

**Utilização de plataforma BIM como instrumento comparativo na eficiência energética com cortina verde aplicada em edifício construído**

*Utilization of BIM platform as a comparative instrument in energy efficiency with green curtain applied to constructed building*

**Leonardo Gonçalves<sup>1</sup>**  
*Graduando em Engenharia Civil  
IFSP Campus Votuporanga*

**Naiara Luchini de Assis Kaimoti<sup>2</sup>**  
*Mestre em Arquitetura e Urbanismo - FAU/USP  
Docente do Curso de Engenharia Civil  
IFSP Campus Votuporanga*

**Raphael Saverio Spozito<sup>3</sup>**  
*Mestre em Engenharia Civil/ Unesp – Ilha Solteira  
Docente do Curso de Engenharia Civil  
IFSP Campus Votuporanga*

**RESUMO:** A plataforma BIM permite a modelagem 3D utilizando conjuntos de dados para parametrizar fatores como tempo, capital e gerenciamento de recursos. A realização de projetos de edificações visando a união dos fatores sustentabilidade e conforto térmico tornou-se uma tendência contemporânea, atingida ao aproveitar técnicas e métodos capazes de reduzir a incidência solar direta na edificação, diminuindo o uso de aparelhos HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning). A pesquisa teve por objetivo realizar uma análise de eficiência energética com a aplicação de cortinas verdes sobre uma parede de laboratório no Bloco F do IFSP Campus Votuporanga, com resultados gerados a partir de simulação com o *software* Revit®, considerando as propriedades físicas, condições exteriores da edificação e características do sistema de arrefecimento do ambiente. Para simulação foi realizada a modelagem de informação da edificação (BIM) do laboratório e a inserção da cortina verde como barreira contra a incidência solar direta na parede da edificação com orientação oeste. O estudo permitiu a análise da eficiência energética dos sistemas de HVAC com a implementação de cortina verde, comprovando sua eficiência e evidenciando a redução do consumo energético em aproximadamente 75% no pior cenário.

**Palavras-chave:** BIM; Sustentabilidade; Cortina-verde; Eficiência energética.

**ABSTRACT:** The BIM platform allows 3D modeling using datasets to parameterize factors such as time, capital and resource management. The realization of building projects aiming at the union of sustainability and thermal comfort factors has become a contemporary trend, achieved by taking advantage of techniques and methods capable of reducing direct sunlight on the building, reducing the use of HVAC devices (Heating, Ventilating and Air Conditioning). The research aimed to perform an energy efficiency analysis with the application of green curtains over a laboratory wall in Block F of the IFSP Campus Votuporanga, with results generated from simulation with Revit® software, considering physical properties, external conditions of the building and characteristics of the ambient cooling system. For simulation, the laboratory building information modeling (BIM) and the insertion of the green curtain as a barrier against direct sunlight on the west facing building wall were performed. The study allowed the analysis of the energy efficiency of HVAC systems with the implementation of a green curtain, proving its efficiency and showing a reduction in energy consumption of approximately 75% in the worst scenario.

**Keywords:** BIM; Sustainability; Green curtain; Energy efficiency.

## **INTRODUÇÃO:**

A energia elétrica é caracterizada como o principal combustível da civilização atual, sendo o fator determinante para manter e suprir diversos setores, equipamentos, estabelecimentos, instalações e tecnologias da sociedade (OLIVEIRA, 2020). Dentro da área da construção civil os edifícios são os principais responsáveis pelo consumo de energia, esse volume demandado é justificado pela deficiência e/ou má aplicação da gestão de energia, ocasionando a precarização de análises e manutenções e por fim aumentando o consumo desse recurso (MULLER, 2020).

Com base na definição, a eficiência energética é descrita como a relação entre a quantidade de energia aplicada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização. Promover a eficiência energética abrange o aprimoramento das transformações, transporte, emprego e utilização dos recursos energéticos, desde suas fontes até seu aproveitamento (TAVARES, 2017).

Há uma gama de fatores que influenciam na eficiência energética de um edifício, como o clima da região, condições exteriores da edificação, o isolamento térmico, aparelhos de arrefecimento, caráter de utilização do edifício, as operações desenvolvidas no ambiente e diversos outros (MULLER, 2020).

Alcançar eficiência energética na arquitetura e na construção tornou-se objetivo de alta relevância, pois é responsável por garantir fatores importantes para o ambiente como proporcionar redução no consumo de energia e economia de capital, mantendo os recursos padrões como iluminação e arrefecimento. (LAMBERTS, 2016). A necessidade de garantir a eficiência energética é comprovada por estudos e pesquisas que evidenciam a construção civil como responsável pelo maior potencial de economia de energia elétrica investido (BORGSTEIN et al, 2016).

Um dos maiores focos de consumo de energia elétrica numa edificação é o sistema de HVAC, responsável por manter o conforto térmico do ambiente. No Brasil, seu uso comumente está voltado para o resfriamento, em função do clima tropical e das altas temperaturas acompanhadas de elevados níveis de insolação. A utilização constante de aparelhos de ar-condicionado em um ambiente, ao longo do dia por aproximadamente quatro horas, representa um valor de 63% do consumo de energia elétrica total do mês, indicando quão alta é a carga energética que esse sistema requer para seu funcionamento (EPE, 2018). Nesse caso, contribuem ainda as edificações

resultantes de métodos construtivos convencionais que, desde a origem e transporte dos materiais até a operação e manutenção da construção ao longo de sua vida útil, tendem a promover maior consumo energético.

Na área da construção civil, a tecnologia BIM garante a parametrização de um modelo, permitindo a visualização de suas dimensões em planos bidimensionais e tridimensionais, assim como a incidência solar a partir do posicionamento geográfico, classificação e categorização para análise dos materiais aplicados nas estruturas, representando fatores que auxiliam em estudos de conforto térmico, eficiência energética e outros parâmetros para os ambientes do edifício estudado.

A plataforma permite realizar análises, dimensionamentos e estabelecimento de parâmetros e diretrizes, automatizando e dinamizando as ações que vão definir o projeto, aumentando a produtividade, reduzindo o tempo investido por parte do projetista, além de realizar correções e fomentar a precisão dos modelos, aumentando a eficiência em termos gerais (economia financeira, eficiência energética, conforto térmico, sustentabilidade, eficiência estrutural, entre outros) para a concepção do projeto (BRACHT, 2016).

O uso da metodologia BIM torna possível a execução de simulações para prever gastos energéticos e análise de conforto térmico de usuários, o que auxilia no fluxo de trabalho para a tomada de decisões em fase de projeto e a redução do consumo de energia (AZEVEDO e TAVARES, 2019) e (SANTOS et al, 2018).

A adoção de elementos naturais que componham a construção é um recurso que, em tempos de crises energéticas associadas a eventos climáticos extremos, vem ganhando destaque especialmente para garantir a eficiência energética dos edifícios e garantir as condições de conforto térmico dos ambientes. O uso de vegetação em coberturas e fachadas é vantajoso, pois regula a temperatura do ambiente, melhora a eficiência energética, contribui para a coleta e retenção de águas pluviais, retém poluentes dispersos no ar, além de atenuar os efeitos das ilhas de calor urbanas e promover o aumento da biodiversidade natural dentro do âmbito urbano (PERUSSI, 2016).

O uso de cortinas verdes – sistema vegetado composto por plantas trepadeiras apoiadas em suportes como telas ou malhas, instalado distante da edificação – tem demonstrado por diversos estudos que os ambientes que recebem esse sistema em suas fachadas externas apresentam redução significativa nas temperaturas, ocasionando a diminuição da necessidade no uso de aparelhos para resfriamento do ambiente e,

consequentemente, redução no consumo de energia elétrica (CRUCIOL-BARBOSA, 2019; FEITOSA, 2019; KATO, 2016; MORELLI, 2018; MUÑOZ, 2019; SCHERER, 2019).

Por se tratar de solução sustentável, de baixo custo e de instalação e manutenção pouco complexas, o uso de cortinas verdes em edifícios já construídos ou em fase de projeto contempla a viabilidade de solução mitigadora como alternativa também para a eficiência energética. Entretanto, os resultados dos estudos que comprovam sua eficiência na redução de temperaturas, em sua maioria foram obtidos em experimentos que demandaram o tempo de crescimento da vegetação, até atingirem o completo fechamento das estruturas de apoio, com acompanhamento das temperaturas internas e externas ao longo das estações. Por outro lado, as simulações computacionais desse tipo de sistema vegetado com análise do comportamento térmico e sua eficiência energética ainda são escassas, o que abre caminho para que essas funcionalidades, quando adotadas ainda na fase de projeto, podem otimizar o desempenho energético da edificação, reduzindo prazos e margens de erros, decorrente das parametrizações do BIM.

Assim, esta pesquisa tomou como referência uma implantação real com uso de vegetação na forma de cortina verde aplicada à parede de uma edificação onde, por meio de medições simplificadas de temperatura, foi possível confirmar sua redução ao longo do preenchimento da estrutura de apoio. Nesse experimento, realizado entre os anos de 2014 e 2016, as simulações utilizadas atenderam somente aspectos relacionados ao sombreamento final pela cortina verde no ambiente estudado e às orientações solares durante os períodos do ano de maior incidência solar direta na fachada da intervenção (MAGNO et al, 2017).

Com isso, o objetivo desse trabalho foi analisar, por meio de simulações com ferramentas computacionais BIM, a eficiência energética em uma edificação existente com dados já obtidos experimentalmente usando uma cortina verde implantada para fins de barreira térmica (MAGNO et al, 2017). A partir da comparação dos dados de ambos os estudos se torna possível também a adequação de construções existentes usando a modelagem BIM na implantação de estratégias bioclimáticas, especialmente fazendo-se uso de elementos passivos de controle térmico e eficiência energética.

Esse trabalho tem como principal contribuição poder confirmar a viabilidade da utilização de cortinas verdes para a redução do consumo energético em edificações já construídas com maior probabilidade de eficácia e redução de custos para seus usuários

e danos ao meio ambiente, além de evidenciar a possibilidade da aplicação do BIM, por meio do *software* Revit®, para realizar análises energéticas dos ambientes construídos.

## METODOLOGIA:

### Modelagem e Parametrização

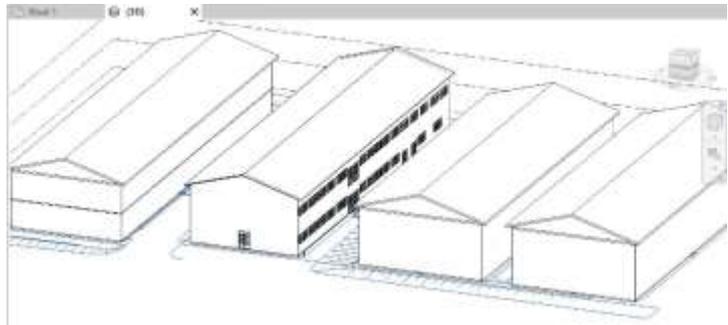
O Revit® foi aplicado para realizar a construção do modelo em 3D e de forma a poder exportá-lo para o Insight, outro aplicativo da Autodesk®, que faz uso dos dados inseridos no modelo para gerar uma tabela que expõe resultados necessários para a pesquisa.

Para alcançar um maior grau de precisão foi criado um modelo dentro do Revit® com a área que circunda o ambiente de estudo, tanto o próprio prédio onde está localizado, mais precisamente um dos laboratórios do piso inferior do Bloco F (Figura 2), quanto as construções aos arredores, no caso, os outros blocos, de forma a trazer uma incidência solar e de fluxo de ventos mais próxima do real o possível (Figura 1).

Figura 1. Representação do IFSP, visto pelo Google Earth (a), e modelado no Revit® (b).



(a)

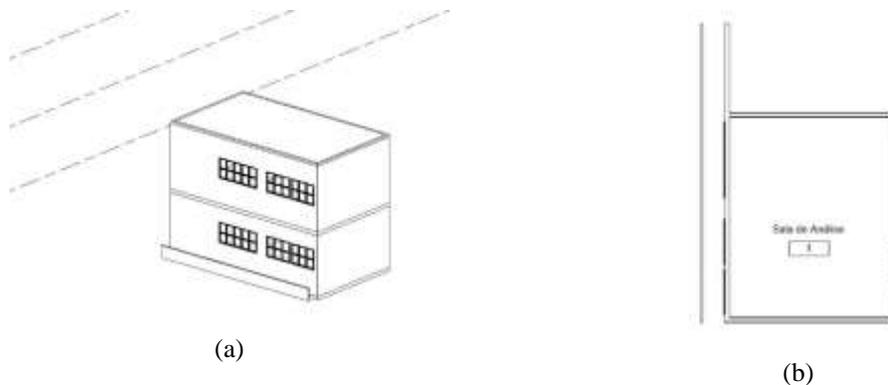


(b)

Fonte: Google Earth (a) e autores através do *software* Revit® (b).

Os elementos criados e modelados no Revit® permitem sua caracterização, sujeito ao detalhamento da construção, possibilitando a atribuição de características físicas, químicas, térmicas, estéticas e estruturais para servir de base para os estudos e análises realizados pelo *software*.

Figura 2. Modelo Revit®, em 3D (a) e em planta (b).



Fonte: Autores.

A caracterização dos elementos modelados fora aplicada nas estruturas que compõem a edificação (como paredes, telhados, lajes e outros), uma vez que influenciam de forma relevante no desempenho energético da construção; pois são superfícies responsáveis por absorver o calor resultante da radiação solar e conduzi-lo para dentro do ambiente, evidenciando o fato de que, diferentes materiais e composições, tal como camadas de regularização e acabamento são importantes no âmbito da eficiência térmica de um ambiente.

O Revit® permitiu a criação de uma base de dados contendo informações sobre os materiais e revestimentos das paredes, os tipos de vidros e metais usados nas esquadrias, sendo esses, elementos importantes para o estudo energético/térmico do ambiente, dessa forma, receberam um detalhamento criterioso e mais próximo possível das medidas reais da construção, pois são responsáveis por bloquear, limitar ou canalizar/permitir a entrada do fluxo do vento e da insolação que passa para o ambiente.

As propriedades aplicadas nos elementos do modelo foram baseadas nos valores indicados pela NBR 15220 e no Anexo Geral V da PORTARIA INMETRO N° 50/2013 para as dimensões e valores de propriedades térmicas e físicas usadas para substratos e camadas aplicadas em elementos estruturais. Também foram utilizadas as dimensões e especificações do Memorial Descritivo do projeto da Fase I do Campus Votuporanga e na NBR 7200 fomentando, assim, a precisão do projeto em relação à fidelidade dos materiais e elementos estruturais usados na construção do edifício, além valores atrelados à cortina verde correspondem ao material de referência indicado por Tavares (2017). Os dados descritos acima estão listados conforme Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Espessura dos elementos construtivos.

<b>ELEMENTO</b>	<b>ESPESSURA (cm)</b>
Telhado	0,8
Parede Externa (bloco)	19
Parede Interna (bloco)	15
Laje	15
Reboco	1,5
Chapisco	0,5
Vidro	0,4
Cortina Verde <sup>1</sup>	10

Fonte: Autores

Tabela 2. Propriedades térmicas das paredes.

<b>Elemento</b>	<b>Condutibilidade térmica (w/[m·k])</b>	<b>Calor específico (j/[g·°c])</b>	<b>Densidade (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Emissividade</b>
Bloco de concreto/ Concreto	1,75	1,00	2300	-
Chapisco	0,7	0,84	1200	-
Reboco	1,15	1,00	1800	-
Telhado	230	0,88	2700	-
Vidro	1,1	0,84	2480	0,95
Cortina <sup>1</sup>	0,03	4,00	1100	0,96

Fonte: Autores.

## Análise Energética

A partir da finalização da modelagem e caracterização dos elementos, é estabelecida a parametrização dos dados inseridos, levando o Revit® a disponibilizar a funcionalidade de pré-configurações da análise energética. Dentro do conceito de

<sup>1</sup> O valor da espessura pode sofrer variações em função da espécie de trepadeira utilizada na cortina verde. Entretanto, pode-se considerar como valor mínimo levando em consideração a vegetação com capacidade plena de crescimento e adensamento

análise do Revit® é possível encontrar uma paleta de ferramentas que abordam a questão energética do *software* [*Configurações de Energia*], com as definições de fase do projeto, plano de referência e outros dados relevância para o conceito energético do ambiente.

Dentro dessa funcionalidade foi determinada que a modelagem se baseou em elementos estruturais compondo a edificação principal e os arredores (edificações adjacentes) compostos por massas conceituais, dessa forma a leitura da análise energética do *software* interpretou ambos os tipos. Em conjunto, dentro das *Opções Avançadas* do conceito energético do Revit®, foram determinados fatores como: a tipologia da estrutura, os horários de funcionamento da edificação, o modelo do sistema de arrefecimento, categoria de exportação, entre outros.

Todos os campos de dados foram preenchidos com as informações do ambiente de estudo ou com dados mais próximos da situação real, nos casos em que o programa não disponibilizava opções exatas como, por exemplo, o modelo do aparelho condicionador de ar, pois não detinha em seu banco de dados os aparelhos usados no Brasil, foram usados modelos que mais se assemelhavam ao implantado no ambiente real.

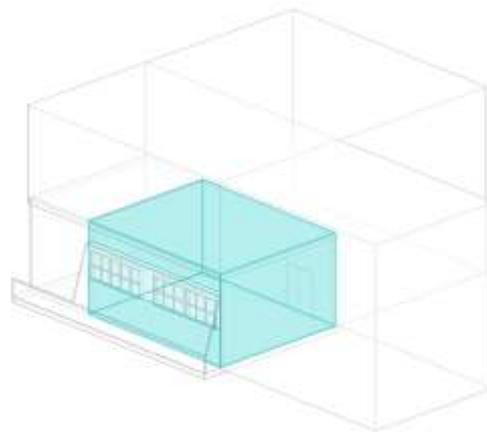
Com base no conceito construído a partir das informações inseridas e configurações estabelecidas foi criado um modelo energético, que leva em consideração todos os aspectos citados [*Configuração de energia/ Opções avançadas*] para que, dessa forma, a simulação fosse concluída com o auxílio do Insight, aplicativo compatível com o Revit®, também patenteado pela Autodesk®.

O Insight realizou a leitura do modelo energético, gerando um gráfico de barras que indica o consumo energético do projeto analisado e comparando os gráficos gerados, um deles proveniente de uma simulação energética sem a cortina verde, e o outro, com a cortina verde.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

A caracterização dos elementos estruturais, acompanhada da atribuição de dados aos componentes que pertencem à edificação, foi realizada para alcançar o modelo energético (Figura 3). Esse modelo é necessário para servir como base da análise energética do Insight, através da sua importação, que faz uso da interoperabilidade das duas plataformas [Revit® e Insight] da Autodesk®.

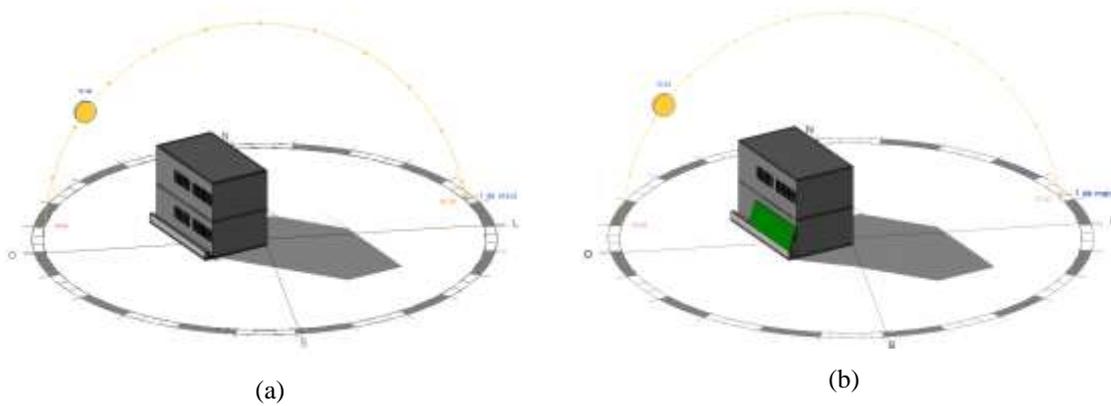
Figura 3. Modelo energético com indicação do ambiente analisado do consumo energético.



Fonte: Autores.

Outro efeito abordado na pesquisa e de grande importância foi a locação do edifício por meio de suas coordenadas geográficas aplicadas no Revit® para que o *software* permitisse o posicionamento da construção dentro da trajetória solar e assim evidenciando a incidência dos raios solares sobre o edifício em horários determinados (Figura 4).

Figura 4. Incidência solar nas situações sem cortina (a) e com cortina (b).



Fonte: Autores.

A cortina verde é um elemento que não pode ser modelado de forma direta dentro do Revit®, pois o *software* não oferece uma ferramenta de criação voltada exatamente para tal tipo de elemento construtivo. Dessa forma, para realização do estudo, a cortina verde foi modelada a partir da ferramenta de aplicação de paredes.

Entretanto, para garantir que o Revit® interpretasse com precisão os elementos que constituíam o modelo, foram introduzidos dados e informações na caracterização da cortina verde. A parametrização do elemento parede (entenda-se cortina verde) foi baseada em artigos e estudos que forneciam recursos referenciais a respeito do assunto. Esses dados puderam aproximar ao máximo o elemento criado no programa ao de uma cortina verde real (TAVARES, 2017), para assim poder manter a integridade e coerência da análise realizada do modelo energético.

A realização das simulações nas duas situações [com e sem a presença da cortina verde] a partir do modelo digital enviado para a plataforma Insight, possibilitou a obtenção dos valores de consumo energético do ambiente, descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados de consumo energético por simulação.

<b>Simulação</b>	<b>Máximo kWh / m<sup>2</sup> / ano</b>	<b>Média kWh / m<sup>2</sup> / ano</b>	<b>Mínimo kWh / m<sup>2</sup> / ano</b>
Sem cortina	927	353	135
Com cortina	695	294	137

Fonte: Autores.

Com base nos resultados expostos na Tabela 3 é comprovado que o modelo com a presença da cortina verde apresenta um consumo menor de energia elétrica. Na análise referente aos valores médios foi obtido consumo de 294 kWh/m<sup>2</sup>/ano (quilowatts-hora por metro quadrado, por ano), enquanto o modelo energético simulado sem a presença da cortina verde apresentou consumo maior, de 353 kWh/m<sup>2</sup>/ano.

Em função da grande carga energética que os aparelhos de ar-condicionado usam, a maior parte do gasto de energia das simulações realizadas no Revit® é referente à utilização desses elementos. Com isso, a implementação de cortinas verdes resulta diretamente na redução da intensidade do uso do sistema HVAC e, conseqüentemente, diminuindo o consumo energético do ambiente necessário para atingir o conforto térmico e uma temperatura ideal (23°C, conforme recomendado na NR 17 – Ergonomia, para ambientes de estudo), influenciando no gasto geral de energia elétrica de forma relevante.

## CONCLUSÃO:

A partir dos resultados obtidos ficou evidente que a plataforma BIM pode também ser utilizada para considerar elementos de vegetação como elemento de proteção solar em edifícios já construídos. Essa possibilidade vem como mais um elemento a ser somado ao dinamismo da plataforma que leva os projetos a economizarem tempo de conclusão, resultando em modelagens e construções mais otimizadas. Além disso, o uso desse recurso permite que todos os processos seja todos modificados e analisados em tempo real, mostrando como a interoperabilidade da plataforma é eficaz. O recurso agregado aos processos de mitigação dos problemas relacionados ao conforto térmico com uso de estratégias passivas de resfriamento para construções desprovidas de soluções em projeto passa a ser fundamental nas ações que visam a adaptação urbana em tempos de mudanças climáticas.

A possibilidade de quantificar valores e aplicar as características dos materiais, sendo a energia um deles, e considerar o posicionamento do sol para avaliar o desempenho solar e energético da edificação são formas expressas para a leitura e análise do projetista. Essa análise é ainda abastecida pelo estudo da direção dos ventos, podendo-se verificar margens de erros e impactos gerados pela construção e seu espaço interior, ou seja, dá a indicação se o elemento proposto como solução pode agravar o problema a ser mitigado caso outros fatores não sejam considerados.

A análise mostrou, com base nos estudos e simulações realizados, o fato de que o uso de cortinas verdes culmina em dois resultados satisfatórios: 1) a redução da temperatura dos ambientes internos e melhorando o conforto térmico; e, 2) a redução do consumo energético da estrutura, decorrente da diminuição da dependência e do uso do sistema de HVAC, uma vez que, a cortina verde funciona como barreira contra a incidência solar direta na estrutura do ambiente, contribuindo também com o conforto ambiental pela evapotranspiração.

A aplicação de novas tecnologias no âmbito da sustentabilidade tem se tornado amplamente vantajoso, pois redimensiona o consumo de recursos naturais sem comprometer o meio ambiente de forma agressiva e irreversível, fomentando novos recursos com inovação tecnológica. O aperfeiçoamento de técnicas e métodos para

atingir os objetivos sustentáveis também impulsiona explorar outras possibilidades dentro de uma ferramenta, aplicativo ou metodologia.

O desenvolvimento de projeto baseado na modelagem computacional com a plataforma BIM tem aberto caminhos para outras aplicações dentro da mesma metodologia, porém abordando layouts de espaços e ambientes diferentes e até mesmo outros tipos de edificações, como este estudo que partiu de uma situação real. Contudo, a ferramenta não se limita somente a esse aspecto; há de se entender que o campo para novos estudos é vasto seja com a aplicação de metodologias mais específicas, ou avaliando construções mais complexas, com maiores limitações ou possuindo materiais mais excêntricos dentro de suas composições estruturais ou fazendo uso de qualquer outro recurso natural.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7200/98: **Execução de Revestimentos de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220/2003: **Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, 2003.

AZEVEDO, N. C. DE; TAVARES, S. F. **Interoperabilidade entre as ferramentas Revit e OpenStudio para simulação termoenergética**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 11, p. e020011, 14 jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v11i0.8653783>

BORGSTEIN, E.H.; LAMBERTS, R.; HENSEN, J.L.M. Evaluating energy performance in non-domestic buildings: A review. Energy and Buildings, v. 128, p. 734–755, set. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.018>

BRACHT, M. K. **Estudo de alternativas de projeto com foco em eficiência energética utilizando BIM**. Florianópolis – SC, 2016.

Governo Federal. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**. EPE (Empresa de Pesquisa Energética, do Governo Federal), 2018.

KAMEL, E.; MEMARI, A. M. **Review of BIM's application in energy simulation: Tools, issues, and solutions**. *Automation in Construction* 97 (2019). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.11.008>

MAGNO, C. P. M.; VALDAMBRINI, A. C.; KAIMOTI, N. L. A. **CORTINA VERDE: AVALIAÇÃO PÓS - IMPLANTAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO E VEGETAÇÃO NO IFSP - VOTUPORANGA (FASE 2)**. São Paulo: Fatec - SP, 2017. 156 p. 44 v. Disponível em: <http://bt.fatecsp.br/bulletins/show/44>. Acesso em: 14 jun. 2021.

MORELLI, D. D. de O. **Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática**. 2016. 1 recurso online (161 p.). Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/321174>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

MULLER, H. M. B; BARRETO, D; NETO, J. C. M. **Indicadores de desempenho de energia em edifícios de escritório: Estudo comparativo através de uma revisão bibliográfica sistemática**. Curitiba – PR, 2020.

MUÑOZ, Luiza Sobhie. **Potencial amenizador térmico de jardim vertical do tipo fachada verde indireta: estudos com diferentes espécies de trepadeiras**. 2019, 146 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru-SP, 2019.

MUÑOZ, Luiza Sobhie et al. Desempenho térmico de jardins verticais de tipologia fachada verde. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019013, mar. 2019. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8652775>>.

Acesso em: 14 set. 2019. doi:<https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8652775>

NORMA REGULAMENTADORA. N17: Ergonomia. PORTARIA N.º 876, DE 24 DE OUTUBRO DE 2018.

OLIVEIRA, F. M; BITTENCOURT L. S; DÓRIA, D. R. S. **Uma ferramenta BIM para simulação de eficiência energética nas fases iniciais de projeto.** Campinas – SP, 2020.

PERUSSI, Rafael. **Comportamento Térmico de um Sistema de Cobertura Verde: Um Experimento Utilizando Plataformas de Teste.**, 2016. São Carlos – SP, 2016.

SANTOS, T. B. N.; et al. **Análise de eficiência energética em edificações universitárias. 6º conferência sobre patologia e reabilitação de edifícios.** POLI/UFRJ. 2018.

SCHERER, Minéia Johann; ALVES, Thales Severo; REDIN, Janaína. **Envoltórias vegetadas aplicadas em edificações: benefícios e técnicas.** Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, v. 7, n. 1, p. 84-101, out. 2018. ISSN 2318-1109. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/2693>.

Acesso em: 14 set. 2019. doi:<https://doi.org/10.18256/2318-1109.2018.v7i1.2693>.

TAVARES, A; LEÔNCIO, D.T Câmara. **Estudo e Avaliação das Propriedades Térmicas de Coberturas Verdes Utilizando o Gênero Commelina.** ,2017. Nova Friburgo – RJ, 2017.