a través de energía solar térmica, estos están directamente relacionados con la eficiencia energética de las edificaciones.

Las propuestas del programa están respaldadas por estudios y organismos especializados que orientan los proyectos, en el sentido de racionalizar el uso de la energía, cumpliendo así con el control y la comodidad ambiental. Las certificaciones y clasificaciones como BREEAM y LEED también guían las elecciones de diseño, definiendo sistemas de construcción a través de sistemas de eficiencia energética. Así, lo que se hace en HIS está en línea con el mercado de la construcción y la investigación en desarrollo. Sin embargo, el período de recesión que vive la sociedad brasileña se refleja en la falta de inversiones del Presupuesto Público, agravada por la falta de insumos para la producción de viviendas, potenciada por la falta de compromiso de muchas empresas del sector de la construcción civil en estableciendo la metodología que mejoraría la producción de HIS, en este caso el uso de BIM.

La evaluación de la eficiencia energética en edificios y la aplicación de la sostenibilidad a través del análisis sistemático de estándares se potencian con la metodología BIM. Su eficacia en las diversas etapas del desarrollo de la construcción puede ayudar en la producción de HIS más sostenibles y de mayor comodidad para los usuarios.

A partir del análisis generado a través del *software* Revit, uno de los más utilizados para la aplicación de la metodología BIM en proyectos, junto con sus complementos *Insight* y *GBS*, se crearon modelos que fueron utilizados de manera interdisciplinaria para posibilitar soluciones energéticas. Esta creación de modelos en diferentes etapas de desarrollo de la construcción, si se utiliza en HIS, puede facilitar la gestión de las construcciones, a través de parámetros de verificación, que incluso ayudan en la generación de formas y orientación ideal para la construcción, con soluciones detalladas según la influencia de la implantación donde se insertará el proyecto. De esta manera, al aunar esfuerzos relacionados con las tres áreas, el país avanzará hacia la producción de una mayor cantidad de vivienda social de calidad y sustentable.

REFERENCIAS

ACSELRAD, Henri. (1999). Discursos de sostenibilidad urbana. **Revista Brasileña de Estudios Urbanos y Regionales**, n.1. Rio de Janeiro: IPPUR, 1999. Extraído de <<https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/27>> Acceso en: julio/2022.

BRASIL. MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional. **Programa Casa Verde e Amarela**. Brasília, Brasil, 2020. Extraído de <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/casa-verde-e-amarela>> Acceso en: junio/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 y FERREIRA, Emerson de Andrade Marques. (2015). **Evaluación de estrategias de representación y análisis de la planificación y control de obras mediante modelos BIM 4D**. Ambiente construído. Porto Alegre: Scielo, 2015, p. 203-223. Extraído de <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212015000400203> Acceso en: julio/2022.

BUENO, Cristiane y ROSSIGNOLO, João Adriano. (2010). Desempeño ambiental de los edificios: escenario actual y perspectivas de los sistemas de certificación. **Revista Minerva**, v. 7, n. 1. São Carlos: FIPAI, 2010. 45-52 p.

CARDOSO, Aduato L. (2014). Nueva política, viejos desafíos: problematizaciones sobre la implementación del programa *Minha Casa Minha Vida* en la región metropolitana de Río de Janeiro. **Revista E-Metropolis**, 2014. 6-19p.

FROTA, A. B. y SCHIFFER, S. R. (2016). **Manual de comodidad térmica**. 8ª Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2016.

GONÇALVES JR, Francisco. (2019). BIM eficiencia energética y sostenibilidad. (2019). **Mais Engenharia - AltoQi - Tecnología aplicada a la ingeniería**. Florianópolis: AltoQi, 2019. Extraído de <<https://maisenharia.altoqi.com.br/bim/eficiencia-energetica-bim-e-sustentabilidade/>> Acceso en: julio/2022.

GRAGNANI, Juliana. (2020). **Casa Verde e Amarela: qué puede cambiar en la versión bolsonarista de Minha Casa Minha Vida**. Londres: BBC News Brasil, 1 de septiembre de 2020. Extraído de <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-53920385>> Acceso en: junio/2022.

GRZEGORZEWSKI, Flávia Costa. (2022). **Sostenibilidad en Vivienda de Interés Social: Un estudio a través de escenarios**. Disertación (Maestría en Arquitectura y Urbanismo) - Universidad Federal Fluminense. Niterói: UFF, 2022.

MACHADO, Fernanda Almeida y RUSCHEL, Regina Coeli. (2018). Soluciones que integran BIM e Internet de las cosas en el ciclo de vida del edificio: una revisión crítica. **PARC en Arquitectura y Construcción**, v. 9, núm. 3. Campinas: UNICAMP, 2018. Extraído de <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650216>> Acceso en: junio/2022.

MIRANDA, Rian das Dores y SALVI, Levi. (2019). Análisis de la tecnología BIM en el contexto de la industria de la construcción brasileña. **Revista Científica Multidisciplinar**. Año 04, Ed. 05, vol. 07. São Paulo: Núcleo del Saber, 2019, p. 79-98. Extraído de <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/tecnologia-bim>> Acceso en: julio/2022.

MOLICA, Fernando. (2019). *Minha Casa, Minha Vida*: contratistas rechazan programa de eficiencia. Revista Veja. São Paulo: Editora Abril, 24 de mayo de 2019. Extraído de <<https://veja.abril.com.br/coluna/radar/minha-casa-minha-vida-empiteiras-rejeitam-programa-de-eficiencia/>> Acceso en: julio/2022.

OLIVEIRA, V.; JESUS, L. y CONDE, K. (2019). **Análisis de eficiencia energética mediante software BIM: uso de herramientas Building Energy Modeling (BEM) de Autodesk**. In: SIMPOSIO BRASILEÑO SOBRE CALIDAD DE PROYECTOS EN EL ENTORNO CONSTRUIDO, 6., 2019, Uberlândia. Anais... Uberlândia: UFU, 2019. Extraído de <http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/087_analise_de_eficiencia_195.pdf> Acceso en: julio/2022.

PEREIRA, Lohana Lopes y AZEVEDO, Bruno Freitas de. (2020). El impacto de la pandemia en la construcción civil: el papel de la gestión en el escenario actual. **Revista Boletín de Gestión**, n. 20. Rio de Janeiro: NPPG, 2020. Extraído de

<<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/519/326>> Acceso en: julio/2022.

SILVA, Marcus Vinicius Rosário; LUDOLF, Nicholas Van-Erven y MEIRIÑO, Marcelo Jasmin. (2019). **BIM en la fase de operación y mantenimiento de edificios: oportunidades y desafíos (parte I)**. v. 5, n. 9. CURITIBA: Brazilian Journal of Development, 2019. 14624-14634 p. Extraído de <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3138>> Acceso en: julio/2022.

SOUSA, Alline Miller y FIGUEIREDO, Karoline Vieira. (2019). Evaluaciones de desempeño en la era BIM y los desafíos de la recalificación energética de edificios. **Revista Boletín de Gestión**, nº 8. Río de Janeiro: NPPG, 2019. Extraído de <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/407>> Acceso en: julio/2022.

SUCCAR, Bilal. (2009). **Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009. Extraído de <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580508001568>> Acceso en: junio/2022.

TOMAZELLI, Idiana y PUPO, Amanda. (2021). **Un año después, Casa Verde e Amarela no despega y entrega menos casas**. Economía: UOL, Brasília, 30 de agosto de 2021. Extraído de <<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>> Acceso en: junio/2022.

UCHOA, Marcelo Kraichete de Miranda. (2017). **Planificación y control de obras mediante tecnología BIM**. Disertación (Maestría en Ingeniería de Producción) - Universidad Federal de Pernambuco. Recife: UFPE, 2017. Extraído de <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33197>> Acceso en: julio/2022.