



# UNIFACS

## O AUXÍLIO DA TECNOLOGIA BIM NA APLICAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO 15.575/2013

**Ericson Pimenta De Araujo Falcão**

(ericsonpimenta@hotmail.com)

Professor orientador: Mateus Moura Barretto

Coordenação de Curso de Engenharia Civil

### Resumo

A construção de um empreendimento, independentemente de sua finalidade, passa por diversas etapas construtivas, e de modo geral, com equipes diferentes encarregadas de executar o serviço. A publicação da Norma de Desempenho, NBR 15575/2013, entrou em vigor para definir critérios e testes para que construções habitacionais possuam o mínimo de qualidade para a utilização dos usuários. Com o auxílio da tecnologia do *Building Information Modeling* (BIM), é possível que sejam feitas análises de parâmetros, além de testes já na fase de projeto do objeto em questão, analisando, possíveis falhas ou inconsistências que poderiam ocorrer na construção ou utilização do mesmo. Desta forma, este trabalho tem o intuito de demonstrar a importância do auxílio da tecnologia do *Building Information Modeling* na aplicação da NBR 15575/2013, para que ainda em fases preliminares do projeto sejam verificadas as exigências da Norma para construções habitacionais, evitando, gastos desnecessários com materiais e mão de obra, durante a execução e operação do imóvel.

**Palavras-chave:** BIM, Norma de Desempenho, Testes.

### Summary

The construction of any enterprise, regardless of its purpose, goes through various construction stages, generally with different teams responsible for carrying out the work. The publication of the Performance Standard, NBR 15575/2013, came into effect to establish criteria and tests ensuring that residential constructions meet minimum quality standards for user utilization. With the assistance of Building Information Modeling (BIM) technology, it is possible to analyze parameters and conduct tests during the project phase of the object in question, examining potential flaws or inconsistencies that could occur during construction or use. Thus, this work aims to demonstrate the importance of utilizing Building Information Modeling technology in the application of NBR 15575/2013, enabling the verification of standard requirements for residential constructions in preliminary project phases. This helps prevent unnecessary expenses on materials and labor during the property's execution and operation.

**Keywords:** BIM, Performance Standard, Tests.

## 1. INTRODUÇÃO

Para acompanhar o crescimento contínuo e as inovações do mercado da construção civil, a introdução do *Building Information Modeling* (BIM) surge para auxiliar nos processos construtivos de forma integrada prevendo, ainda na fase de concepção do projeto, possíveis problemas que podem ocorrer na construção da obra.

O BIM é responsável por gerar dados orçamentários que auxiliam na construção de um empreendimento, como também dados a respeito da eficiência térmica, lumínica e acústica, podendo potencializar a eficácia dos resultados e da construção.

Ainda que exista este gerenciamento do fluxo de informações de forma automatizada em modelos BIM, atualmente esta tecnologia não é tão utilizada para fazer as análises de desempenho que a NBR 15575 de 2013 solicita. Para Nunes *et al.* (2021), esta norma foca nos requisitos dos usuários para com os edifícios habitacionais e seus sistemas, em relação ao comportamento do seu uso, estabelecendo parâmetros mínimos para cada construção.

Entretanto, o uso de softwares BIM pode auxiliar na análise de alguns tópicos do desempenho da obra seguindo os testes dispostos na norma, propondo uma análise dos quesitos solicitados de forma automatizada e compatibilizada com os projetos construtivos, evitando assim, possíveis problemas de adequação da obra a NBR 15.575.

Esse trabalho busca através de uma análise bibliográfica de estudos nacionais, verificar como o uso de programas e plug-ins que usam a tecnologia BIM, podem auxiliar nas etapas de planejamento e gerenciamento de uma obra no cumprimento da NBR 15575 de 2013, mostrando a importância do seu uso e os benefícios que essa tecnologia oferece e que a utilização da tecnologia pode diminuir o tempo e gastos finais da obra.

Para isso, foram analisados estudos de alguns autores como Gonçalves (2018), Chaves (2018), Rubim *et al.* (2019) e como seus trabalhos correlacionam o BIM e a NBR 15.575 e fazendo análise dos trabalhos “BIM aplicado para avaliação do Desempenho Térmico em uma residência unifamiliar popular” de Santos e Dutra (2020), “Aplicação De Tecnologias Bim Como Suporte Para Análise De Iluminação Natural” de Rosa *et al.* (2023) e também no estudo de Fengler *et al.* (2021) intitulado de “Simulação do desempenho acústico de um modelo BIM a partir do esquema de dados IFC”, como exemplos de análises da aplicação da tecnologia BIM como auxílio à NBR 15.575 de 2013.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo, para melhor compreensão da análise, são abordados conceitos e solicitações da NBR 15.575 de 2013, como também conceitos e softwares do BIM e formas como a norma e a tecnologia se comunicam.

### **2.1 Norma de Desempenho**

A Norma de Desempenho (NBR 15575/2013) teve sua primeira publicação no ano de 2008 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com o auxílio de diversos setores da construção civil, e após revisões, entrou em vigor no ano de 2013.

A Norma foi criada com o intuito de definir conceitos e parâmetros de qualidade mínima para diversos tipos de edificações. Além de definir os critérios que a mesma tem que cumprir,

o documento também estabelece métodos que possibilitam avaliar a edificação e desta maneira, determinar se ela está dentro do que está sendo solicitado.

Para Mitideri Filho e Silva Junior (2018), a Norma de Desempenho é um importante e indispensável marco para a modernização tecnológica da construção civil no Brasil, de forma que considera as necessidades e exigências dos usuários e divide a responsabilidade com os fabricantes, projetistas, incorporadores, construtores e usuários.

A NBR 15575/2013 dispõe de seis partes de análise: Requisitos Gerais, Sistemas Estruturais, Sistemas de Pisos, Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas, Sistemas de Coberturas e Sistemas Hidrossanitários. Dentro de cada parte existem doze requisitos dos usuários, como a segurança estrutural e de uso, o desempenho acústico, térmico e lumínico, a saúde, higiene, qualidade do ar etc.

A norma especifica parâmetros mínimos de desempenho para cada requisito que deve ser alcançado em todo o seu ciclo de vida. Esses parâmetros são analisados através de métodos que levam em consideração a necessidade dos usuários, com base em condições previamente vistas.

Ciclo de vida é a expressão usada para referir-se a todas as etapas e processos de um sistema de produtos ou serviços, englobando toda a cadeia de produção e consumo, considerando aquisição de energia, matérias-primas e produtos auxiliares; características da utilização, manuseio, embalagem e consumo (Passuelo, 2014).

Os métodos são formas de avaliar o desempenho que a edificação deve ter em determinado requisito das partes analisadas. A avaliação é feita através de análises que podem ser realizadas de diferentes formas, podendo ser visuais, com análise de projeto, ensaios manuais no local, ensaios em laboratório, bem como cálculos ou simulações.

Para poder exemplificar os testes de análise da norma podemos citar o procedimento de avaliação de desempenho acústico e lumínico, em que a ABNT determina as condições específicas em que o procedimento deve ser realizado, como também os requisitos mínimos que o teste deve apresentar.

No que se diz respeito aos testes acústicos em loco, a NBR 15.575 (ABNT, 2013), define que a medição do desempenho acústico deverá ser realizada no cômodo da residência que faz divisa com o cômodo a ser analisado, podendo ser ao lado, acima ou abaixo. Após o equipamento ser instalado, ele é acionado emitindo determinado ruído para as medições necessárias. Os testes devem ser realizados com as portas e janelas das duas unidades habitacionais fechadas como determinado no documento.

Para avaliar o desempenho térmico a NBR 15.575 (ABNT, 2013) define os procedimentos para realizar a análise podendo ser, simplificado, que consiste em conferir as especificações dos sistemas de vedação e cobertura, medição, por meio da realização de medições em protótipos, ou podem ser realizados em uma simulação computacional usando dados obtidos no local ou por tabelas de especificações.

Assim como outras regulamentações, a Norma de Desempenho não tem função de lei em cidades com código de obras, entretanto está vinculada ao Código de Defesa do Consumidor e o não cumprimento dos parâmetros podem ocasionar em infrações legais deixando o construtor sujeito a sanções, contudo, a norma também respalda o construtor comprovando que o mesmo respeitou aos requisitos mínimos necessários.

## 2.2 Building Information Modeling (BIM)

Para associar todos os processos e parâmetros ao longo do processo construtivo, surge uma tecnologia nomeada de *Building Information Modeling*, que integra todo o processo construtivo com atualização das informações simultâneas ao longo do desenvolvimento.

De acordo com Chaves (2018), a tecnologia BIM é uma ferramenta que permite quem está utilizando, construir um empreendimento virtual e analisá-lo antes que este empreendimento seja construído. Ela utiliza componentes virtuais que são perfeitamente análogos a componentes reais do mundo físico.

Assim, temos que a utilização das ferramentas do *Building Information Modeling* podem ser usadas de uma maneira em que permita obedecer e simular as normas necessárias ainda na fase de produção do projeto, antes mesmo do início das obras com base no formato *Industry Foundation Classes* (IFC), o formato gerado pelo BIM contendo os dados do arquivo.

“O BIM usa o formato de arquivo *Industry Foundation Classes* (IFC) desenvolvido pela buildingSMART®, que possui um protocolo aberto e fornece uma solução de interoperabilidade entre diferentes aplicativos de software, estabelecendo padrões internacionais para importar e exportar objetos de construção e suas propriedades”(SOFTWARE AUTODESK, 2015).

Com o formato IFC pode-se ter diversas informações do modelo trabalhado, como o local onde aquele empreendimento está sendo construído, especificações construtivas como os materiais utilizados, o fabricante e preço de custo daquele material.

Segundo Fengler (2021), os modelos criados por um software podem ser trocados entre as diferentes plataformas que usufruem da tecnologia BIM, possibilitando assim o compartilhamento de informações, de forma adequada e detalhada dos dados, entre as diversas partes envolvidas no processo como projetistas, orçamentistas, fornecedores, construtores etc.

Campestrini *et al.* (2015) defendem que o BIM colabora nas tomadas de decisão, já que o mesmo demonstra um ganho no fluxo de informações e na qualidade do projeto. A tecnologia tem como principal objetivo a resolução das necessidades do projeto na sua fase preliminar e no seu detalhamento, reduzindo os custos nas fases posteriores, pois antecipando a informação dá a garantia de agilidade e conseqüentemente na decisão a ser tomada.

Tendo essa informação em vista, a modelagem de uma obra no BIM pode gerar as informações em dados obedecendo o formato do arquivo IFC, que possam ser analisados e verificados se estão de acordo com os critérios de avaliação da Norma de Desempenho.

Isto posto, o uso do BIM pode vir a se tornar cada vez mais usual no ciclo de trabalho das obras no cenário brasileiro, em virtude das possibilidades oferecidas pela tecnologia, como o fluxo de trabalho compartilhado entre os diversos projetos que a obra requer, bem como a parametrização dos dados que estão presentes no projeto, como os tipos de materiais, suas características e os impactos da escolha deste material.

Como descrito por Miranda (2019), no Brasil o BIM se encontra no início da sua linha evolutiva no que se diz respeito ao seu uso na construção, devido a diversos fatores como a falta de normalização, como também o receio da mudança de ferramenta de trabalho. Entretanto, o histórico da tecnologia BIM e os dados estatísticos, mostram que o seu uso gera um ganho expressivo na indústria da construção civil em diversos aspectos, mas é necessário a difusão e aprofundamento por parte dos envolvidos.

### **2.3 Testes de Desempenho feitos em BIM**

Utilizando o BIM para gerar a quantificação dos dados da obra a ser construída, pode-se fazer as análises em softwares minimizando a variabilidade das estimativas e de forma antecipada compreender se está de acordo com o que a norma exige.

Segundo Chaves (2018) além das melhorias na velocidade da execução do detalhamento e modelagem que o BIM proporciona, ele também busca otimizar a execução da obra prevendo falhas logísticas e conflitos entre os projetos, além de auxiliar no gerenciamento das etapas e otimizar a geração dos quantitativos e orçamentos.

As obras devem passar por testes para serem avaliadas se estão de acordo com os requisitos mínimos propostos. Entretanto, tais verificações ainda são feitas em grande frequência de forma manual, após a execução da obra e muitas vezes tendo que ser analisado cada quesito separadamente, gerando assim um possível gasto de tempo e dinheiro caso não esteja de acordo com o que determina o regulamento.

A utilização do BIM demonstra grande potencial para auxiliar o atendimento aos requisitos da Norma de Desempenho. É possível a verificação de requisitos durante a concepção do projeto e maior detalhamento dos produtos e materiais que serão utilizados. Além disso, o BIM também é uma ferramenta capaz de facilitar a interoperabilidade entre projetos e na integração entre os profissionais de várias disciplinas (Nunes *et al.*, 2021).

De acordo com a NBR 15.575 (ABNT, 2013), pode ser avaliado o desempenho seguindo métodos simplificados ou por simulação computacional. A forma simplificada leva em consideração todas as propriedades de forma separada e por simulação computacional são comparadas, ao mesmo tempo, as informações possíveis na simulação simplificada além de mais dados que interferem no desempenho, com o auxílio de softwares específicos.

Rubim *et al.* (2019) fizeram um estudo para analisar a possibilidade do uso do BIM como ferramenta de análise da NBR 15.575 de 2013, e apresentaram que um terço dos requisitos da norma são possíveis de checar automaticamente com a utilização de ferramentas e softwares. Ainda nesse estudo eles mostraram que há uma redução do tempo que leva para conferir o projeto em 60% além de também apontar um total de 22% de situações que não estão em conformidades a mais em relação ao número encontrado manualmente, mostrando a possibilidade da verificação computacional da decisão do documento com o auxílio do BIM.

Com o auxílio da tecnologia esse processo tende a ser menos custoso, pois, ainda no planejamento da obra são feitos esses testes de forma automatizada, analisando diversos quesitos simultaneamente para definir se está de acordo com o solicitado, por meio da tecnologia 6D.

Para Rocha (2019) o conceito da tecnologia 6D contempla as questões que estão ligadas à sustentabilidade. Ela tem uma forte influência nas outras dimensões, já que a sexta dimensão leva em consideração todos os impactos que a edificação causa ao longo da sua vida útil. Desta forma, é possível analisar diversos aspectos construtivos ainda na fase de projeto.

Como caracteriza Silva e Dutra (2020), a adoção do BIM se torna uma alternativa viável e necessária com a finalidade de desenvolver projetos de acordo com a NBR 15.575/2013, antecipando a investigação dos possíveis futuros resultados do projeto, e desta forma desenvolvendo a utilização dos softwares disponíveis no mercado. Para isto, a publicação da ABNT determina a análise dos diversos quesitos que devem seguir os procedimentos descritos.

O desempenho térmico é um dos quesitos a serem analisados, ela considera a eficiência de diferentes itens como a ventilação, o sombreamento e a transmitância térmica dos materiais. Alguns softwares possuem ferramentas que conseguem configurar as propriedades térmicas dos materiais como solicita a tecnologia BIM como Autodesk Revit®, ECOTECT e o IES VE.

Dessa forma pode-se analisar informações como o resfriamento e aquecimento do consumo energético.

Já para a análise acústica, a NBR 15.575 utiliza como base normas internacionais como a ISO 140-5 e a ISO 10.052, que definem métodos e ensaios para quantificar dados do desempenho acústico e determina limites. Para isso, alguns softwares já conseguem fazer simulações considerando a modelagem e os materiais do projeto. ODEON E ECOTECT são algumas das ferramentas que podem ser utilizadas para esses testes.

Em relação ao desempenho lumínico a NBR 15.575 determina que o empreendimento receba durante o dia iluminação natural direta ou indiretamente, e a noite seja iluminado por luzes artificiais de forma satisfatória, com conforto e segurança nos recintos e na circulação entre os cômodos considerando a posição do local quanto a latitude e longitude, além da estação do ano. Para fazer tais simulações existem alguns programas como Autodesk Revit ® e o IES VE, que possibilita a análise de acordo com a posição do sol.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Com o intuito de exemplificar o tema abordado e dar embasamento ao estudo, foi realizada uma análise em três estudos de caso que utilizam da tecnologia BIM, para verificar se o objeto de estudo está dentro dos padrões solicitados pela norma. Os trabalhos analisam três aspectos da NBR 15.575, o desempenho térmico, acústico e lumínico, por meio de softwares distintos, mas que utilizam o formato IFC.

Para evidenciar e exemplificar sobre o desempenho térmico, Santos e Dutra (2020) no seu artigo “BIM aplicado para avaliação do Desempenho Térmico em uma residência unifamiliar popular”, mostram como a modelagem da informação por meio da tecnologia BIM pode auxiliar no cumprimento da Norma de Desempenho nas habitações populares, por meio de um estudo de caso mostrando sua eficiência nas simulações e consequentemente na redução de tempo e custos proporcionadas pelo software CYPETHERM EPlus.

Fengler *et al.* (2021) no artigo “Simulação do desempenho acústico de um modelo BIM a partir do esquema de dados IFC” fizeram um estudo verificando o uso de softwares para a análise do desempenho acústico de uma divisória por meio da tecnologia BIM e os dados parametrizados no arquivo IFC, mostrando a utilidade e possibilidades de fazer simulações no processo projetual.

Bem como, Rosa *et al.* (2023) em seu trabalho intitulado “Aplicação De Tecnologias Bim Como Suporte Para Análise De Iluminação Natural” realizou simulações para estudar o

uso da tecnologia BIM para análise da incidência da luz natural do sol no ambiente, realizando os testes referentes ao do quesito lumínico da norma.

Os autores buscaram através de estudos de caso, mostrar a eficiência do uso dos softwares BIM para atender os requisitos mínimos de qualidade, no que se refere ao conforto térmico e acústico e o quão importante o uso dessas ferramentas são para minimizar possíveis problemas futuros.

### 3.1 Análise De Desempenho Térmico Com O Auxílio Do BIM

Para realizar o estudo, Santos e Dutra (2020) fizeram a modelagem de uma residência popular de alvenaria com área construída de 38,30 m<sup>2</sup> na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Foi feita a modelagem em 3D usando o software gratuito IFC Builder com base em um projeto arquitetônico 2D no formato dwg, feito em um software que não utiliza a tecnologia BIM, o AutoCAD.

Após a modelagem em 3D, foi exportado o arquivo no formato IFC, determinando as ocupações e o número de equipamentos de cada ambiente. Depois importado para a plataforma web BIMserver.center para gerenciar os projetos arquitetônicos e de desempenho térmico, podendo sincronizar automaticamente caso tenha alterações e por fim, importar o projeto arquitetônico no software CYPETHERM EPlus para elaborar o projeto de desempenho térmico, parametrizando os dados construtivos da residência.

A partir disso, foi informado a composição dos materiais, as propriedades físicas, de todos os elementos construtivos como bloco, argamassa, madeira e concreto. Também foi definido as cargas térmicas para cada ambiente e equipamento presente no local. Pode-se ver no modelo a seguir o processo utilizado neste estudo na figura 01.



**Figura 01:** Modelo resumido da metodologia utilizada para o teste térmico.

O estudo fez 16 simulações para os 4 cômodos existentes do projeto, metade considerando um dia típico de inverno e metade considerando um dia típico de verão, variando alguns parâmetros como a quantidade de renovações de ar, o sombreamento e se tinha carga térmica interna ou não. As simulações foram realizadas com o auxílio do software CYPETHERM EPlus classificando de acordo com a NBR 15.575/2013 e determinando se estava satisfazendo os requisitos mínimos da determinação.

Assim, com o auxílio da tecnologia BIM e utilizando um método de fluxo de trabalho sincronizado, foi possível prever se a residência estava de acordo com o que a norma solicita ainda na fase projetual.

Desta forma é possível fazer as mudanças necessárias no projeto arquitetônico e realizar uma nova bateria de simulações para identificar se o novo projeto está de acordo com o que é solicitado.

Outros autores também realizaram estudos de análise térmica analisando o uso do BIM para realizar os testes de desempenho solicitados pela norma como Tonso (2015), no seu trabalho o autor mostra que as possibilidades de aplicação do BIM como ferramenta de análise são claras e reais, mas que é necessário mais estudos na área como também a disseminação do assunto para que esteja difundido no mercado.

Tonso (2015) também cita que a NBR 15.575 é um avanço no desenvolvimento das edificações no Brasil, mas a ABNT deve manter constantes revisões da norma, para que a análise seja sempre a mais adequada possível.

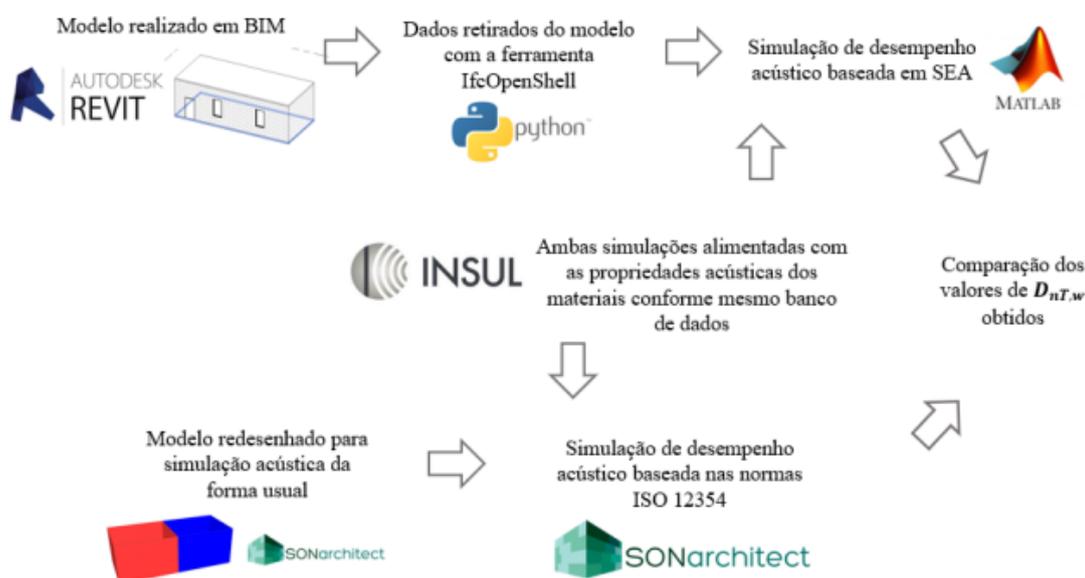
### **3.2 Análise De Desempenho Acústico Com O Auxílio Do BIM**

Outro trabalho que ressalta importância do uso do BIM como auxílio no cumprimento da NBR 15.575 foi escrito por Fengler *et al.* (2021), que tem por objetivo mostrar a possibilidade e eficiência da realização de simulações para estimar o desempenho acústico de uma divisória de acordo com a Norma de Desempenho.

Para iniciar o processo, os autores fizeram a modelagem em BIM com a utilização do software Revit para que desta forma todos os dados do modelo sejam exportados no formato IFC. A partir do arquivo exportado, foram retirados todos os parâmetros com o auxílio da linguagem script Python, para que desta forma seja possível realizar as simulações no modelo BIM.

Com o arquivo IFC foi possível obter diversos dados do modelo como os tipos de vedação de cada ambiente, a espessura e a composição de cada vedação, além da existência de esquadrias e suas características.

Com os dados obtidos, foram identificados alguns outros parâmetros com o auxílio do software *Insul*. Esse software permite a extração de dados mais técnicos da vedação como densidade, módulo de elasticidade e razão de Poisson para assim, ser possível a realização da simulação de maneira que mais se aproxime do real. A sequência da metodologia utilizada está demonstrada na figura 02.



**Figura 02:** Modelo resumido da metodologia utilizada para o teste acústico.

Com a obtenção de todos os dados necessários, foi iniciado o processo de simulação que consiste em determinar uma energia sonora em um ambiente e posteriormente calcular o nível de pressão sonora para cada situação, obtendo o número de ondas de flexão, a densidade da parede e os fatores de perda por acoplamento e amortecimento.

Em posse do resultado da perda de transmissão da divisória é possível determinar a energia que será transmitida para o próximo ambiente, calculando a diferença padronizada de nível com base na avaliação do tempo de reverberação causado pela pressão média em cada ambiente, definindo o desempenho acústico.

Segundo Sá (2020) em seu trabalho de análise acústica, que comparou os testes feitos in loco com os testes feitos com o auxílio da tecnologia, com uma diferença pequena entre eles, mostrando que o uso dos softwares possui eficácia para avaliar previamente os projetos de acordo com o mínimo solicitado, minimizando os riscos e as adversidades futuras.

O estudo concluiu que é possível a realização das simulações a partir dos dados no formato IFC de maneira que se mostre satisfatório os resultados obtidos no estudo, mostrando a importância da integração do BIM ao modelo de trabalho, para poder integrar toda a cadeia de processos.

### 3.3 Análise De Desempenho Lumínico Com O Auxílio Do BIM

De mesma forma, Rosa *et al.* (2023) realizaram um estudo de caso, em que os mesmos tiveram como objetivo avaliar uma ferramenta integrada ao software Autodesk Revit chamada Insight Light Analysis, para analisar os benefícios e limitações na simulação de desempenho da luz natural de acordo com a NBR 15.575/2013. A sequência simplificada do processo pode ser vista na figura 03.



**Figura 03:** Modelo resumido da metodologia utilizada para o teste lumínico.

O objeto que foi analisado foi um ambiente que tem função de sala de aula, no prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas – RS. Este ambiente se apresenta com um formato retangular com 45,87 m<sup>2</sup>, sem divisórias internas e com apenas duas janelas que estão voltadas para o lado Norte e a porta se encontra no lado oposto ao das janelas.

Com o auxílio do software Autodesk Revit foi realizado o mapeamento online da localização exata da faculdade, automatizando dados como latitude e longitude, como também informações meteorológicas da cidade de Pelotas - RS, disponibilizados a partir do servidor climático da Autodesk.

Após localizado o objeto de estudo, foi realizada a preparação do modelo, configurando as propriedades e aparências dos materiais opacos e translúcidos. Nos materiais opacos a configuração da refletância influencia diretamente no comportamento da luz natural, definindo o quanto a luz incidente nesta superfície irá refletir pelo ambiente. Já na configuração dos

materiais transparentes ou translúcidos é indicado a quantidade de luz que entra no ambiente por meio destes materiais.

Para analisar se o modelo está de acordo com a Norma de Desempenho, foram realizadas quatro simulações, executadas como solicitado no documento. É solicitado o tipo simulação estática com dois horários específicos (9:30 e 15:30) com o céu intermediário (índice de nuvens 50%), em dias diferentes, para analisar o nível de iluminância.

No entanto, com a fragilidade de configuração do plug-in, o mesmo só permite realizar as análises em horários inteiros. Desta forma, foi realizada a simulação no horário anterior e posterior ao que a norma solicitada, e feito uma média entre os dois resultados, como forma de chegar ao resultado mais próximo do solicitado.

O estudo foi realizado no dia 23 de dois meses diferentes, abril e outubro. Após realizadas as simulações, percebeu-se resultados distintos. No mês de abril o nível de iluminância chegou a ser 50% acima dos percentuais considerados excessivos e no mês de outubro, com uma situação oposta ao de abril, com níveis de iluminância menores do que o mínimo solicitado pela norma, sendo necessário o uso de iluminação artificial para complementar a demanda.

#### **4 RESULTADOS**

Os estudos já realizados mostram a possibilidade do uso de softwares que usam da tecnologia BIM para fazer as simulações necessárias e identificar se as construções estão de acordo com a norma, entretanto mostram também que o processo ainda necessita de mais pesquisas e incentivos.

Podemos notar nos estudos de Santos e Dutra, e Fengler *et al.* que os testes podem ser realizados na fase projetual com o auxílio dos softwares específicos de forma integrada. O trabalho de avaliação de desempenho se mostra não somente possível como também mais viável, associando resultados satisfatórios com a redução de tempo e gastos se comparado com outros métodos de simulação.

Com base nos trabalhos é notório a importância da integração da tecnologia *Building Information Modeling*, para auxiliar na NBR 15.575 de 2013, pois, dessa maneira, aplicando as simulações necessárias é possível determinar se a obra está de acordo ao que a norma solicita ainda na fase de projeto, entretanto os dados disponibilizados dificultam a utilização do BIM para auxiliar nos testes, como também a falta de estudos realizados nesta área e a normalização dos procedimentos.

Torna-se perceptível que a adoção do BIM para desenvolver projetos é uma alternativa para poder investigar possíveis resultados de conformidade com a NBR 15.575 de 2013, utilizando-se das tecnologias disponíveis no mercado e dando ênfase aos parâmetros e processos que colaboram para o trabalho dos profissionais da construção civil, para poder gerar projetos com mais qualidade, melhorando o custo benefício, adequado ao nível de desempenho para o mercado.

Tendo em vista a possibilidade de fazer as simulações que a norma solicita com o auxílio da tecnologia BIM, é necessário que haja a integração desses testes no processo de concepção projetual, para que na fase de compatibilização possa notar os possíveis problemas e fazer as mudanças necessárias nesta fase do projeto, para que a obra esteja de acordo com o que é solicitado.

Ainda que atualmente o processo de concepção do projeto não seja feito buscando a análise do desempenho da obra, alguns quesitos como acústico, térmico e lumínico, é de grande importância que tais processos sejam feitos para que a construção esteja de acordo com as necessidades do usuário, seja para o conforto no uso dos ambientes quanto para a questão de manutenção do mesmo.

O uso de softwares BIM tem uma grande função nesse processo, pois eles podem de forma automatizada fazer as análises de quesitos que a NBR 15.575/2013 solicita, evitando processos diferentes como a análise destes quesitos em loco feito de forma manual, aumentando o custo benefício da obra.

## 5. CONCLUSÃO

Com base em todos os estudos e análises realizados, pode-se notar que diante da publicação da NBR 15.575 de 2013 o uso da tecnologia *Building Information Modeling* para realizar os testes e simulações tende a ser uma ferramenta que agregue o processo construtivo.

Com o uso do BIM, a verificação dos sistemas de desempenho solicitados pela norma pode ser realizada ainda na fase projetual, antes mesmo do início da construção, por meios de softwares que utilizam a tecnologia parametrizada do BIM, fazendo com que todos os dados do projeto sejam exportados no formato IFC.

Realizando a simulação dos testes solicitados pela regulamentação nos softwares que funcionam com a tecnologia BIM, é possível uma automatização no processo de verificação do projeto, tendo um ganho significativo de tempo pois evitaria que esses testes sejam realizados após a construção.

Desta forma pode ser evitado que haja adequações à norma durante ou com a obra concluída, evitando gastos além do previsto, como também a economia de tempo que seria utilizado para os testes caso seja necessário adequações inevitáveis para garantir o desempenho da obra durante a sua vida útil.

A aplicabilidade da Norma de Desempenho também se torna uma boa oportunidade para melhorar o desempenho e a vida útil das habitações brasileiras e o BIM vai de encontro para agregar o valor do projeto, pois o modelo parametrizado é de grande importância para facilitar o desenvolvimento do projeto.

Entretanto há necessidade de estudar mais sobre a tecnologia e os softwares que podem auxiliar no processo de verificação da norma. Alguns testes necessitam de uma evolução dos softwares para serem realizados para que possa haver uma automatização do processo.

Os estudos mostram que apesar das ferramentas terem fragilidades em atender alguns parâmetros da norma brasileira, mostram que há a possibilidade da realização das análises para a prática projetual. Todavia, há a necessidade da adequação das ferramentas aos padrões nacionais, possibilitando a adequação exata do solicitado pela NBR 15.575/2013.

Outra questão a ser pontuada diz respeito aos fornecedores de materiais, pois os mesmos não costumam disponibilizar as informações dos produtos e suas características próprias, isto acaba dificultando o processo de especificação dos materiais pelos projetistas, pois cada vez mais os projetos tendem a ser mais complexos, exigindo definições mais precisas dos seus dados, para que as simulações se tornem cada vez mais assertivas.

Também há a necessidade da revisão da norma com o intuito de adicionar mais parâmetros dos materiais ou mesmo que os fabricantes divulguem tais dados, para que possa tornar mais simples o processo de simulação da NBR 15.55/2013 e definir se o projeto está de acordo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais- Desempenho, parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

AUTODESK. INTRODUÇÃO AO USO DO BIM EM PROJETOS DE EDIFICAÇÕES - Um guia para seu primeiro projeto.

CHAVES, Hugo Bezerra Miranda Nóbrega. O advento da tecnologia BIM e como ela pode auxiliar no desenvolvimento de projetos e na adequação à norma de desempenho. 2018.

DA ROSA, Marcelo Epiphany; MACARTHY, Maritza da Roch; DUARTE, Carolina de Mesquita; CORREA, Celina Maria Britto; BORTOLINI, Rafaela. Aplicação de tecnologias BIM como suporte para análise de iluminação natural. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 8, n. 1, 2023.

DOS SANTOS, Roselia Duarte; DA SILVA DUTRA, Adriana Teresinha. BIM aplicado para avaliação do desempenho térmico em uma residência unifamiliar popular. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 96073-96092, 2020.

FENGLER, Bárbara; SÁ, Karina; ROCHA, Raquel R.; Giner, J. C.. Simulação do desempenho acústico de um modelo BIM a partir do esquema de dados IFC. **Acústica e Vibrações**, v. 36, n. 53, p. 7-16-7-16, 2021.

GONÇALVES, Pedro Henrique. Automatização do fluxo de informações dentro do processo BIM com foco na avaliação do desempenho térmico, acústico e o custo das decisões projetuais. 2018.

JUNIOR, Mauro Augusto Silva; MITIDIÉRI FILHO, Cláudio Vicente. Verificação de critérios de desempenho em projetos de arquitetura com a modelagem BIM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 9, n. 4, p. 334-343, 2018.

MIRANDA, Rian das Dores de; SALVI, Levi. Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 7, n. 5, p. 79-98, 2019.

NARDELLI, Eduardo Sampaio; OLIVEIRA, João Tales. BIM e Desempenho no Programa Minha Casa Minha Vida--PMCMV. **Blucher Design Proceedings**, v. 1, n. 7, p. 312-316, 2013.

PAGLIARI, Claudivana Sitherenn; AMARO, Louise Chiarello; LANTELME, Elvira Maria Vieira; PILZ, Silvio Edmundo; COSTELLA, Marcelo Fabiano. Dificuldades na implantação da norma de desempenho em construtoras de médio e pequeno porte no oeste de Santa Catarina. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 8, n. 2, p. 97-118, 2019.

PASSUELLO, Ana Carolina Badalotti; OLIVEIRA, Alexandre Führ de; COSTA, Eugênio Bastos da; KIRCHHEIM, Ana Paula. Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise

de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. **Ambiente construído**, v. 14, p. 7-20, 2014.

RUBIM, Diana Fiori; CARVALHO, Aldo Ribeiro de; NUNES, Vitor Dias Lopes; HIPPERT, Maria Aparecida Steinherz. A contribuição do BIM para atendimento à norma de desempenho-NBR 15575. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, v. 11, p. 1-6, 2019.

SÁ, Karina; FENGLER, Bárbara; ROCHA, Raquel R.; Giner, J. C. Acústica e BIM– Comparação de resultados e procedimento de simulação para isolamento acústico entre software.

TONSO, Lais Guerle; NARDELLI, Eduardo Sampaio. BIM para a análise de desempenho térmico em edificações do Programa Minha Casa Minha Vida. In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL**. 2015.