



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá

JOÃO VÍTOR ROGERIO BOTARO
MATHEUS CARBOL MEDINA

Inovações tecnológicas do Green BIM motivadas pela pandemia de COVID-19

Guaratinguetá
2023

João Vítor Rogerio Botaro

Matheus Carbol Medina

Inovações tecnológicas do Green BIM motivadas pela pandemia de COVID-19

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em engenharia civil da Faculdade de Engenharia e Ciências do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em engenharia civil.

Orientadora: Prof^a Dr^a Isabel Cristina de Barros Trannin

Guaratinguetá
2023

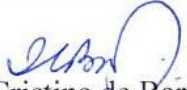
B748i	Botaro, João Vitor Rogério Inovações tecnológicas do Green BIM motivadas pela pandemia de COVID-19 / João Vítor Rogério Botaro ; Matheus Carbol Medina - Guaratinguetá, 2023. 166 f : il. Bibliografia: f. 102-111 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2023. Orientadora: Prof. Dr^a. Isabel Cristina de Barros Trannin 1. Construção sustentável. 2. Certificação digital. 3. Pandemias. 4. Construção civil. I. Título. II. Medina, Matheus Carbol.
	CDU 69

Luciana Máximo
Bibliotecária/CRB-8 3595

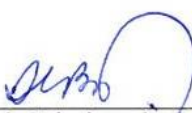
JOÃO VÍTOR ROGERIO BOTARO
MATHEUS CARBOL MEDINA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE
DO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL


Profª Drª Isabel Cristina de Barros Trannin
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA:


Profª Drª Isabel Cristina de Barros Trannin
Orientadora/UNESP-FEG


Prof. Dr. Gabriel Orquizas Mattiello Pedroso
UNESP-FEG


Me. Victor Arruda Ferraz de Campos
UNESP-FEG

Janeiro de 2023

*Boa sorte é o que acontece quando a
oportunidade encontra o planejamento.”*

Thomas Edison

AGRADECIMENTOS DE JOÃO

Agradeço primeiramente à minha família que me ensinou que na vida, a fonte de sucesso é a amizade, amor e risadas. À minha mãe, que é a mulher mais guerreira que já vi em toda a minha vida, que não mediu esforços para que eu tivesse uma vida feliz e uma educação de qualidade, além de servir como um porto-seguro para as situações mais difíceis. Ao meu pai, que sempre ao lado de minha mãe, trabalhou intensamente para dar a oportunidade que eles não tiveram, e contribuiu para que eu tivesse uma boa educação e um bom aprendizado acerca das dificuldades da vida e de como lidar com elas. Ao meu irmão mais novo que mesmo nas situações mais difíceis, se mostrou disposto a me ajudar e permitiu que eu me tornasse uma pessoa melhor.

Agradeço à minha namorada e companheira de vida Ana Rúbia Cássia, que independente da situação estava ao meu lado para pontuar os meus erros e meus acertos, me ajudando a conquistar tudo o que conquistei até hoje e que me permitiu ser a pessoa mais feliz do mundo. Obrigado por acreditar em mim, sou a pessoa mais feliz do mundo por poder compartilhar dos momentos mais incríveis da minha vida, com você.

Agradeço a LEMF, ao CAEC e a Jr. Eng por todas as amizades criadas e aprendizado adquirido durante todos os anos de graduação, com certeza foram essenciais para que eu ganhasse destaque no ambiente de trabalho e conseguisse alcançar meus objetivos profissionais.

Agradeço à República APAE e à República Só Na Manteiga por terem me abrigado e me dado um lar e uma família nos momentos que achei que tudo estaria acabado. Vocês me ajudaram nos momentos mais difíceis da minha vida na faculdade e por isso levo todos na memória e no coração.

Agradeço também aos meus amigos, da faculdade e do ensino médio, acredito que não se conquista nada na vida sozinho, e com certeza só cheguei até aqui por conta do apoio deles.

Agradeço a UNESP por ter me proporcionado experiências, aprendizados e oportunidades incríveis durante esses 5 anos.

E por fim, agradeço à minha dupla de TG e de vida acadêmica, Matheus Carbol Medina, pelo suporte nos momentos mais difíceis, pelas lições de vida durante a graduação e pela bela amizade que foi criada na FEG para fora dela.

AGRADECIMENTOS DE MATHEUS

Agradeço a meus pais e irmão que acompanharam de perto toda a minha trajetória pessoal/acadêmica, eu sou fruto do ambiente harmônico que me fora possibilitado por eles. Obrigado pelos princípios e ensinamentos que foram passados para mim, todas as restrições que colocaram em suas vidas, para proporcionar que eu consiga realizar meus sonhos e anseios. Sempre acreditaram na minha capacidade e sofreram com os momentos de ausência por dedicação ao estudo.

A meus familiares que é o primeiro grupo social, e mais importante, responsável por boa parte das minhas convivências e sou afortunado de tê-los ao meu lado.

A meus amigos que carrego desde o ensino fundamental, ensino médio, república e universidade a vida é mais leve com vocês, obrigado por todos os sorrisos, momentos de distração e trocas de conhecimentos.

Obrigado pelo trabalho e dedicação de todos os professores que já tive, foi o árduo trabalho desses profissionais que possibilitaram o meu crescimento dentro da vida acadêmica e o consequente desenvolvimento intelectual.

Quero agradecer a todos os docentes e funcionários da UNESP, em especial a professora orientadora Dra. Isabel Cristina de Barros Trannin, foram fundamentais para tornar o período da graduação mais descomplicado.

Por fim, gratulo minha dupla no presente trabalho João Vítor Rogério Botaro por toda a cooperação na vida de ensino superior, todas as ideias debatidas, conhecimentos compartilhados, surtos acalmados, inúmeras reuniões e cafés que nos mantiveram acordados nos momentos mais exaustivos.

RESUMO

Após a pandemia de COVID-19 em dezembro de 2019 todo o mundo passou a ver a saúde e as relações pessoais de outra maneira, e não foi diferente no setor da construção civil, por ser o responsável por fornecer os espaços de habitação, convivência e trabalho a todos os indivíduos do planeta. Para garantir que os edifícios passassem a atender as exigências de sustentabilidade e de saúde, que ganharam destaque durante e após a pandemia, as certificações de construções sustentáveis tiveram que se adaptar às novas exigências, como o da metodologia Green BIM. Este trabalho analisou as certificações LEED, AQUA-HQE e Selo Casa Azul, quanto às adaptações e às inovações tecnológicas exigidas pelo período pandêmico e como se posicionam em território nacional no que tange à facilidade de implementação. Sob essa ótica, a certificação Selo Casa Azul se mostrou a mais adaptada ao cenário nacional, porém foi a que menos adotou inovações tecnológicas no período pandêmico, cabendo a recomendação do uso da certificação LEED ou Aqua-HQE para resultados que se acomodem com o futuro do tema da sustentabilidade na construção civil brasileira. Quanto à inovação tecnológica na metodologia Green BIM, as principais áreas que apresentaram desenvolvimentos de softwares e metodologias foram: qualidade do ar, retenção de material biológico, fluxo de vento, eficiência energética, readequações de ambientes, construção modular e adequação ao ESG, com enfoque na saúde do usuário do empreendimento, porém, o cenário global do Green BIM ainda enfrenta problemas superficiais de implantação na maior parte dos países, como a falta de profissionais capacitados para lidar com a metodologia, os altos custos para implantação do software e sua gestão, a falta de uma certificação oficial em territórios ao redor do globo e a falta de integração otimizada entre os softwares BIM.

PALAVRAS-CHAVE: Construções Sustentáveis; Certificações de Edifícios; Pandemia; COVID-19; Green BIM.

ABSTRACT

After the COVID-19 pandemic in December 2019, the whole world began to see health and personal relationships in a different way, and it hasn't change in the civil construction sector, as it is responsible for providing spaces for housing, coexistence and work to every individual on the planet. To ensure that buildings meet sustainability and health requirements, which gained prominence during and after the pandemic, sustainable construction certifications had to adapt to new requirements, such as the Green BIM methodology. This work analyzed the LEED, AQUA-HQE and Selo Casa Azul certifications, regarding the recommendations and technological innovations required by the pandemic period and how they position themselves in the national territory during the implementation. From this perspective, the Selo Casa Azul certification proved to be the most adapted to the national scenario, but it was the one that least adopted technological innovations in the pandemic period, with the recommendation of using the LEED or Aqua-HQE certification for results that accommodate the future of sustainability in Brazilian civil construction. As for technological innovation in the Green BIM methodology, the main areas that developed software and methodologies were: air quality, retention of biological material, wind flow, energy efficiency, readjustments of environments, modular construction and adaptation to ESG, with an approach to the health of the user of the building, however, the global scenario of Green BIM still faces implementation problems in most countries, such as the lack of qualified professionals to deal with the methodology, the high costs for implementing the software and its management, the lack of official certification in territories around the globe and lack of optimized integration between BIM software.

KEYWORDS: Sustainable construction; Building construction; Pandemic; COVID-19; Green BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Comparação da escala de transmissibilidade das pandemias que já existiram ...	20
Figura 2 – Casos de covid-19 confirmados em países selecionados	21
Figura 3 – Mortes de covid-19 confirmadas diariamente em países selecionados.....	22
Figura 4 – Testes diários de covid-19 realizado em países selecionados	22
Figura 5 – Percentual da população vacinada diariamente contra covid-19 em países selecionados.....	22
Figura 6 – Desaceleração do PIB x Mortalidade por covid-19	25
Figura 7 – Taxa de desemprego x mortes por covid-19	26
Figura 8 – Taxa de desemprego, participação na força de trabalho e taxa de emprego por grupo populacional	27
Figura 9 – Áreas de atuação do Green BIM	32
Figura 10 – Etapas do LEED.....	36
Figura 11 – Certificação Selo Casa Azul, diferentes níveis de gradação	39
Figura 12 - BIM x Green BIM evolução anual de artigos publicados	45
Figura 13 – Evolução anual de artigos publicados por área de interesse do Green BIM	47
Figura 14 – Volumetria de temas abordados em artigos pré-pandemia classificados por área	52
Figura 15 – Volumetria de temas abordados em artigos pré-pandemia classificados por palavra-chave.....	52
Figura 16 – Estudo de ventilação natural em edificação	56
Figura 17 – Simulação de iluminação natural e artificial em edificação.....	57
Figura 18 – Simulação de iluminação natural em um cômodo	57
Figura 19 – Gráfico comparativo emissão de kg CO ₂ equivalente entre diferentes construções e as diferentes etapas do ciclo de vida.....	58
Figura 20 – Volumetria pós-pandemia classificado por área	72
Figura 21 – Volumetria pós-pandemia classificado por palavra-chave	72
Figura 22 – Impacto do tipo de concreto em fatores de sustentabilidade.....	77
Figura 23 – Certificações possíveis do LEED.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Certificações (a) descrições (b) do nível de atuação em edificações (c) nível de atuação nas esferas de influência.....	33
Quadro 2 – Categorias observadas pela certificação AQUA	38
Quadro 3 – Certificação Selo Casa Azul, diferentes identificadores	40
Quadro 4 – Parâmetros para nota de relevância dos artigos estudados.	42
Quadro 5 – Classificação dos artigos relevantes da pré-pandemia	50
Quadro 6 – Artigos pré-pandemia sobre sustentabilidade.....	54
Quadro 7 – Artigos pré-pandemia sobre eficiência energética.....	56
Quadro 8 – Artigos pré-pandemia sobre ciclo de vida de uma edificação	58
Quadro 9– Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia	62
Quadro 10 – Artigos pós-pandemia sobre sustentabilidade	74
Quadro 11 – Artigos pós-pandemia sobre ciclo de vida de uma edificação.....	76
Quadro 12 – Artigos pós-pandemia sobre eficiência energética	78
Quadro 13 – Artigos pós-pandemia sobre pandemia.....	79
Quadro 14 – Conclusões gerais sobre o LEED	91
Quadro 15 – Categorias da certificação AQUA que se relacionam com as tendências	93
Quadro 16 – Certificação AQUA, subitens da categoria da qualidade do ar	93
Quadro 17 – Certificação AQUA, subitens da categoria de Energia	94
Quadro 18 - Certificação AQUA, subitens da categoria de Acessibilidade e Adaptabilidade do edifício	95
Quadro 19 - Certificação AQUA, subitens da categoria de produtos, sistemas e processos construtivos.....	95
Quadro 20 - Categorias da certificação Selo Casa Azul que se relacionam com as tendências	96
Quadro 21 - Certificação Selo Casa Azul, subitens da categoria de eficiência energética ..	97
Quadro 22 - Tabela comparativa de adaptabilidade das certificações às tendências tecnológicas do pós-pandemia.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Órgãos de estatísticas consultados para a análise do impacto econômico causado pela pandemia de covid-19	24
Tabela 2 – Índice Nacional da Construção Civil ao passar dos anos	30
Tabela 3 – Condições para se obter o níveis de estrelas nos determinados temas na certificação AQUA	38
Tabela 4 – Níveis globais da certificação AQUA e suas condições mínimas	39
Tabela 5 – Quantidade de artigos de BIM e Green BIM publicados de 2022 até 2009	45
Tabela 6 – Quantidade de artigos publicados das áreas de interesse de 2022 até 2009	47
Tabela 7 – Número de artigos selecionados no Science Direct para pré-pandemia.....	48
Tabela 8 – Palavras-chaves para os artigos de pré-pandemia	49
Tabela 9 – Número de artigos selecionados no Science Direct para pós-pandemia	59
Tabela 10 – Palavras-chaves para os artigos de pós-pandemia	60
Tabela 11 – Pontuações possíveis para a certificação LEED BD+C v4.1	84
Tabela 12 – Pontos por porcentagem de melhoria em performance energética (%custo PCI abaixo do PCIIt).....	85
Tabela 13 – Pontos por porcentagem de melhoria em performance energética (%emissão de gases do efeito estufa).....	86
Tabela 14 – Lista de contaminantes VOC (LEED V.1 BD+C).....	87
Tabela 15 – Pontuações possíveis para a certificação LEED ID+C v4.1.....	88
Tabela 16 - Pontuações possíveis para a certificação LEED O+M v4.1	89
Tabela 17 – Resultado da análise hierárquica para as certificações LEED, AQUA e Selo Casa Azul sobre a adaptabilidade a indústria da construção brasileira	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
AECO	Arquitetura, engenharia, construção e operações das instalações
ALC	América Latina e Caribe
AP	Potencial de Acidificação
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer-aided design</i>
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estatística
EP	Potencial de Eutrofização
EUA	Estados Unidos da América
GRCC	Gestão de Resíduos da Construção Civil
GWP	Potencial de Aquecimento Global
HVAC	<i>Heating Ventilation And Air Conditioning</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
INCC	Índice Nacional da Construção Civil
INDEC	<i>Instituto Nacional de Estadística y Censos</i>
INEGI	<i>Instituto Nacional de Estadística y Geografía</i>
ISTAT	<i>Istituto Nazionale di Statistica</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
NBR	Norma Brasileira Registrada
NEPA	<i>National Environmental Policy Act</i>
NESBD	<i>National Economic and Social Development Board</i>
ODP	Destrução do Ozônio Estratosférico
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
OMT	Organização mundial do turismo
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto

PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
POCP	Potencial de Formação de Foto Oxidante
RCC	Resíduos da Construção Civil
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
ZEB	<i>Zero Energy Buildings</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

S_{i-}	distância Euclidiana do centro ideal negativo
V_{ij}	posição do ponto unidimensional
V_{j-}	posição do ponto unidimensional (cenário ideal negativo)
S_{i+}	Distância Euclidiana do centro ideal positivo
V_{j+}	posição do ponto unidimensional (cenário ideal positivo)
w_i	peso
X_{ij}	desvio padrão por item analisado
P_i	Performance Score

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1	CENÁRIO GLOBAL DA CONSTRUÇÃO PRÉ-PANDEMIA.....	19
3.2	COVID-19 E SEUS IMPACTOS NA ENGENHARIA CIVIL	19
3.2.1	Impactos econômicos	23
3.2.2	Impactos na construção civil	28
3.3	GREEN BIM.....	30
3.3.1	Certificações de construções sustentáveis	32
3.3.1.1	LEED	34
3.3.1.2	AQUA-HQE	37
3.3.1.3	Selo casa azul.....	39
4	METODOLOGIA	41
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1	VOLUMETRIA DE ARTIGOS.....	45
5.2	CENÁRIO GREEN BIM	48
5.2.1	Tendência de pesquisa (2009 – 2019)	48
5.2.1.1.	Impactos do Green BIM na construção civil pré-pandemia	53
5.2.2	Cenário Green BIM no pós-pandemia	59
5.2.2.1	Tendência de pesquisa (2020 – 1º semestre de 2022)	59
5.2.2.2	Possíveis mudanças que ocorrerão no cenário da construção civil.....	73
5.2.3	Resultados obtidos	83
5.3	ANÁLISE DAS CERTIFICAÇÕES.....	83
5.3.1	LEED	83
5.3.1.1	Impacto da pandemia: LEED BD+C	83
5.3.1.2	Impacto da pandemia na versão 4.1	84
5.3.1.3	Impacto da pandemia: LEED ID+C.....	87
5.3.1.4	Impacto da pandemia na versão 4.1	88
5.3.1.5	Impacto da pandemia: LEED O+M	89
5.3.1.6	Impacto da pandemia na versão 4.1	89

5.3.1.7	Conclusão geral LEED	90
5.3.2	AQUA HQE	93
5.3.3	Selo casa azul.....	96
5.3.4	Comparativo geral da adaptabilidade das certificações às tendências tecnológicas oriundas do período pandêmico	97
5.4	ADAPTABILIDADE DO CENÁRIO NACIONAL PARA O FUTURO DO GREEN BIM	98
6	CONCLUSÕES.....	100
6.1	SUGESTÃO DE TEMAS PARA TRABALHOS FUTUROS	101
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
	APÊNDICE A	112
	APÊNDICE B.....	134

1 INTRODUÇÃO

Estagnado e com baixo desenvolvimento na maior parte do mundo, o setor da construção civil passou a se sobressair tecnologicamente nas últimas décadas, com a criação e implementação da metodologia BIM - *Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção em suas várias dimensões, sendo uma ferramenta promissora, adotada por países desenvolvidos e subdesenvolvidos. No Brasil, o Decreto nº 10.306, emitido em 02 de abril de 2020 determinou o uso obrigatório da metodologia BIM para a execução de obras e serviços de engenharia realizados, direta ou indiretamente, pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Este é um sinal claro de que as atualizações dos meios tradicionais de se fazer engenharia civil já são realidade no setor.

O tema ESG, do inglês, Environmental, Social and Governance, também se refere a uma grande tendência e uma resposta necessária das empresas frente aos desafios da sociedade contemporânea relacionados à sustentabilidade, assumindo protagonismo em todas as áreas do conhecimento, inclusive no setor da construção civil. Para atender aos princípios do ESG, a metodologia BIM em sua 6ª dimensão (6D) passou a ser aplicada sob o ponto de vista de sustentabilidade, dando origem ao Green BIM, uma ferramenta focada em mensurar todos os impactos de uma construção desde a concepção do projeto.

A partir da instauração da pandemia de Covid-19 em todo o globo, no final do ano de 2019, ocorreu uma mudança de prioridade das residências que deixaram, de ser um ambiente temporário de descanso e refúgio para se tornar um local de rotina agitada e cotidiana, um ambiente de integração, de convívio por longas horas, além de se transformar em um espaço de trabalho remoto ou híbrido. Os edifícios comerciais também passaram a ter a responsabilidade de adaptabilidade a situações de emergência, podendo, por exemplo, dar lugar a hospitais de isolamento ou locais de vacinação.

Pensar em alterar a função de uma construção ou adaptá-la a qualquer que seja o cenário, gera impactos ambientais, econômicos e sociais, que devem ser estimados para que se possa identificar aqueles que realmente estão contribuindo para o conceito ESG. A partir do momento que uma construção atinge um certo nível de sustentabilidade ou baixo impacto ambiental, estimado com o auxílio da metodologia Green BIM, poderá pleitear uma certificação de construção verde.

Neste trabalho foram identificadas as tendências de pesquisa motivadas pelo cenário pandêmico e como as certificações de construções sustentáveis LEED, Selo Casa Azul e Aqua-HQE se adaptaram para atender estas novas necessidades. Também foi analisado o

cenário brasileiro quanto à aplicação destas certificações e à adoção de novas tecnologias sustentáveis.

Em um país como o Brasil a margem para a construção de novos empreendimentos já adaptados às certificações verdes é grande, porém, com uma alta concentração de pessoas com baixa renda não há vazão para este tipo de empreendimento, logo, recorre-se às construções tradicionais, nas quais o impacto ao meio ambiente perde prioridade frente à necessidade de diminuir os custos.

Diante deste cenário, este trabalho de graduação analisou a tendência de adoção pelo setor da construção civil, de ecotécnicas inovadoras, visando sustentabilidade, acessibilidade e melhorias sanitárias motivadas pelas mudanças de hábitos causadas pela pandemia de COVID-19. Com base no conhecimento de como as certificações LEED, Selo Casa Azul e Aqua-HQE se adaptaram à estas mudanças foram indicadas medidas para que estas inovações sejam aplicadas na concepção de projetos ou em obras finalizadas pelo setor de construção civil brasileiro.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a literatura nacional e internacional para reunir informações sobre as inovações tecnológicas do Green BIM motivadas pela pandemia de COVID-19, necessárias para as certificações LEED, Selo Casa Azul e Aqua-HQE de edifícios sustentáveis.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compilar informações obtidas na revisão bibliográfica para a fundamentação teórica e científica sobre as inovações tecnológicas adotadas pela metodologia Green BIM motivadas pela pandemia de COVID-19;
- Analisar a aplicabilidade e as necessidades para o uso das inovações da metodologia Green BIM, na etapa de certificação de edifícios sustentáveis;
- Identificar as necessidades apontadas na literatura nacional e internacional, para subsidiar a implementação das inovações tecnológicas da metodologia Green BIM à indústria brasileira da construção civil.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CENÁRIO GLOBAL DA CONSTRUÇÃO PRÉ-PANDEMIA

O cenário pré-pandemia da construção civil brasileira era de uma recuperação inconsistente da crise econômica-política que afetou o Brasil entre os anos de 2015 a 2017, com uma taxa de desocupação de 13% (MATTEI *et al.*, 2020), além da instabilidade política que causou o *impeachment* da presidente à época e desencorajou os investimentos no país.

A construção civil ainda teve outro grande impacto quando houve a deflagração dos esquemas de corrupção que colocaram as maiores empresas do setor no centro do cenário. Segundo Ferreira (2016) o valor pago pelo governo federal a essas empresas foi 64,7% inferior aos anos subsequentes, o que levou elas a terem dificuldades financeiras já que as grandes obras públicas são uma porcentagem substancial da receita das mesmas.

Além da crise econômica, segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2013) a construção civil demanda 40% da energia produzida, 30% dos recursos naturais que são explorados, emite 30% dos gases do efeito estufa, consome 12% da água potável e produz 40% dos resíduos sólidos urbanos, sendo uma das áreas de atuação mais poluidoras que existem. Neste contexto, nos últimos 10 anos vem crescendo os estudos que abordam a sustentabilidade no âmbito da construção civil.

3.2. COVID-19 E SEUS IMPACTOS NA ENGENHARIA CIVIL

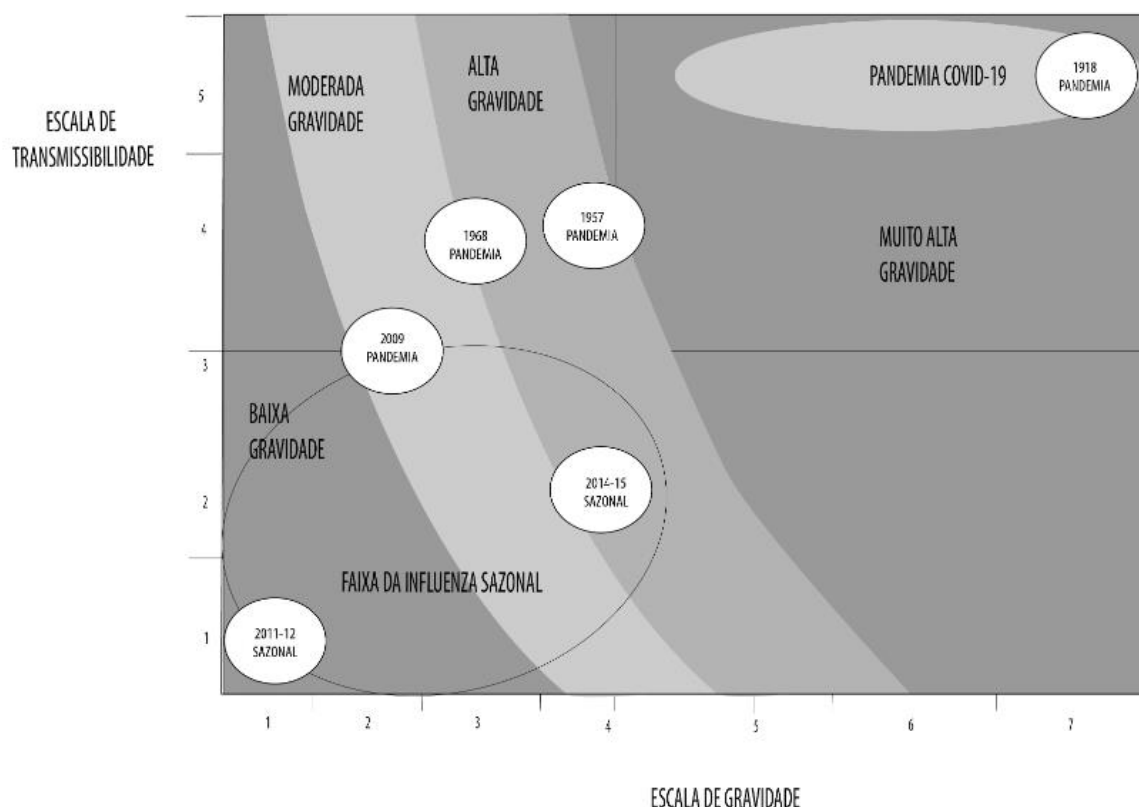
"Se olharmos para a história das sociedades modernas, elas estiveram impregnadas de surtos relativamente regulares, mas, no passado, as pessoas tendiam a voltar aos seus hábitos comuns de existência." (SLOTERDIJK, 2020). Não é a única e muito menos a última pandemia pela qual a humanidade irá passar, mas foi primeira que acarretou numa mudança do comportamento pós evento. Se antes pensávamos em nos tocar por sinal de afeto, ou em permanecer em ambientes fechados sob pouca ventilação, hoje o nosso inconsciente já não permite mais, pelo menos não de uma maneira negligente.

O ano de 2019 já anunciava turbulências desde a infeliz queima da catedral de Notre Dame, em 31 de dezembro deste mesmo ano surge na cidade de Wuhan, província de Hubei,

na China um alerta referente ao aumento de casos de pneumonia devido a um tipo de coronavírus, tratava-se do surgimento de um novo tipo deste vírus, o SARS-CoV-2 (identificado em 20 de fevereiro de 2020), responsável por ocasionar a doença COVID-19 (QU *et al.*, 2021). Somente em março de 2020 a OMS - Organização Mundial da Saúde declarou o surto de COVID-19 como uma pandemia (OPAS, 2022).

Logo no começo o SARS-CoV-2 já se mostrou muito eficiente em sua difusão entre os humanos e criou um alerta para a população mundial, segundo FREITAS *et al.*, 2020 *apud* REED *et al.*, numa classificação de escala de transmissibilidade e gravidade clínica essa pandemia contém o mais alto grau de importância quando comparadas à outras pandemias históricas que criaram a desordem na civilização humana, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Comparação da escala de transmissibilidade das pandemias que já existiram



Fonte: Freitas *et al.* (2020).

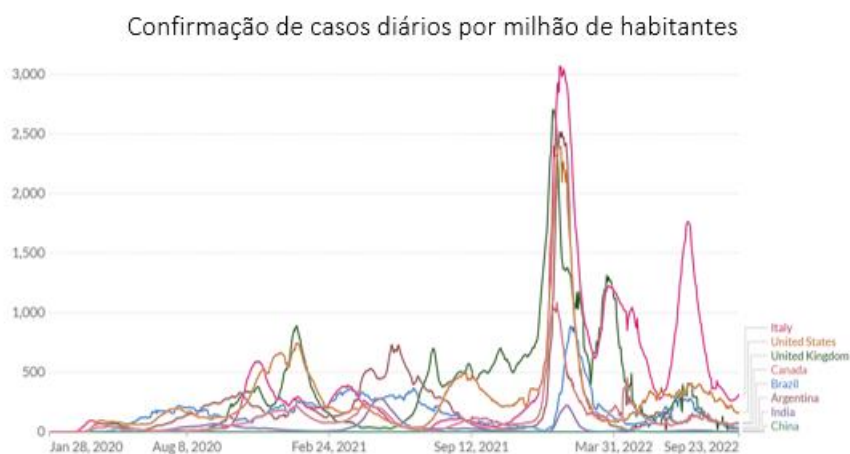
De acordo com FAN *et al.* (2022) esse vírus, em especial a mutação conhecida como Omicron, possui um coeficiente de transmissão de 10-25, ou seja, um indivíduo contaminado pode infectar de 10 a 25 pessoas com a qual teve contato, nesse cenário a propagação dessa

doença se transforma em uma progressão geométrica de ordem muito elevada. Considerando a rápida disseminação do vírus para muitos países, foi inevitável que a humanidade transformasse esse assunto em foco de pesquisa e desenvolvimento descobrindo inúmeras mutações da SARS-CoV-2, suas propriedades e uma busca incessante para a cura do mesmo.

Os números crescentes atingiram 88 mil casos em 74 países (RODRIGUEZ-MORALES *et al.*, 2020) e até o mês de março de 2020 alcançou 697.244 pacientes infectados e 33.257 mortes confirmadas em 204 países (ALMEIDA JÚNIOR *et al.*, 2020). Em 5 de maio de 2022, o número total de mortes associadas direta ou indiretamente à pandemia de COVID-19 entre 1 de janeiro de 2020 e 31 de dezembro de 2021 foi de aproximadamente 14,9 milhões, deixando evidente a elevada capacidade de propagação do SARS-CoV-2. (OPAS, 2022).

Por não possuir um sintoma ímpar das demais síndromes respiratórias, apenas com testes baseados no genoma do vírus é possível distinguir o infectado pela SARS-CoV-2, esse fator associado com a falta de testes causou um grande problema na confiabilidade dos números que podem ser quantificados, como indica por PRADO *et al.* (2020) “O número real de casos no Brasil foi cerca de 11 vezes mais alto do que o número oficial de casos notificados”. Através das figuras 2 a 5 podemos observar com os gráficos de alguns países selecionados que ocorreram algumas ondas de contágio de covid-19 e que o aumento da vacinação está diretamente relacionado à diminuição de mortes.

Figura 2 – Casos de covid-19 confirmados em países selecionados



Fonte: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data (2022).

Figura 3 – Mortes de covid-19 confirmadas diariamente em países selecionados



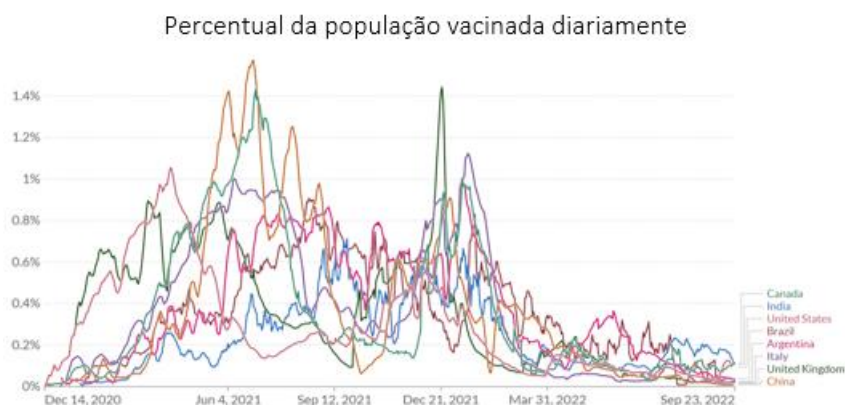
Fonte: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data (2022).

Figura 4 – Testes diários de covid-19 realizado em países selecionados



Fonte: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data (2022).

Figura 5 – Percentual da população vacinada diariamente contra covid-19 em países selecionados



Fonte: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data (2022).

3.2.1. Impactos econômicos

As perdas de vidas acarretam inestimáveis danos à humanidade nesse período histórico, tais impactos que vão muito além ao setor econômico (MISHRA *et al.*, 2020). As medidas de controle, como é o caso do *lockdown*, colocaram em xeque a maioria das posições trabalhistas, obrigando empresas a se reinventarem a fim de manter o vínculo empregatício de seus colaboradores e também continuar entregando o produto, seja ele físico ou virtual. A necessidade de readaptação e readequação dos meios de produção fizeram com que ocorresse um entrave numa grande quantia de capital, impactando diretamente o PIB mundial, o cenário empregatício e social de cada país, visando a implementação de medidas de contenção da pandemia.

Com mudanças estratégicas de realocação de esforços, capital e mão de obra, a economia mundial passou por um período de incertezas. Becerra (2021) analisou as maiores potências globais e como seu PIB, taxa de desemprego, mortes e taxa de crescimento econômico sofreram influência a partir das políticas tomadas para conter a pandemia. Os principais órgãos consultados podem ser observados na Tabela 1.

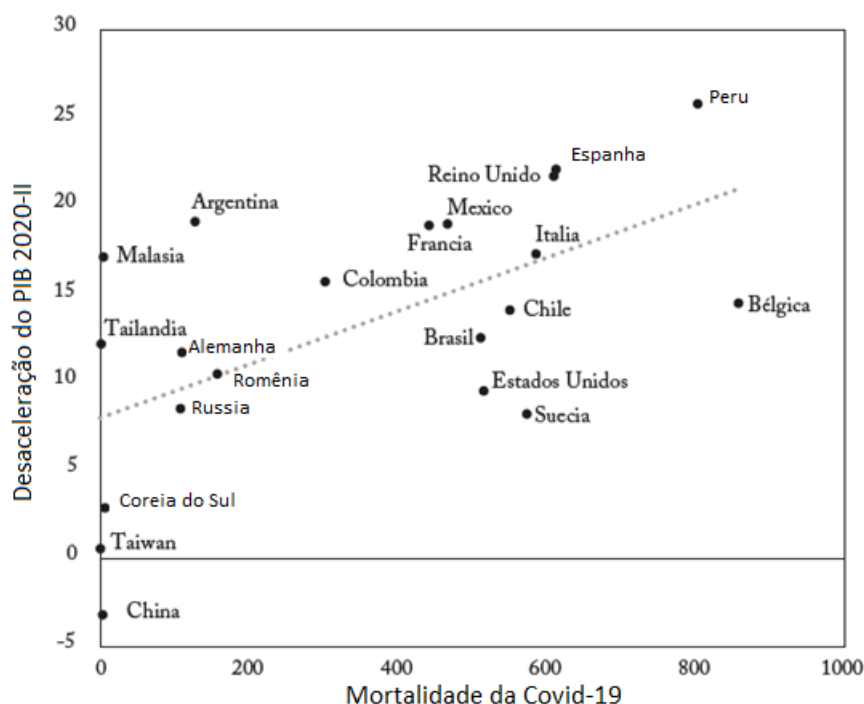
Tabela 1 - Órgãos de estatísticas consultados para a análise do impacto econômico causado pela pandemia de covid-19

Países	Grupo	Órgãos
México	Países exportadores de hidrocarbonetos	INEGI
Rússia		Serviço de Estatísticas do Estado Federal
Colômbia		DANE e Banco de la República
Irã		Banco Central do Irã
Iraque		Banco Central do Iraque
Bolívia		Instituto Nacional de Estatística da Bolívia
Equador	Países de renda médio alto e tamanho médio	Banco Central do Equador
Argentina		INDEC
Malásia		Departamento de Estatística
Peru		Instituto Nacional de Estatística e Informática
Tailândia	Países de renda médio alto e tamanho pequeno	NESDB
Austrália		Governo Australiano
Bélgica		Banco Nacional da Bélgica
Chile		Banco Central do Chile
Romênia		Instituto Nacional de Estatística
Suécia		Estatística Sueca
Taiwan		Estatísticas Nacionais, Republica da China
Canadá		Estatísticas do Canadá, Departamento de Finanças
Alemanha		Escritório Federal de Estatística
Coreia do Sul		Ministério da Estratégia e Finanças
Espanha	Países de renda alta e tamanho médio	Instituto Nacional de Estatística
França		INSEE
Reino Unido		Escritório para Estatísticas Nacionais
Itália		ISTAT
Brasil	Países muito grandes	IBGE
China		Escritório Nacional de Estatísticas da China
Índia		Centro de Monitoramento da Economia Indiana
Estados Unidos		U.S Secretaria de Estatísticas Trabalhistas e U.S Escritório de Análises Econômicas

Fonte: Adaptado de Chicaíza Becerra *et al.* (2020).

Em um primeiro momento buscou-se estudar como a taxa de mortalidade se relacionava com a desaceleração do PIB, marcada sob o ponto de vista do segundo trimestre de 2020 quando a maioria dos países já haviam implementado as medidas de contenção da pandemia, e a taxa de perda de empregos, medida como a caída da taxa de ocupação (Figura 6).

Figura 6 – Desaceleração do PIB x Mortalidade por covid-19

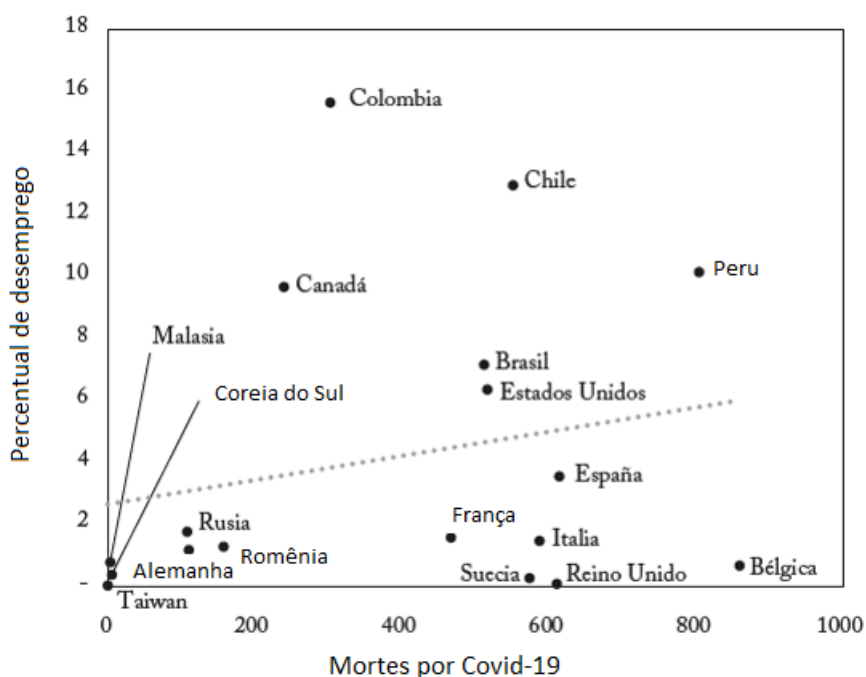


Fonte: Chicaíza Becerra *et al.* (2020), tradução livre.

Portanto, a relação entre taxa de mortalidade por milhão de habitante influencia diretamente na desaceleração do PIB, pois a partir do momento que o governo passa a focar seus esforços na contenção do vírus, uma boa parte do capital que estava destinado para outras infraestruturas, passará a ser usado para aumentar a capacidade do setor da saúde e também fornecer auxílio àqueles que não podem trabalhar devido ao fato de serem trabalhadores informais, que dependem do contato com o cliente (CHICAÍZA BECERRA *et al.*, 2020).

Com a necessidade de se sustentar um trabalhador que na maioria das grandes empresas, não está trazendo lucro a esta, começou-se então as demissões em massa, onde àqueles que antes tinham um emprego estável, agora estariam desempregados e sem possibilidade de conseguir um novo emprego devido às exigências para controle do Covid-19, dando origem aos elevados índices de taxa de desemprego em todo o mundo. A Figura 7 ilustra o avanço da taxa de desemprego de acordo com as mortes ocorridas de COVID-19 naquele país.

Figura 7 – Taxa de desemprego x mortes por covid-19



Fonte: Chicaíza Becerra *et al.* (2020), tradução livre.

Pode-se perceber que países mais avançados, que conseguiram contar com uma boa política de controle e restrição, conseguiram segurar a taxa de desemprego assim como a taxa de morte devido à doença, como é o caso da Malásia, Coreia do Sul, Alemanha, Romênia, Rússia e Taiwan. Já nos países à direita, teve-se o colapso do sistema de saúde, como a França, Itália, Espanha, Suécia, Reino Unido e Bélgica.

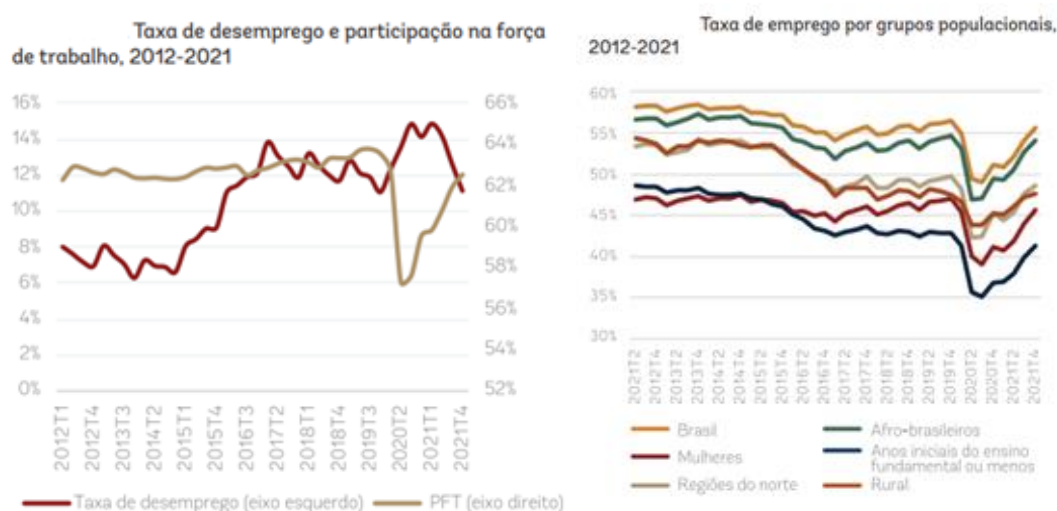
No topo dos índices de desemprego pode-se ver países de alta informalidade, como Colômbia, Chile e Peru. Logo abaixo estão os países que não obtiveram sucesso no controle da pandemia, como é o caso dos EUA e do Brasil, aumentando o índice de mortalidade e a taxa de desemprego.

Com mais de 22 milhões de casos diagnosticados, o Brasil é o país mais afetado pela covid-19 na região da América Latina e Caribe (ALC) e o terceiro mais afetado do mundo, com o segundo maior número de mortes totais do mundo, somando mais de 600.000 em janeiro de 2022. Como resultado do impacto da covid-19, a economia brasileira sofreu uma retração de -3.9% em 2020. A queda do PIB decorreu da queda de todos os seus componentes: 9,8% de queda em importações de bens e serviços, 5,4% de redução do consumo privado, 4,5% de redução do consumo público, 4,3% de redução no setor de serviços e 3,4% de

redução no setor industrial que juntos empregam mais de 90% da força de trabalho do país (WORLD BANK GROUP, 2022).

Em maio de 2020, a renda laboral familiar per capita dos 40% mais pobres era de apenas 65% do habitual, enquanto para os 60% mais ricos, essa proporção era de 88% (acompanhada pela taxa de desemprego ilustrada na figura 8). Apesar da melhora nos meses seguintes, as diferenças permaneciam em outubro de 2020, com os 40% mais pobres ainda recebendo aquém de sua renda laboral habitual em mais de 10%, enquanto a renda voltou quase ao normal para os 60% mais ricos. A fim de socorrer a população o governo criou programas de distribuição de renda como o Auxílio Emergencial e o Benefício Emergencial (WORLD BANK GROUP, 2022).

Figura 8 – Taxa de desemprego, participação na força de trabalho e taxa de emprego por grupo populacional



Fonte: World Bank Group (2022).

Desse modo, o governo entra em xeque, uma vez que o desaceleramento da economia reduz drasticamente a arrecadação de impostos, em contrapartida eles estão gastando mais para conceder recursos aos auxílios para a população permanecer com o distanciamento. De acordo com De Lima *et al.* (2020), “Esse aumento de gastos não poderá ser uma política perene, pois o país já possui uma relação dívida/PIB elevada”. Como a pandemia se encontra em curso, ocorrerá outros desdobramentos.

3.2.2. Impactos na construção civil

Impactados pelas ordens de lockdown, pela escassez de mão de obra, escassez de suprimentos e tensões de financiamento, o setor da construção civil global retraiu 3,1% em 2020, sendo a maior retração desde a crise global de 2008. Mesmo que as atividades de construção pudessem continuar a funcionar, vários projetos foram atrasados ou completamente congelados com o fechamento de grandes construtoras e o inevitável aumento de preço dos insumos, o que fez com que os contratos negociados no ano anterior se tonassem insustentáveis (CHAKAROUN *et al.*, 2021). Alguns países tinham adotado a postura de atividade de construção como sendo uma “atividade essencial”, como é o caso do Brasil, porém, outros países adotaram a postura inversa, o que fez com que novas tecnologias de trabalho remoto surgissem para o ramo da construção civil (SRINIVASAN *et al.*, 2020).

No início da pandemia, a maioria dos governos tentaram limitar a disseminação do vírus impondo medidas de distanciamento social e protocolos de higiene para garantir o bem-estar e a saúde dos trabalhadores. Nos EUA, por exemplo, o Departamento de Construções de Los Angeles adotou uma série de manuais de segurança para construções baseados nas recomendações do centro de controle e prevenção de doenças, originando 16 regras que incluíam o distanciamento social, higienização frequente das mãos e uso de máscara enquanto estiver em canteiro. Na China, país que abriga mais de 58 milhões de trabalhadores no setor da construção (XINHUA, 2020), a Comissão de Segurança Nacional detalhou guias para suprir os canteiros de obra que contavam com o trabalho escalonado em turnos, uso de equipamento de segurança, desinfecção de áreas sem ventilação adequada e checkups regulares.

Com a impossibilidade de se estar presente em obra, diversos países passaram a adotar o uso de sistemas de tecnologia para estar suprindo o déficit do setor. Singapura, por exemplo, já possui a gestão de seus contratos e documentos relacionados às obras públicas e privadas totalmente online (tratativas, envios e resultados), tendo o início da implantação de seu sistema em 2001. O Kuwait foi um dos primeiros países a adotar o uso de inspeções de validação de forma remota, por meio do uso de fotos e vídeos no controle de qualidade. Na cidade de Miami, por exemplo, as inspeções são feitas de forma virtual, via Zoom ou Microsoft Teams, aplicativos de videochamadas.

O cenário da construção civil no Brasil não passou ileso pela pandemia, embora como dito já, o Decreto Federal no 10.342/20 publicado no Diário da União em maio de 2020 tenha tornado a construção civil, uma das atividades essenciais, e como tal não poderia ser interrompido mesmo no mais severo cenário de pandemia, demonstrando que a construção civil é um ponto vital da economia brasileira, fundamental na construção de novos negócios, gerar renda e novos postos de trabalho, além de atuar em prol do combate a pandemia na construção de hospitais de campanhas e adaptações de hospitais (PEREIRA *et al.*, 2020).

Em retrospecto o início da pandemia foi um momento de muita indecisão para a construção civil, conforme (BELLO *et al.*, 2021) houve uma redução considerável de licitações oriundas de obras públicas e grandes investimentos privados, o que representa grande parte do faturamento do setor e de acordo com levantamento feito pela GT Habitações e Cidade, cerca de 116 mil trabalhadores estavam dentro do grupo mais propensos a desenvolver sintomas graves da pandemia.

Mas como as pessoas precisavam ficar mais tempo dentro de suas casas, houve um enorme aumento do número de reformas residenciais, como demonstra os resultados do maior aplicativo de reformas do país, o Getninjas, teve um aumento de 75% em relação ao mesmo período de 2019 (ECOGRANITO, 2021).

Mesmo que esse setor não tenha sido paralisado completamente e até crescido em alguns segmentos, a cadeia de suprimentos foi comprometida com a escassez de materiais e a alta oscilação dos preços dos insumos, conforme Tabela 2 podemos ver a variação do Índice Nacional da Construção Civil (INCC) desde o começo da pandemia é de aproximadamente 30%, esse disparada nos preços muito relacionado a escassez fez com que seja quase impossível o cumprimento de obras com grandes períodos o que fez com que houvesse toda uma reformulação nos cronogramas e orçamentos do setor (SOUZA *et al.*, 2020).

Conforme levantamento feito por Biswas *et al* (2021), as grandes empresas do setor da construção civil listadas na bolsa brasileira demonstraram em seus balancetes que os resultados previstos para 2020 não foram muito impactadas pela pandemia e que isso se deve as adequações sanitárias nos canteiros de obras e a atuação em obras de longo prazo, demonstrando dessa maneira que o setor contribui bastante com a manutenção de empregos no país.

Tabela 2 – Índice Nacional da Construção Civil ao passar dos anos

ANO	INCC
2017	4,25
2018	3,84
2019	4,15
2020	8,81
2021	13,85
2022	8,56

Fonte: Cortes (2022).

3.3. GREEN BIM

A computação é uma das áreas mais promissoras do mundo, ela alterou o modo como muitos trabalhos e questões são resolvidos e na área da arquitetura, engenharia, construção e operações das instalações (AECO) não é diferente, nas últimas décadas o desenho assistido por computador (CAD na frase em inglês *Computer-Aided Design*) trouxe uma revolução para a produtividade nesse campo sendo mundialmente utilizado através de softwares como o AutoCAD e LibreCAD. Mas nos últimos anos uma nova metodologia vem ganhando espaço no mercado a modelagem de informação da construção (BIM em inglês, *Building Information Modelling*) que é definido como um conjunto de políticas, processos e tecnologias inter-relacionadas que geram uma abordagem sistêmica com o intuito de gerenciar as informações de uma construção em formato digital ao longo do ciclo de vida dessa edificação (WONG *et al.*, 2015 *apud* PENTTILÄ, 2006).

Tal metodologia mostrou-se tão produtiva e eficiente na detecção de incongruências que o governo brasileiro instituiu através do decreto nº 9.983/2019 a Estratégia BIM BR fazendo com que o setor da construção civil se adeque para entregar os projetos de construções públicas brasileiras entre os anos de 2021 e 2028.

Além da chamada interoperabilidade que o BIM proporciona, fazendo com que há uma padronização do formato dos arquivos e dessa maneira os diferentes programas consigam se complementar, desde a arquitetura, estruturas até a drenagem, essa metodologia apresenta um conceito de várias dimensões complementares, além do habitual 2D e 3D para desenhos é apresentado até a dimensão 7 habitualmente e há uma discussão acadêmica da introdução de mais 3 dimensões chegando na décima, são elas:

- 2D e 3D: Concepção da modelagem geométrica da edificação;
- 4D: Relacionada com o quesito tempo, essa dimensão trata do planejamento da obra, apontado nas estruturas a sua produtividade de construção;
- 5D: Trata-se da dimensão econômica, onde cada elemento tem seu preço aplicado;
- 6D: Associada à sustentabilidade e conforto, aplicado a fatores como eficiência energética, conforto térmico e acústico;
- 7D: Ligado a manutenção e operação da construção, nessa dimensão há as análises do ciclo de vida do projeto, assim como a máxima eficiência do ativo;
- 8D: Aplica-se no conceito de segurança durante a vida da construção, tendendo a evitar o máximo o risco de acidentes;
- 9D: Referente a construção enxuta, utilizando a gestão *lean* aplicada na construção;
- 10D: Para terminar a última dimensão possui como intuito a industrialização da construção, tornando-a menos artesanal possível.

O Green BIM surge com a introdução da sexta dimensão, também chamada de “*green dimension*”, sendo a junção das expressões *green buildings* (Edificações que possuem ênfase na sustentabilidade) e a metodologia BIM, mas com o passar do tempo esse termo foi se ampliando até chegar na proposição de WONG *et al.* (2015).

“Propomos para a definição de Green BIM como sendo o modelo base do processo de geração e gestão coordenada e consistente de informações da edificação durante o ciclo de vida do projeto que melhoram o desempenho de eficiência energética e facilita a realização das metas de sustentabilidade estabelecidas” (WONG *et al.*, 2015, p.157, tradução livre)

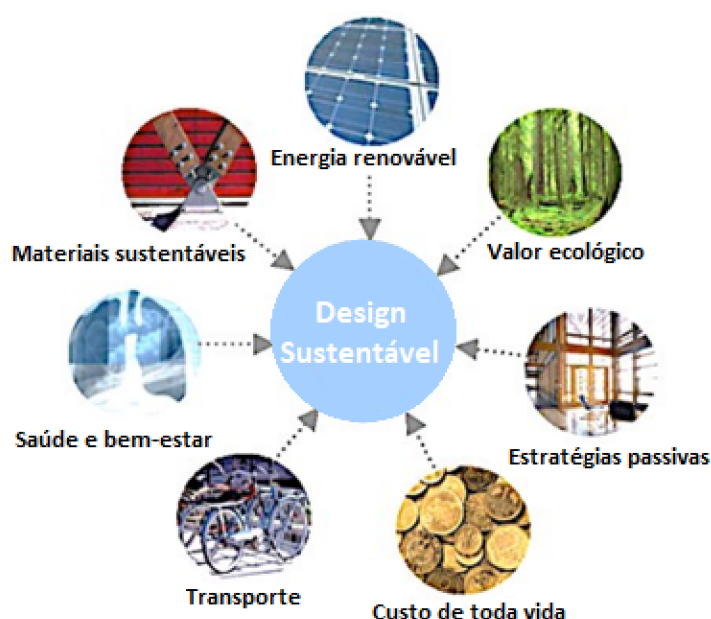
Dessa maneira, o Green BIM não atua apenas na parte de concepção do projeto, mas há uma ação substancial nas etapas de operação, manutenção e demolição, agregando informações para a tomada de decisão mais otimizada, minimizando ao máximo os impactos gerados ao ambiente.

Com a parametrização de dados aplicados nos modelos em metodologia BIM, o green BIM auxilia no entendimento dos projetos de uma maneira mais sustentável, que inclui 7 áreas diferentes, como apresenta a Figura 9, EDWARDS *et al.* (2019), descreve que o objetivo de cada área específica é de:

- Limitar o consumo de recursos por meio de fabricação sem desperdício;
- Reduzir o consumo de energia e água durante toda o ciclo de vida da edificação;
- Minimizar o impacto do edifício nas mudanças climáticas;
- Minimizar o impacto no meio ambiente local;
- Reduzir ou eliminar o desperdício;
- Enfatizar a qualidade e durabilidade dos materiais acima do preço;
- Dar preferência ao uso de materiais não tóxicos.

Considerando a importância da sustentabilidade para a sociedade e suas aplicações no setor da AECO essa monografia propõe entender as tendências de estudos sobre o tema Green BIM pré, durante e pós a pandemia de covid-19 que assolou a civilização no ano de 2019, 2020 e 2021.

Figura 9 – Áreas de atuação do Green BIM



Fonte: Edwards *et al.* (2019) *apud* RIBA (2015), tradução livre.

3.3.1. Certificações de construções sustentáveis

Afim de avaliar as edificações que se propõe em ser sustentáveis, criou-se vários modelos de certificações de sustentabilidade que recomendam uma série de regras e boas práticas em várias esferas de aplicação diferente. A partir de uma avaliação e averiguação da construção e do projeto, a instituição dona da certificação concede com base em uma

pontuação distintas classificações que se tornam um agregador de valor no trabalho e representam um diferencial competitivo. As certificações mais populares e suas esferas de atuação são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Certificações (a) descrições (b) do nível de atuação em edificações (c) nível de atuação nas esferas de influência

<i>Certificação</i>	<i>País</i>	<i>Ano de Criação</i>	<i>Esferas de atuação</i>	<i>Edificações impactadas</i>
<i>DGNB</i>	<i>Alemanha</i>	<i>2007</i>	<i>A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5</i>
<i>HQE</i>	<i>França</i>	<i>1995</i>	<i>A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5</i>
<i>LEED</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>1998</i>	<i>A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5</i>
<i>NABERS</i>	<i>Austrália</i>	<i>1999</i>	<i>A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M</i>	<i>2</i>
<i>Nordic Swan</i>	<i>Países Nórdicos</i>	<i>2005</i>	<i>A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M</i>	<i>1, 6, 7</i>
<i>Green Star</i>	<i>Austrália</i>	<i>2003</i>	<i>A, B, C, D, F, G, H, I, K, L, M</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5</i>
<i>AQUA-HQE</i>	<i>França</i>	<i>1974</i>	<i>A, B, D, E, F, G, H, I, K, L, M</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5</i>
<i>Selo Casa Azul</i>	<i>Brasil</i>	<i>2010</i>	<i>A, B, D, E, F, G, H, I, K, L, M</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5</i>
<i>CASBEE</i>	<i>Japão</i>	<i>2001</i>	<i>A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K</i>	<i>1,2,3</i>
<i>BREEAM</i>	<i>Reino Unido</i>	<i>1990</i>	<i>B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5</i>
<i>Green Globes</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>2004</i>	<i>A, B, E, F, G, H, I, J, K, L</i>	<i>1, 2, 5</i>
<i>LBC</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>2006</i>	<i>A, B, C, D, G, H, J</i>	<i>1, 2, 3, 4</i>
<i>Active House</i>	<i>Dinamarca</i>	<i>2017</i>	<i>A, B, I, L, M</i>	<i>1,2,3</i>
<i>WELL</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>2014</i>	<i>A, C, D</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5</i>

(a)

<i>Nível</i>	<i>Edificação</i>
<i>1</i>	<i>Novas</i>
<i>2</i>	<i>Existentes</i>
<i>3</i>	<i>Remodelações</i>
<i>4</i>	<i>Áreas urbanas</i>
<i>5</i>	<i>Interiores</i>
<i>6</i>	<i>Escolas</i>
<i>7</i>	<i>Pré-escolas</i>

(b)

<i>Nível</i>	<i>Esferas</i>
<i>A</i>	<i>Conforto</i>
<i>B</i>	<i>Energia</i>
<i>C</i>	<i>Saúde</i>
<i>D</i>	<i>Bem-estar</i>
<i>E</i>	<i>Inovação</i>
<i>F</i>	<i>Uso de solos</i>
<i>G</i>	<i>Materiais</i>
<i>H</i>	<i>Gestão</i>
<i>I</i>	<i>Poluição</i>
<i>J</i>	<i>Transporte</i>
<i>K</i>	<i>Desperdícios</i>
<i>L</i>	<i>Água</i>
<i>M</i>	<i>Qualidade do ar</i>

(c)

Fonte: Autores.

No presente trabalho foram analisadas e comparadas as inovações motivadas pela pandemia de Covid-19 nas três certificações mais atuantes no cenário brasileiro: 1) LEED, é a principal certificação mundial e possui presença nacional por meio da organização *Green Building Council Brazil*, que oferece treinamentos e certificações aos interessados; 2) AQUA, criada pela fundação francesa *Démarche* é aplicado no Brasil pela fundação *Vanzolini* em parceria com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 3) Selo Casa

Azul, única certificação desenvolvida no Brasil e para a realidade brasileira por meio da união da Caixa Econômica Federal com professores especialistas da USP, UNICAMP e UFSC.

3.3.1.1.LEED

Criado em 1998, o sistema de certificação LEED foi desenvolvido pelo United States Green Building Council (USGBC). É um método baseado na harmonização, na ponderação do crédito (de acordo com o impacto no meio ambiente e na saúde humana) e na regionalização. A eficiência energética e a redução das emissões de CO₂ são os itens mais importantes desse sistema de avaliação. O selo certifica edifícios em uma lista de pré-requisitos e créditos em quatro níveis: Padrão, Silver, Gold e Platinum (GREEN BUILDING COUNCIL, 2012).

“LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em mais de 160 países, com o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações.”
(GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2022)

Atualmente, a certificação LEED está disponível para quatro tipologias:

- **Building Design + Construction (BD+C):** para novas construções e grandes reformas;
- **Interior Design + Construction (ID+C):** para escritórios comerciais e lojas de varejo;
- **Operation & Maintenance (O+M):** para empreendimentos existentes;
- **Neighborhood (ND):** para bairros (não será abordado neste documento).

E todas elas analisam as seguintes 8 áreas de impacto:

1. Processo Integrado;
2. Localização e transporte;
3. Terreno sustentável;
4. Eficiência hídrica;

5. Energia e atmosfera;
6. Materiais e recursos;
7. Qualidade do ambiente interno;
8. Inovação;
9. Prioridade regional.

De acordo com a USGBC, os objetivos gerais do LEED são: redução da contribuição para o aquecimento global, proteção e restauração de recursos hídricos, promover o ciclo de materiais sustentáveis e regenerativos, melhorar a saúde humana individual, proteger e melhorar a biodiversidade e os ecossistemas e por fim, melhorar a qualidade de vida da comunidade.

Já seus principais benefícios são divididos em 3 categorias: econômicos, sociais e ambientais, são eles:

1. Econômicos:
 - a. Diminuição dos custos operacionais;
 - b. Diminuição dos riscos regulatórios;
 - c. Valorização do imóvel para revenda ou arrendamento;
 - d. Aumento na velocidade de ocupação;
 - e. Aumento da retenção;
 - f. Modernização e menor obsolescência da edificação.
2. Sociais:
 - a. Melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes;
 - b. Inclusão social e aumento do senso de comunidade;
 - c. Capacitação profissional;
 - d. Conscientização de trabalhadores e usuários;
 - e. Aumento da produtividade do funcionário; melhora na recuperação de pacientes (em Hospitais); melhora no desempenho de alunos (em Escolas); aumento no ímpeto de compra de consumidores (em Comércio);
 - f. Incentivo a fornecedores com maiores responsabilidades socioambientais;
 - g. Aumento da satisfação e bem estar dos usuários;
 - h. Estímulo a políticas públicas de fomento a Construção Sustentável.

3. Ambientais:
 - a. Uso racional e redução da extração dos recursos naturais;
 - b. Redução do consumo de água e energia;
 - c. Implantação consciente e ordenada;
 - d. Mitigação dos efeitos das mudanças climáticas;
 - e. Uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental;
 - f. Redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação.

Para que o projeto seja aprovado numa das tipologias é necessário que este seja aprovado em todas as etapas, ilustradas na Figura 10.

Figura 10 – Etapas do LEED



Fonte: GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (2022).

Os créditos distribuídos durante a pontuação são divididos em 35% relacionados à mudança climática, 20% relacionados à impactos ligados diretamente à saúde humana, 15% relacionados ao impacto de recursos hídricos, 10% relacionados ao efeito sobre a biodiversidade, 10% relacionados à economia verde, 5% relacionados aos impactos sobre a comunidade e 5% relacionados ao impacto sobre os recursos naturais (GREEN BUILDING COUNCIL, 2022).

Atualmente no Brasil, a certificação LEED garante em média uma redução de: 40% no consumo de água, 30% no consumo de energia, 35% de emissão de CO₂ e 65% na geração de resíduos (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2022).

3.3.1.2.AQUA-HQE

Lançada em 1974 na França pela Démarche HQETM a certificação AQUA-HQETM foi traduzida e reformulada para a realidade brasileira em 2007 pela Fundação Vanzolini em cooperação com a Escola Politécnica da USP. Existem 5 modelos diferentes, sendo eles Edifícios em construção, Edifícios em operação, Planejamento urbano, Infraestrutura e Condomínios residenciais em operação, mas o presente trabalho se limitou em analisar apenas as regras e requisitos da parte de construção e operação de edifícios. Nesse âmbito, a certificação é dividida em duas modalidades uma para o ciclo de construção e outra com o ciclo de operação.

As certificações são emitidas a partir de auditorias realizadas *in loco* para o ciclo de construção são 3 auditorias nas fases de pré-projeto, projeto e execução, já para o ciclo de operação o número de auditorias depende do tamanho do período estudado, sendo 3 para 3 anos de acompanhamento e 4 para 5 anos (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021). As avaliações são baseadas em 14 categorias que são divididos em 4 temas gerais, como o Quadro 2 demonstra.

Baseada em uma metodologia de pontuação e pré-requisitos, há 3 níveis diferentes que podem ser obtidos em cada uma das 14 categorias, o Nível Base é o mais simples, sendo ele alcançado quando se obtém todos os pré-requisitos, o Nível Boas Práticas e o Nível Melhores Práticas, intermediário e avançado respectivamente, dependem da quantidade de pontos atingidos nos pré-requisitos da categoria (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021).

Quadro 2 – Categorias observadas pela certificação AQUA

Categorias		Temas
1	Edifício e seu entorno	Meio ambiente
2	Produtos, sistemas e processos construtivos	
3	Canteiro de obras	
4	Resíduos	
5	Energia	Energia e Economias
6	Água	
7	Manutenção	
8	Conforto higrotérmico	Conforto
9	Conforto acústico	
10	Conforto visual	
11	Conforto olfativo	
12	Qualidade dos espaços	Saúde e Segurança
13	Qualidade do ar	
14	Qualidade da água	

Fonte: Autores.

Com os níveis determinados a classificação segue uma condição de estrelas por categoria, como a Tabela 3 apresenta.

Tabela 3 – Condições para se obter o níveis de estrelas nos determinados temas na certificação AQUA

Temas	Número de estrelas				
	1	2	3	4	5
Energia e Economias Categorias: 4, 5 e 7	3B	1BP	1MP + 1BP	2MP	2MP + 1BP
Conforto Categorias: 8, 9, 10 e 11	4B	2BP	1MP + 2BP	2MP + 1BP	3MP + 1BP
Saúde e segurança Categorias: 12,13 e 14	3B	1BP	1MP + 1BP	1MP + 2BP	2MP + 1BP
Meio ambiente Categorias: 1, 2, 3 e 6	4B	2BO	1MP + 2BP	2MP + 1BP	3MP + 1BP

Fonte: Autores.

Por meio da somatória de estrelas obtidas pela construção é possível alcançar uma certificação diferente, a Tabela 4 apresenta os níveis de certificação possíveis e os requisitos mínimos de estrelas.

Tabela 4 – Níveis globais da certificação AQUA e suas condições mínimas

Nível Global	Níveis mínimos a serem alcançados
HQE PASS	14 categorias em B e 4 estrelas
HQE GOOD	Entre 5 e 8 estrelas
HQE VERY GOOD	Entre 9 e 12 estrelas
HQE EXCELLENT	Entre 13 e 15 estrelas
HQE EXCEPTIONAL	16 estrelas ou mais

Fonte: Autores.

3.3.1.3.Selo casa azul

Oriundo da cooperação entre docentes de algumas universidades do país (USP, UNICAMP e UFSC) e a Caixa Econômica Federal, o Selo Casa Azul é a certificação desenvolvida em solo nacional mais relevante. Lançada em 2009 a certificação conta atualmente com duas fases de certificação a Projetar e a Habitar, a primeira é concedido ainda na fase de engenharia a partir da avaliação da documentação técnica, já a segunda etapa é aplicada após o término da construção em uma vistoria e possui a fase Projetar como pré-requisito.

A certificação se baseia em uma metodologia orientada em pontuações de requisitos diferentes, existe 4 níveis de gradação e 6 identificadores diferentes, a Figura 11 e o Quadro 3 apresentam os requisitos para obtenção desses títulos respectivamente.

Figura 11 – Certificação Selo Casa Azul, diferentes níveis de gradação



Fonte: Caixa Econômica Federal (2021).

Quadro 3 – Certificação Selo Casa Azul, diferentes identificadores

<i>Identificador</i>	<i>Requisito</i>
<i>#mais QUALIDADE URBANA</i>	<i>Atingir 20 pontos dos 34 possíveis na categoria "Qualidade Urbana e Bem Estar"</i>
<i>#mais EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</i>	<i>Atingir 20 pontos dos 36 possíveis na categoria "Eficiência Energética e Conforto Ambiental"</i>
<i>#mais GESTÃO EFICIENTE DA ÁGUA</i>	<i>Atingir 12 pontos dos 23 possíveis na categoria "Gestão Eficiente da Água"</i>
<i>#mais PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL</i>	<i>Atingir 14 pontos dos 26 possíveis na categoria "Produção Sustentável"</i>
<i>#mais DESENVOLVIMENTO SOCIAL</i>	<i>Atingir 13 pontos dos 18 possíveis na categoria "Desenvolvimento Social"</i>
<i>#mais INOVAÇÃO</i>	<i>Atingir 10 pontos dos 29 possíveis na categoria "Inovação"</i>

Fonte: Autores.

As pontuações são dadas conforme os critérios de 7 categorias diferentes sendo elas:

- 1 – Qualidade Urbana e Bem Estar;
- 2 – Eficiência Energética e Conforto Ambiental;
- 3 – Gestão Eficiente da Água;
- 4 – Produção Sustentável;
- 5 – Desenvolvimento Social;
- 6 – Inovação;
- 7 – Bônus (3 Pontos dados para práticas sustentáveis que não constam nos requisitos do selo).

4. METODOLOGIA

A abordagem metodológica desta pesquisa consiste de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que segundo Galvão *et al.* (2014), prevê: a elaboração da pergunta de pesquisa, busca pela literatura, seleção dos artigos, extração dos dados, avaliação da qualidade metodológica, avaliação da qualidade das evidências e a redação dos resultados. Nesta pesquisa, a pergunta que irá servir de guia para a realização da RSL será: “Quais as principais inovações e mudanças que impactaram o setor da construção civil e o Green BIM após a pandemia e como adaptar as certificações de construções sustentáveis a estas?”

A revisão da literatura foi realizada a partir das seguintes bases de dados online: Science Direct, *Engineering Village* (base de dados voltada à engenharia e ciências exatas) e Scopus (maior base de dados de artigos científicos do mundo, de acordo com o Ministério da Educação, 2022). Todas as buscas foram realizadas a partir de algumas palavras chaves e suas combinações, sendo estas diferentes para os períodos de pré e pós-pandemia, podendo variar ortograficamente entre as línguas portuguesa e inglesa. Em seguida, foram aplicados filtros que reduziram o número de artigos encontrados.

Para o período do pré-pandemia, de 2009 a 1º semestre de 2022, a pesquisa abrangeu artigos de periódicos a partir de 2015, já para o período do pós-pandemia, foram selecionados artigos entre 2020 e 1º semestre de 2022, fazendo jus ao período pandêmico. Além do ano de publicação, alguns outros filtros foram pré definidos, como a área de estudo, se limitando as áreas de engenharia, energia e ciências do meio ambiente, disponibilidade de acesso, se limitando a artigos com acesso livre completo e por fim artigos completos, já finalizados.

A primeira fase de triagem (para ambos os períodos) teve o objetivo de definir as palavras chaves mais relevantes, para isso algumas palavras chaves iniciais foram definidas pelos autores com base na sua experiência acadêmica: BIM e *Cerification*, BIM e *Sustainability*, BIM e LEED e BIM e *Green*. Este conjunto de combinações de palavras chaves foram inseridos na plataforma Science Direct e todos os filtros supra citados foram aplicados e os artigos resultantes foram enviados ao software Mendeley Desktop para análise de volumetria destas.

Após a análise volumétrica desenvolvida no software Mendeley Desktop, àquelas palavras chaves que se mostraram mais relevantes (maior número de repetições) foram escolhidas como as de real impacto ao objetivo do trabalho e, portanto, foram usadas como filtro em outras bases de dados diferentes da de origem, neste caso, na *Engineering Village* e Scopus.

Os artigos resultantes destas duas bases (para ambos os períodos estudados) foram então ordenados por ordem de importância a partir do método de cálculo da distância euclidiana entre dois pontos. O método consiste em definir um ponto ideal positivo, onde todas as variáveis possuem o resultado ótimo esperado, e um ponto ideal negativo, onde todas as variáveis possuem as condições menos ideais possíveis, assim os artigos receberam notas de 0 a 1, onde aqueles que mais se aproximarem do resultado 1, possuem maior relevância ou impacto no tema e, portanto, terão sua leitura priorizada a fim de entender a tendência de pesquisa nos períodos de pré e pós-pandemia.

Para este método foram definidas 3 variáveis de impacto, ano de publicação, número de citações e nota de relevância. A nota de relevância foi definida a partir da proximidade do tema do artigo ao tema do trabalho, apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Parâmetros para nota de relevância dos artigos estudados.

<i>Nota</i>	<i>Parâmetro de Avaliação</i>
0	<i>Artigos não relacionados a engenharia</i>
1 - 4	<i>Artigos de engenharia com alguma afinidade ao tema</i>
5 - 8	<i>Artigos de engenharia com parâmetros relacionados a pergunta central</i>
9 - 10	<i>Artigos de engenharia com possivelmente a resposta da pergunta central</i>

Fonte: Autores.

O peso de cada uma das variáveis foi definido empiricamente, buscando sempre o ponto de equilíbrio entre o cenário real global e o ilustrado pelos resultados de pesquisa. Com o peso de todas as variáveis definidos, parte-se então para o cálculo efetivo da distância euclidiana dos artigos do ideal positivo e negativo. A distância euclidiana é dada pela seguinte relação:

Distância do ideal negativo:

$$S_{i-} = \sqrt{\sum (V_{ij} - V_{j-})^2} \quad (1)$$

Onde:

- S_{i-} : distância Euclidiana do centro ideal negativo;
- V_{ij} : posição do ponto unidimensional;
- V_{j-} : posição do ponto unidimensional (cenário ideal negativo).

Distância do ideal positivo:

$$S_{i+} = \sqrt{\sum (V_{ij} - V_{j+})^2} \quad (2)$$

Onde:

- S_{i+} : Distância Euclidiana do centro ideal positivo;
- V_{j+} : posição do ponto unidimensional (cenário ideal positivo).

Distância entre um elemento (artigo) e o ideal (positivo ou negativo):

$$V_{ij} - V_j = X_{ij} * w_i - X_j * w_j \quad (3)$$

Onde:

- w_i : peso;
- X_{ij} : desvio padrão por item analisado.

Posição geral do artigo, variando de 0 a 1:

$$P_i = \frac{S_{i-}}{S_{i+} + S_{i-}} \quad (4)$$

Onde:

- P_i : Performance Score.

Por fim, os artigos com maiores notas para o pré e pós-pandemia foram tabelados e aqueles com nota acima de 0,6 foram selecionados para leitura e classificação de área a palavra-chave, buscando identificar a tendência de pesquisa e cenário entre as épocas.

Com o conhecimento do desenvolvimento tecnológico e metodológico do Green BIM entre os períodos de pré e pós-pandemia, segue-se para a análise das certificações de construções verdes existentes no Brasil e no mundo.

Foram identificadas 14 certificações relevantes que são aplicadas em todo o globo, entretanto, neste documento serão tratadas apenas as mais atuantes no Brasil: LEED, Aqua-HOE e Selo Casa Azul. O principal objetivo será identificar como estas certificações se adaptaram a este período de transição e se estas estão compatíveis com a demanda do mercado mundial e nacional atual.

Todos os guias referenciais passaram por uma revisão bibliográfica e os resultados da análise foram ponderados buscando identificar quais tópicos sofreram impacto nos temas de relevância e tendência oriundos do período pandêmico. Por fim, foi feita uma análise cruzada entre adaptabilidade às tendências de pesquisa e aplicabilidade em território nacional que permitiu evidenciar qual das certificações estudadas neste trabalho possui maior grau de intimidade com às exigências brasileiras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. VOLUMETRIA DE ARTIGOS

A partir dos artigos filtrados na base de dados *Engineering Village* e *Scopus* foi realizado uma análise volumétrica de artigos publicados por ano relacionados a Green BIM e as principais áreas de ação dessa metodologia (Tabela 5), buscando identificar algum padrão de impacto oriundo da pandemia de covid-19.

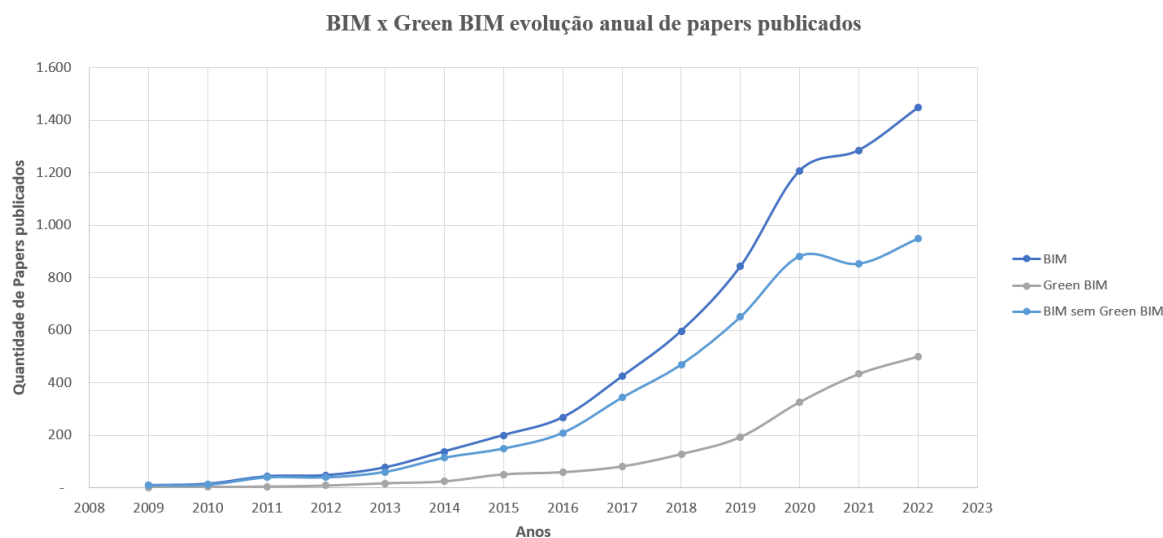
Buscando identificar o impacto do tema da sustentabilidade na metodologia BIM, foram traçadas duas curvas que comparam os temas de Green BIM e BIM propriamente dito, cujos resultados estão apresentados na Figura 12.

Tabela 5 – Quantidade de artigos de BIM e Green BIM publicados de 2022 até 2009

Assunto	Quantidade de artigos por ano														Σ
	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	
BIM	1447	1285	1207	843	597	424	268	200	138	77	47	43	14	9	6599
Green BIM	499	433	326	193	128	81	59	51	24	17	8	4	3	0	1826
BIM sem Green BIM	948	852	881	650	469	343	209	149	114	60	39	39	11	9	4773

Fonte: Autores.

Figura 12 - BIM x Green BIM evolução anual de artigos publicados



Fonte: Autores.

A partir dos resultados apresentados na Figura 12 e na Tabela 5, verificou-se que a quantidade de artigos publicados na temática pura de BIM possui um crescimento médio de 38% entre 2018 e 2020 e um crescimento acelerado de 2016 para 2017, de 58% no aumento do número de publicações, que provavelmente foi motivado pelo impacto negativo oriundo do relatório publicado pela McKinsey Global Institute e a McKinsey Capital Projects & Infrastructure Practice, “*Reinventing Construction: a route to a higher productivity*” (2017) que evidenciou o cenário ultrapassado da construção civil no mundo, que nas últimas duas décadas contou com um crescimento de apenas 1% ao ano na produtividade da mão-de-obra da construção. O mesmo vale para o tema de Green BIM, que em 2018 teve um aumento de 58% do número de publicações.

Com relação ao Green BIM, foi possível verificar que a partir do momento que o BIM se tornou o foco mundial da construção em 2017, a sustentabilidade veio atrelada ao tema, tendo o seu auge de produção em 2020, com um aumento de 69% de produção de artigos quando comparado ao ano anterior (que apresentava um aumento de 51% quando comparado a 2018). A proporção entre ambas as áreas teve seu crescimento contínuo, atingindo seu auge no pré-pandemia com 39% dos artigos relacionados a BIM sendo na área de Green BIM.

A partir de 2020 foram identificados os impactos da pandemia, criando um déficit de volume de publicações de BIM puro na metade de 2021 e uma redução no aumento de publicações de Green BIM, que ainda se mostrava presente. Já em 2022 o BIM volta a tomar forças e a proporção de artigos direcionados a sustentabilidade se mantém em 34%.

Portanto, observou-se que a pandemia desacelerou o processo de produção dos artigos e reforçou o rumo à sustentabilidade que já estava sendo mostrado.

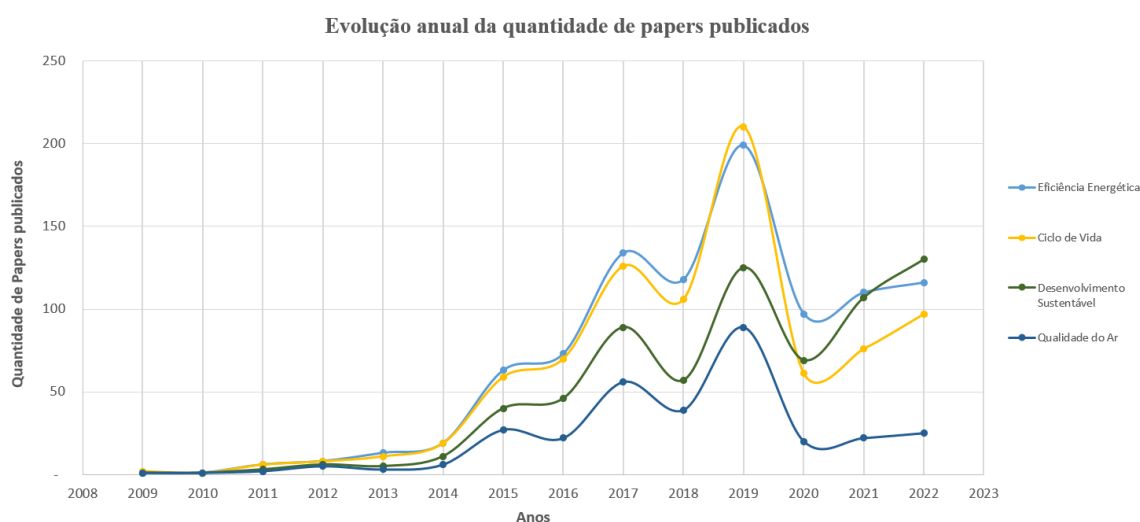
Ao tentar identificar o tema mais impactado por esta desaceleração, foi feito o detalhamento dos temas em 4 pilares principais: eficiência energética, ciclo de vida, desenvolvimento sustentável e qualidade do ar. Sendo analisado a volumetria de artigos sobre as áreas (Tabela 6) e as curvas de comparação (Figura 13).

Tabela 6 – Quantidade de artigos publicados das áreas de interesse de 2022 até 2009

Assunto	Quantidade de artigos por ano														Σ
	Ano														
	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	
Eficiência Energética	116	110	97	199	118	134	73	63	19	13	8	6	1	1	958
Ciclo de vida	97	76	61	210	106	126	70	59	19	11	8	6	1	2	852
Desenvolvimento Sustentável	130	107	69	125	57	89	46	40	11	5	6	3	1	1	690
Qualidade do Ar	25	22	20	89	39	56	22	27	6	3	5	2	1	1	318

Fonte: Autores.

Figura 13 – Evolução anual de artigos publicados por área de interesse do Green BIM



Fonte: Autores.

A partir das quatro curvas apresentadas na Figura 13 e na Tabela 5, foi possível concluir que a pandemia impactou globalmente os temas e que a sua recuperação se mostrou acelerada no período posterior. Tornando o desenvolvimento sustentável e eficiência energética os principais assuntos de pesquisa na área Green BIM.

5.2. CENÁRIO GREEN BIM

5.2.1. Tendência de pesquisa (2009 – 2019)

A primeira pesquisa de artigos foi feita na base de dados Science Direct, cujos resultados são apresentados na Tabela 7, totalizando 294 artigos encontrados, sendo 66 artigos de acesso livre.

Tabela 7 – Número de artigos selecionados no Science Direct para pré-pandemia

Palavras-Chave	Science direct	
	Total	Open
BIM and Certification	19	5
BIM and Sustainability	192	46
BIM and LEED	14	2
BIM and Green	69	13
Total	294	66

Fonte: Autores.

A partir dos artigos filtrados, com o auxílio do software *Mendeley Desktop*, foram definidos 3 *clusters* de temas: BIM, Sustentabilidade e Certificação, onde em cada um deles foi levantado a volumetria de palavras chaves presentes referentes ao tema do *cluster* que estão inseridas. As palavras chaves mais utilizadas foram selecionadas como critério de busca dos artigos que efetivamente foram analisados neste estudo. O resultado para a primeira triagem referente ao período pré-pandemia é apresentado na Tabela 8.

As palavras relevantes selecionadas foram: BIM, *sustainability*, *energy*, *green*, *certification*, *leed*. Ao serem inseridas como critério de seleção na base *Scopus* e *Engineering Village*, retornou-se um total de 350 artigos, sendo 95 destes, duplicado, restando um total de 255 artigos disponíveis não duplicados.

Tabela 8 – Palavras-chaves para os artigos de pré-pandemia

BIM Palavra	Nº Ocorrênci as	<i>Sustainability</i> Palavra	Nº Ocorrênci as	<i>Certification</i> Palavra	Nº Ocorrênci as
BIM	28	Sustain	19	Certification	4
Building Information Modeling	17	Energy	16	LEED	1
Building Performance*	3	Life cycle assessment (LCA)*	6	Green building certification	1
Buildings	2	Carbon Emissions	2		
As-Is BIM	1	Green BIM	1		
Building retrofit	1	Green Building	1		
Building sustainable design	1	Green house gas emissions	1		
Modular Construction	1	Life Cycle Carbon	1		
Semantic BIM	1	Lifecycle valuation	1		
		Reuse	1		
		Thermal Comfort	1		
Total	55		50		6

Fonte: Autores.

Em seguida, todos os títulos destes artigos foram lidos pelos autores e classificados seguindo a nota apresentada na seção de metodologia deste documento. O ano de publicação e o número de citações foram exportados diretamente das respectivas bases de dados para o Microsoft Excel. O valor da distância euclidiana calculada para cada um dos artigos está presente no Apêndice A.

Visando atingir a maior parte dos artigos relevantes ao tema do trabalho, fora definida uma régua de seleção de leitura para artigos que apresentassem resultados na classificação superior a 0,6, totalizando 24 artigos para o período de pré-pandemia, apresentados no Quadro 5. Os artigos selecionados tiveram seus resumos lidos e em seguida obtiveram uma classificação por área e palavra-chave.

Quadro 5 – Classificação dos artigos relevantes da pré-pandemia

(continua)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice</i>	0,8920	Implementação Do BIM	Implementação de BIM
<i>Critical review of bim-based LCA method to buildings</i>	0,8126	Ciclo De Vida De Edificações, Emissão De CO2	Integração BIM e LCA
<i>Life cycle energy efficiency in building structures: A review of current developments and future outlooks based on BIM capabilities</i>	0,7192	Ciclo De Vida, Eficiência Energética	BIM e eficiência energética
<i>A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability</i>	0,7135	Sustentabilidade	BIM e sustentabilidade
<i>Strategic sustainable development in the UK construction industry, through the framework for strategic sustainable development, using Building Information Modelling</i>	0,6844	Sustentabilidade, Resíduos	BIM e sustentabilidade
<i>Life cycle environmental performance of material specification: a BIM-enhanced comparative assessment</i>	0,6650	Ciclo De Vida, Aquecimento Global, Saúde Do Usuário, Eficiência Energética	Integração BIM e LCA
<i>Review of building energy performance certification schemes towards future improvement</i>	0,6523	Eficiência Energética, Certificações, Qualidade Do Ar, Desempenho	BIM e Certificações verdes
<i>Digital buildings - Challenges and opportunities</i>	0,6500	Sustentabilidade, Desempenho, Ciclo De Vida	Revisão bibliográfica de BIM
<i>Application of nD BIM Integrated Knowledge-based Building Management System (BIM-IKBMS) for inspecting post-construction energy efficiency</i>	0,6449	Ciclo De Vida, Sustentabilidade	Uso prático de BIM
<i>Optimising building sustainability assessment using BIM</i>	0,6425	Sustentabilidade, Desempenho	BIM e sustentabilidade
<i>Integrating building information modeling and life cycle assessment in the early and detailed building design stages</i>	0,6422	Ciclo De Vida, Sustentabilidade	Dev de metodologia BIM
<i>Building occupancy diversity and HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) system energy efficiency</i>	0,6279	Eficiência Energética, Qualidade Do Ar, Conforto	Uso prático de BIM
<i>MVD based information exchange between BIM and building energy performance simulation</i>	0,6269	Eficiência Energética	Dev de metodologia BIM

Quadro 5 – Classificação dos artigos relevantes da pré-pandemia

(conclusão)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>Reducing the operational energy demand in buildings using building information modeling tools and sustainability approaches</i>	0,6233	Ciclo De Vida, Sustentabilidade, Desempenho, Eficiência Energética	BIM e sustentabilidade
<i>BIM extension for the sustainability appraisal of conceptual steel design</i>	0,6231	Ciclo De Vida, Sustentabilidade	BIM e sustentabilidade
<i>Sustainability-led design: Feasibility of incorporating whole-life cycle energy assessment into BIM for refurbishment projects</i>	0,6130	Ciclo De Vida, Desempenho, Eficiência Energética, Reforma, Certificações	Dev de metodologia BIM
<i>A 6D CAD model for the automatic assessment of building sustainability</i>	0,6130	Ciclo De Vida, Desempenho, Sustentabilidade, Operação, Demolição	BIM 6D
<i>Towards a BIM-enabled sustainable building design process: roles, responsibilities, and requirements</i>	0,6122	Sustentabilidade, Certificações	BIM e sustentabilidade
<i>Interoperability specification development for integrated BIM use in performance based design</i>	0,6096	Desempenho, Metodologia	N/A
<i>Optimization of building components with sustainability aspects in BIM environment</i>	0,6080	Aplicação De Bim, Metodologia	Novas tecnologias BIM
<i>BIM-based carbon dioxide emission quantity assessment method in Korea</i>	0,6080	Emissão De CO2	BIM e eficiência energética
<i>BIM-embedded life cycle carbon assessment of RC buildings using optimised structural design alternatives</i>	0,6052	Projeto Estrutural Otimizado, Emissão De CO2, Ciclo De Vida	BIM e sustentabilidade
<i>A study on the bim application of green building certification system</i>	0,6034	Certificação, Metodologia	BIM e emissão de gases
<i>A digital-twin evaluation of Net Zero Energy Building for existing buildings</i>	0,6019	Metodologia, Carbono Zero, Sem Combustíveis Fósseis	BIM e eficiência energética

Fonte: Autores

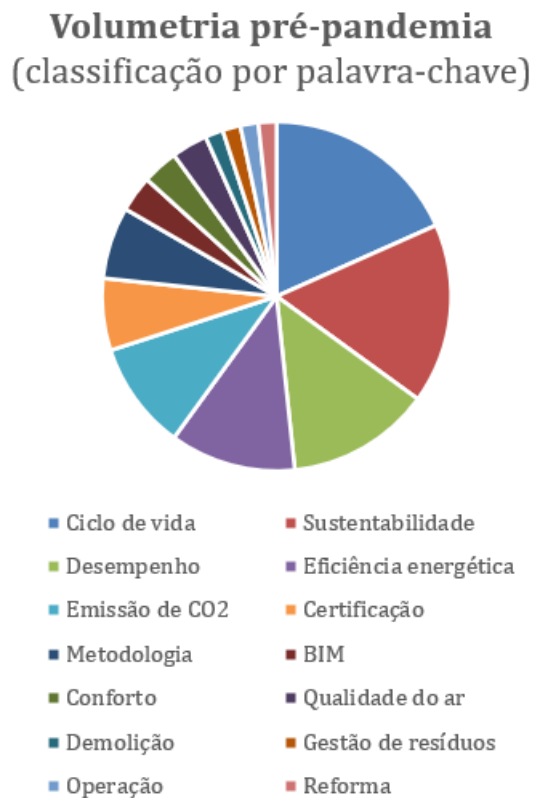
Os resultados da classificação são apresentados nas Figuras 14 e 15.

Figura 14 – Volumetria de temas abordados em artigos pré-pandemia classificados por área



Fonte: Autores.

Figura 15 – Volumetria de temas abordados em artigos pré-pandemia classificados por palavra-chave



Fonte: Autores.

Fica notável que até 2019 a linha da maioria dos artigos estava voltada à sustentabilidade, ao uso prático da metodologia e a relação do BIM com a avaliação do ciclo de vida dos elementos da construção.

5.2.1.1. Impactos do Green BIM na construção civil pré-pandemia

A seguir foi discutido os caminhos que as grandes categorias identificadas na Figura 14 e na Figura 15 seguem, quais são seus objetivos, as conclusões que já foram apresentadas e alguns impactos gerados.

O discurso do desenvolvimento sustentável surgiu como substituto do discurso do desenvolvimento econômico, produzido e difundido pelos países centrais capitalistas, especialmente os Estados Unidos, em outros países do mundo. A partir da década de 1970, o discurso do desenvolvimento expôs suas limitações em crise, embora tivesse maior visibilidade econômica, era também social, ambiental e ético-cultural.

Foi quando demonstrado no Relatório Brundtland, que trouxe à tona e projetou o debate acerca do termo de desenvolvimento sustentável, definiu este como "aquele que responde às necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades" (BRUNDTLAND, 1991).

Mais de 30 anos após a Rio-92, o termo sustentabilidade, hoje, age sobre 3 pilares básicos: social, econômico e ambiental.

- Social: É todo o capital humano direta ou indiretamente relacionado às atividades desenvolvidas pela empresa. Além dos colaboradores, inclui seu público-alvo, fornecedores, comunidades do entorno e sociedade em geral;
- Econômico: As empresas devem criar, distribuir e oferecer seus produtos ou serviços de forma a proporcionar-lhes uma posição de mercado competitiva justa. Eles também devem manter o desenvolvimento econômico sem criar um desequilíbrio ecológico;
- Ambiental: Garantir políticas e práticas que não gerem impacto ao meio ambiente em curto, médio ou longo prazo, garantindo uma economia circular em qualquer cadeia produtiva.

Quanto ao aspecto ambiental, grande parte dos artigos selecionados se baseiam em sustentabilidade como pode ser observado no Quadro 6, que apresenta uma gama de estudos, seus objetivos e algumas conclusões obtidas.

Quadro 6 – Artigos pré-pandemia sobre sustentabilidade

<i>Título</i>	<i>Autores</i>	<i>País</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Conclusão</i>
<i>BIM extension for the sustainability appraisal of conceptual steel design</i>	<i>Akponanabofa Henry Oti et al.</i>	<i>Reino Unido</i>	<i>Propõe uma estrutura de modelagem estrutural que forneça avaliações de sustentabilidade baseadas nos pilares da sustentabilidade econômica e ambiental.</i>	<i>O modelo desenvolvido consegue gerar as informações relacionadas a sustentabilidade para guiar as decisões nos estágios iniciais do processo de projeto estrutural.</i>
<i>Optimising building sustainability assessment using BIM</i>	<i>José Pedro Carvalho et al.</i>	<i>Portugal</i>	<i>Analisa a contribuição da metodologia BIM para com a Building Sustainability Assessment (Avaliação de Sustentabilidade de Edifícios em tradução livre dos autores).</i>	<i>É possível avaliar direta e indireta 96% dos critérios usando o BIM.</i>
<i>Strategic sustainable development in the UK construction industry, through the framework for strategic sustainable development, using Building Information Modelling</i>	<i>Zaid Alwan et al.</i>	<i>Reino Unido</i>	<i>Estudo de caso com a abordagem de baixo para cima na indústria da construção. Uma crítica as políticas sustentáveis promulgadas pelo Reino Unido.</i>	<i>Políticas e lideranças estão utilizando abordagens ineficazes para a plena exploração do BIM.</i>
<i>A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability</i>	<i>Heap-Yih Chong et al.</i>	<i>Austrália e Coreia do Sul</i>	<i>Revisão sobre o atual estado do BIM para a sustentabilidade.</i>	<i>Há muitos trabalhos sobre a fase de projetos, mas poucos sobre reformas e demolições.</i>
<i>Towards a BIM-enabled sustainable building design process: roles, responsibilities, and requirements</i>	<i>Maria Zanni et al.</i>	<i>Reino Unido</i>	<i>Entrevistas com profissionais sobre 10 estudos de caso que obtiveram altas classificações de certificação de sustentabilidade, afim de criar um processo que auxilie novas construções.</i>	<i>Criação de um processo que auxiliam na tomada de decisão para as equipes nas melhores práticas em projeto de construção sustentável.</i>

Fonte: Autores.

Conforme demonstrado no quadro há uma aplicação geral para a sustentabilidade no âmbito do Green BIM, estudos que refletem os impactos desde a projetos estruturais quanto a preocupação com reformas e demolições. Mas de longe, o maior objetivo demonstrado nessa categoria é entender se as políticas e métodos aplicados na construção civil estão

trazendo o efeito necessário e se não, desenvolver processos que tentem viabilizar o desenvolvimento sustentável.

Como salienta Chong *et al.* (2017) existem 4 principais pontos de melhoria para a metodologia funcionar de maneira eficaz, a criação de novas ferramentas que possam avaliar critérios voltados a sustentabilidade, a necessidade de melhorar a interoperabilidade entre software BIM e software especializados, etapas de reforma e demolição devem ser estudados e, por fim, a criação de um sistema que envolva a sustentabilidade social ao projeto.

De acordo com Yang *et al.* (2016) a projeção do aumento de energia demandada pelas residências irá crescer 15,7% entre 2013 e 2035, uma quantidade bastante alta considerando que por exemplo em países desenvolvidos como na União Europeia 40% da energia consumida vão para as construções, há um grande desafio em cumprir o objetivo de transformar os edifícios em *Zero Energy Buildings* (ZEB) até 2050 (LI *et al.*, 2019). Por causa desse contexto a eficiência energética ganhou um grande espaço nos estudos das edificações, como visto ela é a maior vertente específica dentro das publicações acerca do Green BIM. O Quadro 7 apresenta alguns estudos que demonstram o que está sendo pesquisado nesse assunto e conclusões que já podem ser observadas.

Um grande sentido de pesquisa nessa área é a otimização da tecnologia BIM, para que cada vez tenha mais interoperabilidade entre todos os softwares e que o trabalho manual diminua no processo, como apresenta Pinheiro *et al.*, (2018) um *Industry Foundation Classes* (IFC) confiável e consistente, ou seja, que carregue as informações parametrizadas de modo correto, pode desbloquear totalmente o potencial da tecnologia BIM para entradas em softwares de simulação, demonstrando que ainda há uma grande linha de pesquisa na parte de compatibilizar os dados na metodologia BIM.

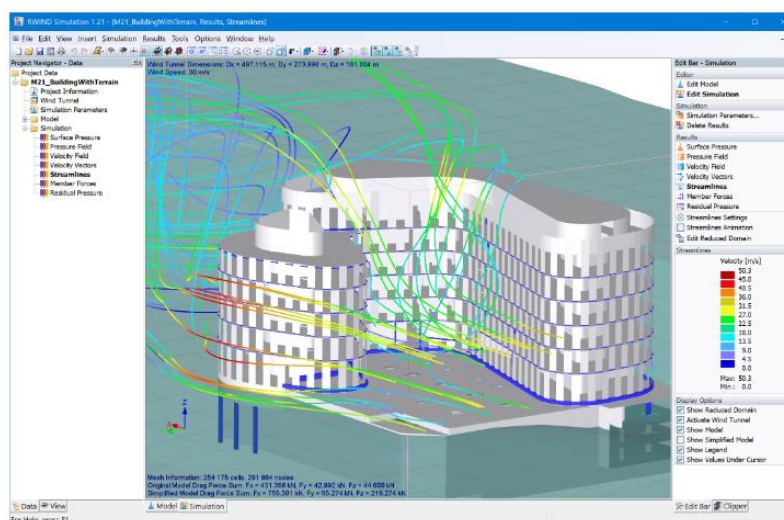
Outro caminho é o demonstrado pelo estudo de Yang *et al.* (2016) expõe que 40% de toda energia gasta em uma edificação é despendida com os sistemas denominados HVAC (*heating, ventilation and air conditioning* ou em português aquecimento, ventilação e ar condicionado) com o intuito de manter os ambientes confortáveis e saudáveis termicamente, a análise térmica das edificações aplicado a estudos de casos é uma área ampla que há muito a se desenvolver. Junto ao BIM os softwares conseguem descrever e simular a ventilação e iluminação tanto natural como artificial, como exemplificado pelas Figuras 16 a 18 o funcionamento de equipamentos térmicos e deslocamentos dentro da edificação.

Quadro 7 – Artigos pré-pandemia sobre eficiência energética

Título	Autores	País	Objetivo	Conclusão
MVD based information exchange between BIM and building energy performance simulation	Sergio Pinheiro et al.	Irlanda, Alemanha e Estados Unidos	Método padronizado para a interoperabilidade entre as ferramentas BIM e modelos de simulação de desempenho energético de edifícios	O IFC pode ser usado como um método padronizado para troca de informações, reduzindo assim o tempo, esforço e despesa associados à criação do modelo
A Digital-Twin Evaluation of Net Zero Energy Building for Existing Buildings	Sakdirat Kaewunruen et al.	Reino Unido	Viabilidade técnica e financeira de Edifícios de Energia Zero Líquida (NZEB) para edifícios 'existentes'	É possível gerenciar um edifício existente para equilibrar sua demanda de energia com energia de tecnologias renováveis, há na média um período de retorno de 23 anos.
Review of building energy performance certification schemes towards future improvement	Y. Li et al.	Luxemburgo	Revisão das situações atuais do Certificado de Desempenho Energético e discutir melhorias futuras	Alguns pontos de melhoria são: Integração de modelos BIM para criar uma abordagem replicável; estabelecer um banco de dados; explorar um conjunto maior de indicadores.
Building occupancy diversity and HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) system energy efficiency	Zheng Yang et al.	Estados Unidos	Apresentar uma estrutura que visa avaliar quantitativamente as implicações energéticas do sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado, para diferentes geometrias de edificações.	O desempenho da proposta foi consistente mesmo em diferentes geometrias de edificações, quantificando a energia gasta mesmo e diversidades de ocupação.

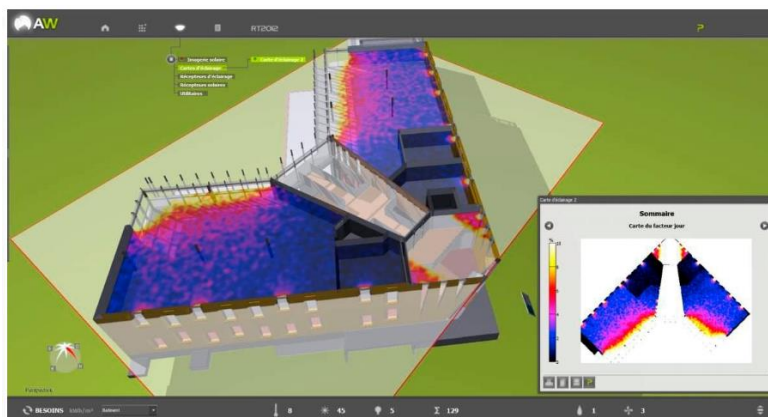
Fonte: Autores.

Figura 16 – Estudo de ventilação natural em edificação



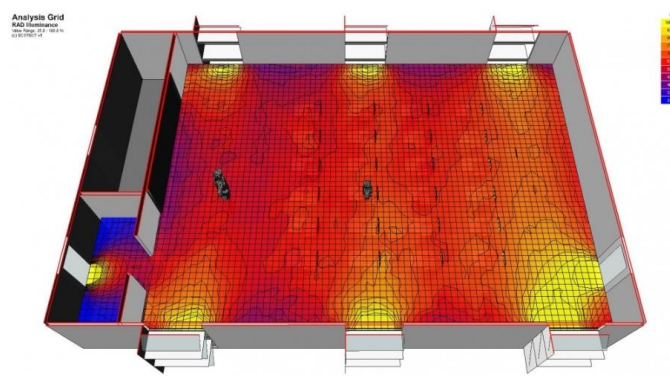
Fonte: Twoplus Soft (2022)

Figura 17 – Simulação de iluminação natural e artificial em edificação



Fonte: Green Building Factory (2022)

Figura 18 – Simulação de iluminação natural em um cômodo

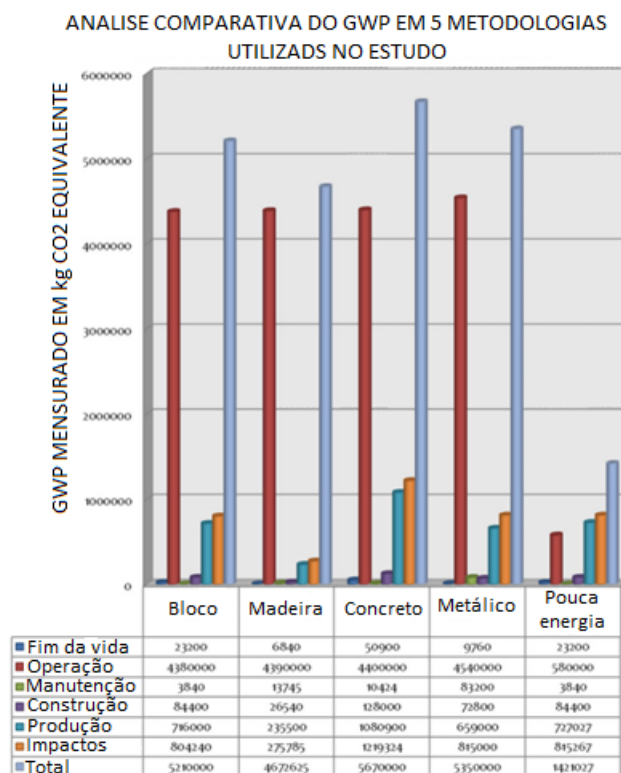


Fonte: Green Building Factory (2022)

É no curso da etapa de operação de uma construção que ocorre a maior quantidade de emissões dos gases de efeito estufa, como demonstra o estudo de Ajayi *et al.* (2015) (Figura 19), considerando uma edificação construída tradicionalmente com tijolo, madeira, concreto armado ou aço, em média 85% da quantidade de gases emitidos, representado por kg de CO₂ equivalente, é a fase de operação, ou seja, durante o funcionamento cotidiano do imóvel.

Considerando essa perspectiva do Green BIM, a análise do ciclo de vida está inserida, utilizando-se de uma metodologia denominada LCA (*Life Cycle Assessment*, em tradução Avaliação do Ciclo de Vida) definida por realizar a análise sistemática do desempenho ambiental dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida (desde a extração da matéria prima, fases de uso e fim de vida), através de indicadores como o fluxo de materiais e a energia demandada (OBRECHT *et al.*, 2020). O Quadro 8 demonstra alguns estudos nessa área, seus objetivos e alguns resultados obtidos.

Figura 19 – Gráfico comparativo emissão de kg CO₂ equivalente entre diferentes construções e as diferentes etapas do ciclo de vida



Fonte: Ajayi *et al.* (2015), tradução livre.

Quadro 8 – Artigos pré-pandemia sobre ciclo de vida de uma edificação

Título	Autores	País	Objetivo	Conclusão
Critical review of bim-based LCA method to buildings	Bernardete Soust-Verdaguer et al.	Espanha	Revisar os estudos recentes entra a integração BIM e LCA, realizar uma análise focada na maneira que o BIM colabora na simplificação e otimização da recepção dos dados para a aplicação do LCA	Há a viabilidade de desenvolver métodos baseados em modelos BIM para a organização de informações de edifícios usadas para estimar impactos ambientais e de consumo de energia com base na LCA.
Life cycle environmental performance of material specification: a BIM-enhanced comparative assessment	Saheed O. Ajayi et al.	Reino Unido e Nígeria.	Avaliar como a especificação do material para construção afeta o desempenho ambiental do ciclo de vida, uma análise baseada em impacto à saúde e aquecimento global potencial.	Independente do material, os prédios baseados em energia renovável possuem desempenho superior do que os baseados em combustíveis fósseis ao longo do ciclo de vida.

Fonte: Autores.

A partir do Quadro 8 foi possível verificar dois vieses do estudo de ciclo de vida de edificações, o primeiro segue a linha dos estudos que pretendem automatizar ainda mais o

processo, através de novas metodologias e novos plug-ins que incluem alguns dados e tornam as informações mais interoperacionais entre os softwares. Conforme Soust-Verdaguer *et al.* (2017) salienta em seu estudo que existe ainda um caminho a percorrer antes da troca automática entre os aplicativos BIM e LCA, e que existem algumas limitações no software BIM quanto a dados gerados a respeito de materiais, quantificações e a dimensão temporal.

O segundo apresenta a direção dos estudos de casos, onde a aplicação da metodologia no período denominado “*cradle to grave*” (“do berço ao tumulo” em tradução livre dos autores) que considera na análise desde a fase conceitual de projeto até a disposição dos rejeitos de demolição da edificação em estudo, demonstra os impactos ambientais causados por uma construção.

5.2.2. Cenário Green BIM no pós-pandemia

5.2.2.1. Tendência de pesquisa (2020 – 1º semestre de 2022)

Assim como no período pré pandêmico, a primeira pesquisa de artigos foi feita na base de dados Science Direct, onde os conjuntos a seguir foram utilizados para refinar a busca e entregar os resultados presentes. Vale ressaltar que a partir deste momento, as palavras pandemia (*pandemic*), COVID e construção (*construction*) serão levadas em consideração dado o início da pandemia no final de 2019 e início de 2020, como apresentado na Tabela 9, sendo encontrados 203 artigos, dos quais 48 são de acesso livre.

Tabela 9 – Número de artigos selecionados no Science Direct para pós-pandemia

Palavras-Chave	Science direct	
	Total	Open
BIM and Certification	7	1
BIM and Sustainability	98	20
BIM and LEED	6	6
BIM and Green	28	2
BIM and pandemic and covid	7	1
Construction and pandemic and covid	57	18
Total	203	48

Fonte: Autores.

A partir dos artigos filtrados, com o auxílio do software Mendeley Desktop, foram definidos 4 clusteres de temas: BIM, Sustentabilidade, Certificação e Pandemia, onde em

cada um deles foi levantado a volumetria de palavras chaves presentes referentes ao tema do cluster que estão inseridas. O resultado para a primeira triagem referente ao período pós-pandemia está disposto na Tabela 10.

Tabela 10 – Palavras-chaves para os artigos de pós-pandemia

(continua)

BIM		Sustainability		Certification		Pandemic - Covid	
Palavra	Nº Ocorrências	Palavra	Nº Ocorrências	Palavra	Nº Ocorrências	Palavra	Nº Ocorrências
Building Information Modeling	33	Sustainability	10	Certification	8	COVID-19	31
BIM	12	Life cycle assessment (LCA)	9	LEED	5	Indoor air	5
Building Performance	3	Circular Economy	5	Green building certification	1	Pandemic	4
Building Informatization	2	Green building	5	BREEAM	1	coronavirus	3
Thermal Confort	2	Life cycle costing (LCC)	5			Face masks	3
8D BIM	1	Waste management	4			SARS-CoV-2	3
BIM dimension	1	Construction and demolition waste	3			Corona virus	1
BIM-BEM Integration	1	Green BIM	3			covid risk	1
Building	1	Life cycle sustainability	3			Covid-PPE waste	1
Building construction systems	1	Circularity	2			Effect od covid-19	1
Building design process	1	Recycled concrete	2			Face mask	1
Building inergy conservartion	1	Sustainable design	2			Face mask waste	1
Building Energy Modeling (BEM)	1	Sustainable development	2			Health risk	1

Tabela 10 – Palavras-chaves para os artigos de pós-pandemia

(conclusão)

BIM		Sustainability		Certification		Pandemic - Covid	
Palavra	Nº Ocorrências	Palavra	Nº Ocorrências	Palavra	Nº Ocorrências	Palavra	Nº Ocorrências
Building envelope	1	Building sustainability	1				
Building Information model	1	Building renovation	1				
		Built environment	1				
		Circular Thinking	1				
		Climate Change	1				
		Criteria pollutant	1				
		Ecotoxicity	1				
		Environment	1				
		Green Construction	1				
		Green facades	1				
		Green retrofit	1				
		Green retrofit scenarios	1				
		Green retrofit	1				
BIM	62	Sustainability	68	Certification	15	Pandemic - Covid	56

Fonte: Autores.

As palavras-chave selecionadas foram: BIM, *sustainability*, *energy*, *green building*, *certification*, covid-19 e *indoor air*. Ao serem inseridas como critério de seleção na base *Scopus* e *Engineering Village*, retornou-se um total de 339 artigos, sendo 95 destes duplicados, restando um total de 244 artigos disponíveis não duplicados.

A metodologia de classificação se deu idêntica à utilizada no período pré-pandemia. O valor da distância euclidiana calculada para cada um dos artigos está presente no Apêndice B.

Visando atingir a maior parte dos artigos relevantes ao tema do trabalho, fora definida uma régua de seleção de leitura para artigos que apresentassem resultados na classificação superior a 0,6, totalizando 114 artigos para o período de pós-pandemia (Quadro 9). Os artigos

selecionados tiveram seus resumos lidos e em seguida obtiveram uma classificação por área e palavra chave.

Quadro 9– Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

(continua)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>Evaluation of BIM-based LCA results for building design</i>	0,8939	Desempenho, Sustentabilidade, Ciclo De Vida	BIM e emissão de gases
<i>Ultra-rapid delivery of specialty field hospitals to combat COVID-19: Lessons learned from the Leishenshan Hospital project in Wuhan</i>	0,8121	Desempenho,	BIM e pandemia
<i>Energy and cost analysis of building envelope components using BIM: A systematic approach</i>	0,7570	Desempenho, Emissão De Gases, Sustentabilidade “Ciclo De Vida”	BIM e eficiência energética
<i>Using BIM to improve building energy efficiency – A scientometric and systematic review</i>	0,7564	Eficiência Energética, Aplicação Do Bim	Revisão bibliográfica de BIM
<i>Optimizing energy use, cost and carbon emission through building information modelling and a sustainability approach: A case-study of a hospital building</i>	0,7453	Eficiência Energética, Aplicação Do Bim	BIM e pandemia
<i>Digital Transition and Waste Management in Architecture, Engineering, Construction, and Operations Industry</i>	0,7415	Gestão De Resíduos, Licitações, Aplicação Do BIM	BIM e gerenciamento de resíduos
<i>Uncertainty analysis of embedded energy and greenhouse gas emissions using BIM in early design stages</i>	0,7391	Emissão De CO2, Ciclo De Vida, Aplicação Do Bim	BIM e emissão de gases
<i>Green-building information modelling (Green-BIM) assessment framework for evaluating sustainability performance of building projects: a case of Nigeria</i>	0,7382	Ciclo De Vida, Aplicação Do Bim	N/A
<i>A BIM-based framework and databank for reusing load-bearing structural elements</i>	0,7370	Ciclo De Vida, Aplicação Do Bim, Metodologia, Reutilização	Dev de metodologia BIM
<i>The challenge of integrating Life Cycle Assessment in the building design process - A systematic literature review of BIM-LCA workflows</i>	0,7338	Ciclo De Vida, Revisão	Integração BIM e LCA

Quadro 9 – Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

(continuação)

<i>Artigo</i>	<i>Nota Pi</i>	<i>Classificação por palavra chave</i>	<i>Classificação por área</i>
<i>Effect of R-values changes in the baseline codes: Embodied energy and environmental life cycle impacts of building envelopes</i>	<i>0,7300</i>	<i>Ciclo De Vida, Isolamento, Desempenho</i>	<i>N/A</i>
<i>BIM as a tool for Green Building Certifications: An evaluation of the energy category of LEED, BREEAM and DGNB</i>	<i>0,7295</i>	<i>Certificações, Aplicação Do Bim</i>	<i>BIM e Certificações verdes</i>
<i>Integrating BIM with greenhouse-gas emissions in AEC: A scientometric review</i>	<i>0,7295</i>	<i>Revisão Da Literatura, Emissão De CO2</i>	<i>BIM e emissão de gases</i>
<i>The "D2P" Approach: Digitalisation, Production and Performance in the Standardised Sustainable Deep Renovation of Buildings</i>	<i>0,7252</i>	<i>Metodologia, Emissão De CO2, Desempenho</i>	<i>N/A</i>
<i>Development of the Life Cycle Analysis (LCA) Method in calculating Embodied Energy Materials on Residential Buildings</i>	<i>0,7252</i>	<i>Aplicação Do BIM, Eficiência Energética</i>	<i>BIM e eficiência energética</i>
<i>Using BIM for Assessing Buildings Life Cycle Impacts</i>	<i>0,7252</i>	<i>Aplicação Do BIM, Ciclo De Vida</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>The Analysis of Green Building System Based on BIM</i>	<i>0,7176</i>	<i>Aplicação Do BIM</i>	<i>Revisão bibliográfica de BIM</i>
<i>Waste potential of a building through gate-to-grave approach based on Life Cycle Assessment (LCA)</i>	<i>0,7175</i>	<i>Ciclo De Vida, Desempenho, Gestão De Resíduos</i>	<i>BIM e gerenciamento de resíduos</i>
<i>A literature review on BIM for cities Distributed Renewable and Interactive Energy Systems</i>	<i>0,7152</i>	<i>Covid, Eficiência Energética</i>	<i>BIM e retrofit</i>
<i>Integration of Durability Data of Construction Elements Within a BIM-Based Environment</i>	<i>0,7147</i>	<i>Aplicação De BIM, Ciclo De Vida, Desempenho</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>Evaluating the impact of operating energy reduction measures on embodied energy</i>	<i>0,7137</i>	<i>Eficiência Energética, Revisão</i>	<i>Revisão bibliográfica de BIM</i>
<i>Research on BIM Technology in Smart City</i>	<i>0,7132</i>	<i>Urbanismo, Aplicação De BIM</i>	<i>BIM e gestão de cidades</i>

Quadro 9 – Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

(continuação)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
CHALLENGES FOR DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION INDUSTRY IN CONDITIONS OF CORONAVIRUS (COVID-19) PANDEMIC IN LATVIA	0,7131	Covid	BIM e pandemia
BIM-based life cycle assessment for different structural system scenarios of a residential building	0,7124	Aplicação Do Bim, Ciclo De Vida, Desempenho	Uso prático de BIM
Waste capacity and its environmental impact of a residential district during its life cycle	0,7103	Urbanismo, Ciclo De Vida, Gestão De Resíduos, Eficiência Energética	BIM e gestão de cidades
Analyzing the benefits and challenges of building information modelling and life cycle assessment integration	0,7102	Revisão, Ciclo De Vida E Bim	Integração BIM e LCA
Life Cycle Carbon Footprint Assessments, Case Study of Malaysian Housing Sector	0,7102	Emissão De CO2, Ciclo De Vida	Integração BIM e LCA
Implications of using systematic decomposition structures to organize building LCA information: A comparative analysis of national standards and guidelines- IEA EBC ANNEX 72	0,7095	Ciclo De Vida, Desempenho	N/A
Development of building information modeling template for environmental impact assessment	0,7082	Metodologia, Ciclo De Vida	BIM e sustentabilidade
Integrated BIM-based LCA for the entire building process using an existing structure for cost estimation in the Swiss context	0,7080	Desempenho, Emissão De Gases, Sustentabilidade “Ciclo De Vida”	Integração BIM e LCA
Designing a BIM energy-consumption template to calculate and achieve a net-zero-energy house	0,7059	Metodologia, Eficiência Energética	BIM e eficiência energética
Sustainability and energy efficiency: Bim 6d. study of the bim methodology applied to hospital buildings. value of interior lighting and daylight in energy simulation	0,7052	Sustentabilidade, Eficiência Energética, Conforto	BIM 6D

Quadro 9 – Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

(continuação)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>Digitisation of existing buildings to support building assessment schemes: viability of automated sustainability-led design scan-to-BIM process</i>	0,7045	<i>Certificações, Escaneamento A Laser</i>	<i>Dev de softwares BIM</i>
<i>Mathematical model prototype to optimise engineering management of the construction site</i>	0,7037	<i>Aplicação Do BIM, Gerenciamento Da Obra</i>	<i>N/A</i>
<i>Product Resource and Climate Footprint Analysis during Architectural Design in BIM</i>	0,7030	<i>Ciclo De Vida, Emissão CO2</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>Bim-based life cycle assessment of buildings—an investigation of industry practice and needs</i>	0,6993	<i>Ciclo De Vida, Aplicação De BIM</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>
<i>How Different Tools Contribute to Climate Change Mitigation in a Circular Building Environment?—A Systematic Literature Review</i>	0,6988	<i>Metodologia, Emissão De CO2</i>	<i>Revisão bibliográfica de BIM</i>
<i>Research on computer BIM technology in whole process dynamic control of construction cost</i>	0,6988	<i>Aplicação De BIM</i>	<i>N/A</i>
<i>Key parameters featuring bim-lca integration in buildings: A practical review of the current trends</i>	0,6974	<i>Aplicação De BIM, Ciclo De Vida</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>
<i>Green BIM-based study on the green performance of university buildings in northern China</i>	0,6973	<i>Desempenho, Eficiência Energética</i>	<i>BIM e retrofit</i>
<i>Guidelines for the Implementation of BIM for Post-Occupancy Management of Social Housing in Brazil</i>	0,6966	<i>Aplicação Do Bim, Operação, Sustentabilidade, Conforto, Eficiência Energética</i>	<i>BIM e conforto</i>
<i>Building Information Modeling for existing sustainable buildings</i>	0,6966	<i>Aplicação Do Bim</i>	<i>BIM e retrofit</i>
<i>Research on Building Energy Consumption Based on BIM</i>	0,6966	<i>Aplicação Do Bim, Eficiência Energética</i>	<i>BIM e eficiência energética</i>
<i>Energy efficient operation of industrial facilities: The role of the building in simulation-based optimization</i>	0,6953	<i>Aplicação Do Bim, Eficiência Energética, Metodologia</i>	<i>BIM e eficiência energética</i>
<i>Estimation of carbon footprint of residential building in warm humid climate of india through BIM</i>	0,6937	<i>Aplicação Do Bim, Emissão De CO2, Ciclo De Vida</i>	<i>Uso prático de BIM</i>

Quadro 9 – Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

(continuação)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>A conceptual framework for estimating building embodied carbon based on digital twin technology and life cycle assessment</i>	0,6909	<i>Ciclo De Vida, Emissão De CO2, Metodologia</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>Building information modelling, lean and sustainability: An integration framework to promote performance improvements in the construction industry</i>	0,6906	<i>Desempenho, Sustentabilidade, Ciclo De Vida</i>	<i>Dev de metodologia BIM</i>
<i>BIM-based LCA and energy analysis for optimised sustainable building design in Ghana</i>	0,6887	<i>Ciclo De Vida, Emissão CO2, Eficiência Energética</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>
<i>Bim-enabled virtual reality (Vr) for sustainability life cycle and cost assessment</i>	0,6878	<i>Ciclo De Vida, Realidade Virtual, Sustentabilidade</i>	<i>N/A</i>
<i>Using building information & energy modelling for energy efficient designs</i>	0,6866	<i>Eficiência Energética, Aplicação Do Bim.</i>	<i>BIM e eficiência energética</i>
<i>BIM for healthy buildings: An integrated approach of architectural design based on IAQ prediction</i>	0,6864	<i>Conforto, Qualidade Do Ar</i>	<i>BIM e emissão de gases</i>
<i>Cycling master plans in Italy: The I-BIM feasibility tool for cost and safety assessments</i>	0,6860	<i>Covid, Urbanismo</i>	<i>Uso prático de BIM</i>
<i>Eco-efficient ventilated facades based on circular economy for residential buildings as an improvement of energy conditions</i>	0,6846	<i>Eficiência Energética, Conforto, Qualidade Do Ar</i>	<i>N/A</i>
<i>How to conduct consistent environmental, economic, and social assessment during the building design process. A BIM-based Life Cycle Sustainability Assessment method</i>	0,6843	<i>Ciclo De Vida</i>	<i>Uso prático de BIM</i>
<i>Methodologies for the Design of University Teaching Spaces in Covid/19 Regime. A BIM Oriented Approach, Defined for the Case Study of the Buildings of the Department of Architecture of the University of Florence (DiDA)</i>	0,6833	<i>Aplicação Do Bim</i>	<i>BIM e pandemia</i>

Quadro 9 – Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

(continuação)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>Building information modelling application for developing sustainable building (Multi criteria decision making approach)</i>	0,6831	<i>Aplicação Do Bim, Mmdc, Eficiência Energética</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>Review of the building information modelling (BIM) implementation in the context of building energy assessment</i>	0,6800	<i>Revisão, Ciclo De Vida, Eficiência Energética, Aplicação Do Bim</i>	<i>Revisão bibliográfica de BIM</i>
<i>Evaluating the environmental impact of construction within the industrialized building process: A monetization and building information modelling approach</i>	0,6786	<i>Industrialização</i>	<i>Revisão bibliográfica de BIM</i>
<i>A BIM-LCA approach for estimating the greenhouse gas emissions of large-scale public buildings: A case study</i>	0,6751	<i>Sustentabilidade, Ciclo De Vida, Emissão De Gases</i>	<i>BIM e emissão de gases</i>
<i>Possibilities of bim-fm for the management of covid in public buildings</i>	0,6735	<i>Covid, Gerenciamento</i>	<i>BIM e pandemia</i>
<i>Emergency Healthcare Facilities: Managing Design in a Post Covid-19 World</i>	0,6667	<i>Covid, Gerenciamento</i>	<i>BIM e pandemia</i>
<i>A comparative study on the difference of CFD simulations based on a simplified geometry and a more refined BIM based geometry</i>	0,6647	<i>Vento</i>	<i>Dev de metodologia BIM</i>
<i>BIM-based analysis of energy efficiency design of building thermal system and HVAC system based on GB50189-2015 in China</i>	0,6628	<i>Eficiência Energética, Aplicação Do Bim</i>	<i>BIM e conforto</i>
<i>Envelope thermal performance analysis based on building information model (BIM) cloud platform - Proposed green mark collaboration environment</i>	0,6608	<i>Aplicação Do Bim, Eficiência Energética</i>	<i>Revisão bibliográfica de BIM</i>
<i>Integration of Aerobiological Information for Construction Engineering Based on LiDAR and BIM</i>	0,6550	<i>Conforto, Qualidade Do Ar</i>	<i>BIM 6D</i>
<i>BIM integrated automation of whole building life cycle assessment using German LCA data base ÖKOBAUDAT and Industry Foundation Classes</i>	0,6550	<i>Ciclo De Vida</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>

Quadro 9 – Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

(continuação)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>A visual and persuasive energy conservation system based on BIM and IoT technology</i>	0,6536	Conforto, Eficiência Energética, Metodologia	BIM e eficiência energética
<i>Using Regression Model to Develop Green Building Energy Simulation by BIM Tools</i>	0,6531	Metodologia, Eficiência Energética	BIM e eficiência energética
<i>Multi-Agent Analysis of Scenarios for "arctic Smart City"</i>	0,6531	Urbanismo, Metodologia, Eficiência Energética	BIM e conforto
<i>Sustainable and resilient construction: Current status and future challenges</i>	0,6518	Desempenho, Emissão De Gases, Sustentabilidade, Ciclo De Vida	N/A
<i>Automatic System Design of Assembly Building Components for Sustainable Building Projects Based on BIM Technology</i>	0,6512	Sustentabilidade, Metodologia	BIM e sustentabilidade
<i>The Construction of Green Building Integrated Evaluation System Based on BIM Technology</i>	0,6512	Ciclo De Vida, Aplicação Do Bim	BIM e sustentabilidade
<i>Energy efficiency of buildings and structures in the projection of sustainable competitive advantages of the digital economy</i>	0,6512	Eficiência Energética, Metodologias	BIM e eficiência energética
<i>Implication of BIM on selected aspects of sustainability</i>	0,6512	Aplicação Do Bim, Sustentabilidade, Metodologia	BIM e sustentabilidade
<i>A 3D Model for Building Condition Assessment</i>	0,6512	Covid, Aplicação Do Bim	Uso prático de BIM
<i>Application of BIM + big data in the whole life cycle of engineering project</i>	0,6512	Aplicação Do Bim, Big Data	Dev de metodologia BIM
<i>Building Circular Economy: A Case Study Designed and Built Following a BIM-Based Life Cycle Assessment Approach</i>	0,6512	Aplicação Do Bim, Ciclo De Vida	BIM e sustentabilidade
<i>Construction Management Supported by BIM and a Business Intelligence Tool</i>	0,6501	Aplicação Do Bim, Ciclo De Vida	Uso prático de BIM
<i>Material Passports for the end-of-life stage of buildings: Challenges and potentials</i>	0,6500	Reciclagem, Sustentabilidade, Metodologia	BIM e sustentabilidade
<i>An actor-network approach to developing a life cycle bim maturity model (Lcbmm)</i>	0,6483	Ciclo De Vida, Aplicação Do BIM, Metodologia	Revisão bibliográfica de BIM

Quadro 9 – Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

(continuação)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>Non-graphical data structure for the purpose of BIM-based Life Cycle Assessment: Methodology for the Czech environment</i>	0,6472	<i>Ciclo De Vida, Metodologia</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>
<i>Framework for parametric assessment of operational and embodied energy impacts utilising BIM</i>	0,6455	<i>Ciclo De Vida, Metodologia, Operação, Eficiência Energética</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>
<i>Assessing life cycle environmental and economic impacts of building construction solutions with BIM</i>	0,6394	<i>Ciclo De Vida, Metodologia</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>Consistent management and evaluation of building models in the early design stages</i>	0,6383	<i>Metodologia</i>	<i>Uso prático de BIM</i>
<i>Bringing human-centredness to technologies for buildings: An agenda for linking new types of data to the challenge of sustainability</i>	0,6363	<i>Metodologia</i>	<i>Uso prático de BIM</i>
<i>BIM for sustainable project delivery: review paper and future development areas</i>	0,6355	<i>Revisão</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>Building Energy Consumption Control Based on BIM and Machine Learning</i>	0,6327	<i>Eficiência Energética, Machine Learning, Metodologia</i>	<i>Dev de metodologia BIM</i>
<i>Research on Energy-Saving Design Method of Green Building Based on BIM Technology</i>	0,6327	<i>Eficiência Energética, Metodologia</i>	<i>BIM e eficiência energética</i>
<i>Integrating BIM-based LCA and building sustainability assessment</i>	0,6315	<i>Ciclo De Vida, Metodologia</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>
<i>Empirical assessment of the impact of VDC and Lean on environment and waste in masonry operations</i>	0,6310	<i>Lean, Gestão De Resíduos, Emissão CO2</i>	<i>BIM e gerenciamento de resíduos</i>
<i>Bim application for sustainable teaching environment and solutions in the context of covid-19</i>	0,6309	<i>Covid, Sustentabilidade, Qualidade Do Ar</i>	<i>Uso prático de BIM</i>
<i>A review of building information modeling research for green building design through building performance analysis</i>	0,6296	<i>Desempenho, Eficiência Energética, Qualidade Do Ar</i>	<i>Revisão bibliográfica de Green BIM</i>

Quadro 9 – Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

(continuação)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>Potential Review on Energy Analysis Attributes for in 6 Dimension Application in Building Information Modelling (BIM)</i>	0,6289	<i>Eficiência Energética, Emissão De CO2, Revisão</i>	<i>BIM e eficiência energética</i>
<i>Environmental impact assessment of Materialization Stage of prefabricated buildings based on LCA and WTP</i>	0,6262	<i>Ciclo De Vida, Pré Fabricados</i>	<i>Uso prático de BIM</i>
<i>Survey results on acceptance and use of Life Cycle Assessment among designers in world regions: IEA EBC Annex 72</i>	0,6253	<i>Ciclo De Vida, Aplicação Do Bim</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>
<i>Bim for smart hospital management during covid-19 using mcdm</i>	0,6246	<i>Covid</i>	<i>BIM e pandemia</i>
<i>BIM and Automation in Complex Building Assessment</i>	0,6234	<i>Aplicação Do Bim</i>	<i>Uso prático de BIM</i>
<i>Modular Structure Construction Progress Scenario: A Case Study of an Emergency Hospital to Address the COVID-19 Pandemic</i>	0,6229	<i>Desempenho</i>	<i>BIM e pandemia</i>
<i>Multiobjective optimization of building energy consumption and thermal comfort based on integrated BIM framework with machine learning-NSGA II</i>	0,6209	<i>Metodologia, Desempenho, Eficiência Energética</i>	<i>BIM e pandemia</i>
<i>Accelerating building energy retrofitting with bim-enabled breeam-nl assessment</i>	0,6209	<i>Certificação, Desempenho</i>	<i>BIM e Certificações verdes</i>
<i>Guidelines for analysing the building energy efficiency using BIM</i>	0,6204	<i>Eficiência Energética, Aplicação Do Bim</i>	<i>BIM e eficiência energética</i>
<i>Sustainable Urbanism Through City Information Modeling</i>	0,6186	<i>Urbanismo</i>	<i>BIM e gestão de cidades</i>
<i>The BIM2LCA approach: An industry foundation classes (IFC)-based interface to integrate life cycle assessment in integral planning</i>	0,6150	<i>Ciclo De Vida, Certificação</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>

Quadro 9 – Classificação dos artigos relevantes da pós-pandemia

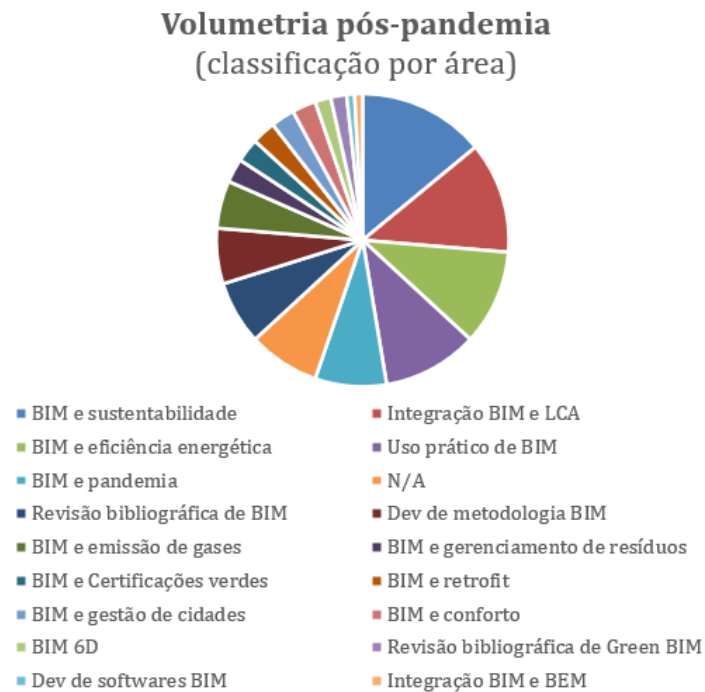
(conclusão)

Artigo	Nota Pi	Classificação por palavra chave	Classificação por área
<i>Potential of hbim to improve the efficiency of visitor flow management in heritage sites. Towards smart heritage management</i>	0,6145	<i>Aplicação Do Bim</i>	<i>Uso prático de BIM</i>
<i>Bim and data-driven predictive analysis of optimum thermal comfort for indoor environment</i>	0,6133	<i>Qualidade Do Ar</i>	<i>Dev de metodologia BIM</i>
<i>Assessing the effectiveness of building information modeling in developing green buildings from a lifecycle perspective</i>	0,6124	<i>Metodologia, Ciclo De Vida</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>Recommendations for developing a BIM for the purpose of LCA in green building certifications</i>	0,6107	<i>Metodologia, Ciclo De Vida</i>	<i>BIM e Certificações verdes</i>
<i>Integration of life cycle data in a BIM object library to support green and digital public procurements</i>	0,6094	<i>Metodologia, Ciclo De Vida, Desempenho</i>	<i>Dev de metodologia BIM</i>
<i>Comparison of the greenhouse gas emissions of a high-rise residential building assessed with different national LCA approaches - IEA EBC Annex 72</i>	0,6078	<i>Emissão CO2, Ciclo De Vida,</i>	<i>BIM e emissão de gases</i>
<i>Application of BIM in green building materials management</i>	0,6078	<i>Aplicação Do Bim, Desempenho, Gerenciamento</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>BIM-based LCSA application in early design stages using IFC</i>	0,6045	<i>Ciclo De Vida, Metodologia</i>	<i>Integração BIM e LCA</i>
<i>Distribution Technique of Green Material List for High-Rise Building Engineering in BIM Technology</i>	0,6045	<i>Aplicação Do Bim, Gerenciamento</i>	<i>BIM e sustentabilidade</i>
<i>Interoperability between building information modelling (Bim) and building energy model (bem)</i>	0,6015	<i>Revisão</i>	<i>Integração BIM e BEM</i>
<i>Application Research on the Integration of Civil Engineering and Computer-aided Building System Based on the Development of BIM</i>	0,6004	<i>Revisão</i>	<i>Revisão bibliográfica de Green BIM</i>

Fonte: Autores

Os resultados da classificação são apresentados nas Figuras 20 e 21.

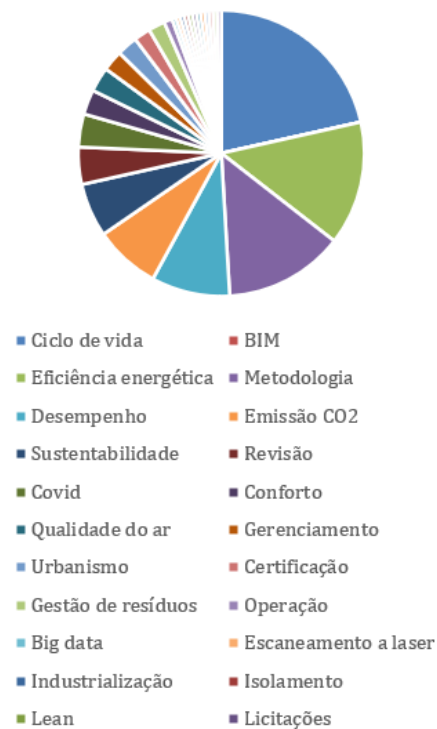
Figura 20 – Volumetria pós-pandemia classificado por área



Fonte: Autores.

Figura 21 – Volumetria pós-pandemia classificado por palavra-chave

Volumetria pós-pandemia
(classificação por palavra-chave)



Fonte: Autores.

A partir de 2020 os artigos selecionados apresentados mostraram uma maior tendência à discussão de sustentabilidade, abordando áreas de integração LCA, emissão de gases, eficiência energética, *retrofit* e conforto térmico e acústico, além de apresentar diversos estudos de aplicação do BIM para resolver e remediar problemas ou propor soluções para as novas necessidades na construção oriundas do período pandêmico.

5.2.2.2. Possíveis mudanças que ocorrerão no cenário da construção civil

Com o mesmo intuito da análise feita ao período anterior, parte-se para o estudo das categorias mais representativas exibidas nos resultados do período de pós-pandemia: “BIM e sustentabilidade”, “Integração BIM e LCA”, “BIM e eficiência energética” e “BIM e pandemia”. O objetivo é a identificação das principais mudanças oriundas do período de pandemia.

Partindo do tema de BIM e sustentabilidade, foram separados 5 artigos considerados como mais relevantes, não necessariamente por conta de sua posição (Pi), apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 – Artigos pós-pandemia sobre sustentabilidade

(continua)

<i>Título</i>	<i>Autores</i>	<i>País</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Conclusão</i>
<i>Integration of Durability Data of Construction Elements Within a BIM-Based Environment</i>	<i>Ortega, Leticia; Serrano, Begoña; Villanova, Isaac; Ilies, Andreea R.</i>	<i>Espanha</i>	<i>Disponibilizar informações e dados a respeito da durabilidade dos materiais que serão utilizados aos arquitetos de maneira prévia à etapa de design da construção, buscando menores impactos ao meio ambiente.</i>	<i>Antes de progredir com a disponibilização dos dados, é necessário garantir que o domínio da informação seja garantido (via políticas públicas), assim àqueles que trabalham com o respectivo material, saibam o seu comportamento e impacto ambiental.</i>
<i>Material Passports for the end-of-life stage of buildings: Challenges and potentials</i>	<i>Honic, Meliha; Kovacic, Iva; Aschenbrenner, Philipp; Ragossnig, Arne.</i>	<i>Áustria</i>	<i>Aplicação do método do Passaporte Material (MP) que avalia o potencial de reciclagem e o impacto ambiental de materiais embutidos em construções em um estudo de caso prático, uma construção em processo de demolição.</i>	<i>Foi necessário o escaneamento e inserção da construção em um modelo real 3D, mas que no fim resultou em resultados positivos para determinação do valor dos materiais oriundos da demolição, planejamento dos fluxos de resíduos sustentáveis e mensuração do impacto ambiental promovido por cada elemento.</i>
<i>BIM for sustainable project delivery: review paper and future development areas</i>	<i>Ayman, Rana; Alwan, Zaid; McIntyre, Lesley.</i>	<i>Inglaterra</i>	<i>Construção de um mapa de análises e lacunas visando identificar fragilidades na gestão de obra ao se utilizar de BIM com objetivo sustentável.</i>	<i>As incertezas nos processos de construção sustentável podem ser tratadas empregando mão de obra especializada em BIM para gerir recursos.</i>

Quadro 10 – Artigos pós-pandemia sobre sustentabilidade

(conclusão)

<i>Título</i>	<i>Autores</i>	<i>País</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Conclusão</i>
<i>Application of BIM in green building materials management</i>	<i>Na, Zhu; Bin, Yang; Zhixuan, Zhang; Meijie, Wang.</i>	<i>China</i>	<i>A pesquisa mostra que a tecnologia BIM pode atender às necessidades de gerenciamento fino de materiais de construção verdes, realizar o compartilhamento de informações entre todos os participantes, e promover o nível de gestão da construção verde.</i>	<i>O custo da construção ao se utilizar dos parâmetros estabelecidos pelo Green BIM juntamente com a utilização dos softwares disponíveis tende a diminuir, assim como a qualidade do processo de construção tende a aumentar, porém alguns problemas ainda se mantêm, como a falta de treinamento para o uso das integrações entre softwares.</i>
<i>Distribution Technique of Green Material List for High-Rise Building Engineering in BIM Technology</i>	<i>Shi, Xiaoxing; Wang, Li.</i>	<i>China</i>	<i>Uso de algoritmos e métodos para identificação de pontos de economia de energia e custos em arranha-céus verdes.</i>	<i>Foi possível determinar que o foco do custo (em energia e capital) das construções verdes de elevadas alturas tem origem na dosagem do reforço, do uso do concreto comercial, do uso das fôrmas de aço fixo ou do sistema de fôrma reutilizável.</i>

Fonte: Autores.

Verificou-se que a tendência de pesquisa com relação à sustentabilidade se manteve, indo desde áreas de economia de energia para alocação de material até fornecimento de dados para design de construções. O interessante de se notar é a maior presença da temática da metodologia Green BIM, assumindo o lugar da BIM, que até então mostrou-se o maior foco.

No âmbito da integração entre BIM e LCA, o Quadro 11 apresenta os principais artigos destacados.

Quadro 11 – Artigos pós-pandemia sobre ciclo de vida de uma edificação

<i>Título</i>	<i>Autores</i>	<i>País</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Conclusão</i>
<i>The challenge of integrating Life Cycle Assessment in the building design process - A systematic literature review of BIM-LCA workflows</i>	<i>Obrecht, Tajda Potr; Röck, Martin; Hoxha, Endrit; Passer, Alexander.</i>	<i>Eslovênia</i>	<i>Identificação de prós e contras à agilização da integração entre a metodologia BIM e LCA.</i>	<i>Os métodos utilizados para integração entre BIM e LCA ainda estão em estágios iniciais de desenvolvimento. Um dos grandes problemas ainda encontrados no mercado é a falta de APIs disponíveis, sendo necessário a extração e importação dos dados via planilha.</i>
<i>Analyzing the benefits and challenges of building information modelling and life cycle assessment integration</i>	<i>Azizoglu, Botan; Seyis, Senem.</i>	<i>Suíça</i>	<i>Identificar os benefícios e desafios da integração BIM e LCA.</i>	<i>O estudo mostra que a integração entre BIM e LCA poderá prover aos funcionários do setor da construção resultados mais precisos e rápidos, reduzindo a mão de obra gasta e atingindo os objetivos do projeto em menos tempo.</i>
<i>Non-graphical data structure for the purpose of BIM-based Life Cycle Assessment: Methodology for the Czech environment</i>	<i>Brandtner, Michal; Venkrbec, Václav.</i>	<i>República Checa</i>	<i>Análise de abordagens prévias e definir uma estrutura de dados BIM para um material específico para fins de LCI (Life Cycle Inventory)</i>	<i>No futuro, seria apropriado expandir a base de dados de valores de LCI especificamente para o ambiente Checo, e também criar softwares especializados ou plugins que lidem com os cálculos de impacto (por LCA) e se adaptem ao território da República Checa.</i>

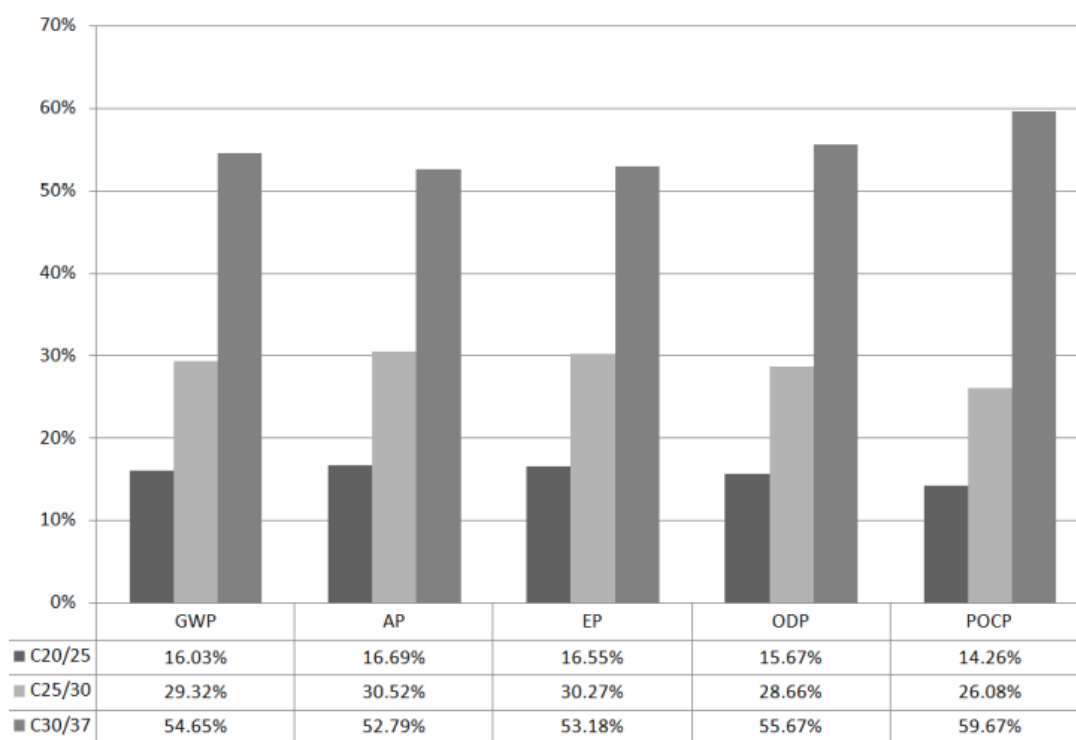
Fonte: Autores.

Nos exemplos mostrados acima torna-se notável o caminho de parametrização que a construção civil vem tomando, onde todo e qualquer impacto deve ser mensurado se não previamente, durante a construção. Um futuro onde a construção planejada irá ter o seu

impacto ambiental, energético e de trabalho calculado já está se tornando realidade, abrindo caminhos para uma mudança de paradigma no ranking de maiores contribuintes para a poluição no mundo.

Um bom exemplo disso é dado a partir de BRANDTER *et al.* (2020), onde o impacto ambiental é calculado a partir do tipo do concreto. Os impactos estão ilustrados na Figura 22 são: Potencial de Aquecimento Global (GWP), Potencial de Acidificação (AP), Potencial de Eutrofização (EP), Destruição do Ozônio Estratosférico (ODP) e o Potencial de Formação de Foto Oxidante (POCP).

Figura 22 – Impacto do tipo de concreto em fatores de sustentabilidade



Fonte: Brandter *et al.* (2020)

Outro potencial não listado na Figura 22 é o de eficiência energética. Este mesmo potencial fora um dos principais pontos de pesquisa, como mostrado anteriormente. Alguns dos artigos que mais obtiveram destaque para este estudo são apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 – Artigos pós-pandemia sobre eficiência energética

<i>Título</i>	<i>Autores</i>	<i>País</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Conclusão</i>
<i>Energy and cost analysis of building envelope components using BIM: A systematic approach</i>	<i>Puko, Zoran; Mauec, Damjan; Šuman, Nataa.</i>	<i>Eslovênia</i>	<i>Uma nova abordagem para a compreensão automatizada/semiautomatizada da energia e análise de todo o custo do seu ciclo de vida utilizando BIM.</i>	<i>O uso da abordagem por BIM de avaliação de energia e custo efetivo da obra em estágios iniciais está se tornando padrão na indústria da construção e arquitetura. A partir dos resultados mostrados, os investidores podem fazer a decisão correta sobre o consumo de energia da obra em questão.</i>
<i>Designing a BIM energy-consumption template to calculate and achieve a net-zero-energy house</i>	<i>El Sayary, Samer; Omar, Osama.</i>	<i>Líbano</i>	<i>Nova abordagem para o cálculo do consumo de energia utilizando-se de BIM.</i>	<i>O teste feito entre a integração de ambos os softwares BIM para estimativa de consumo de energia se mostrou apto para ser implementado em um caso real. O teste mostrou ser possível melhorar a integração com colegas de equipe e outras áreas além de estabelecer novos fluxos de trabalho entre as disciplinas.</i>
<i>Using Regression Model to Develop Green Building Energy Simulation by BIM Tools</i>	<i>Tahmassebinia F., Jiang R., Sepasgozar S., Wei J., Ding Y., Ma H.</i>	<i>Austrália</i>	<i>Identificação de parâmetros críticos para a performance energética da construção (BEP), visando auxiliar arquitetos na fase de concepção da obra.</i>	<i>O artigo buscou simular o consumo de energia para diferentes tipos de cômodos e a relação entre sua distância janela a parede e a intensidade de uso da energia. A análise de regressão multilinear permite um link direto entre esses fatores e a energia consumida pela construção por meio de uma equação matemática multilinear.</i>

Fonte: Autores.

Portanto, mostrou-se notável a preocupação com o desenvolvimento de novos métodos para estimativa do impacto sobre o consumo energético, principalmente em

momentos iniciais da concepção da obra, quando os impactos podem ser minimizados, como mostrado por TAHMASEBINIA *et al.* (2022), e PUKO *et al.* (2020).

Por fim, de maneira expressiva, porém menor que o esperado, surgem os assuntos de integração entre BIM e as oportunidades que foram trazidas pelo período pandêmico. Os artigos presentes no Quadro 13 evidenciam algumas destas oportunidades emergentes.

Quadro 13 – Artigos pós-pandemia sobre pandemia

(continua)

Título	Autores	País	Objetivo	Conclusão
<i>Ultra-rapid delivery of specialty field hospitals to combat COVID-19: Lessons learned from the Leishenshan Hospital project in Wuhan</i>	<i>Luo Hanbin, Liu Jiajing, Li Chengqian, Chen K. Ke, Zhang Ming.</i>	<i>China</i>	<i>Documentar o design e construção dos hospitais Leishenshan e Huoshenshan.</i>	<i>A metodologia BIM auxiliou na fase inicial de design, possibilitando a identificação da solução ótima para definição dos corredores e fluxos de passagem, assim como a simulação da ventilação interna evitando a evasão do vírus para fora do ambiente e por fim permitiu que a gestão da construção super rápida fosse feita de maneira impecável.</i>
<i>A literature review on BIM for cities Distributed Renewable and Interactive Energy Systems</i>	<i>Abanda F, Sibilla M, Garstecki P et al.</i>	<i>Reino Unido</i>	<i>Investigação de oportunidades e barreiras da aplicação do BIM para avaliação de performance de Sistemas Distribuídos de Energia Renovável e Interativa no contexto da transformação do ambiente em cidades de baixo carbono.</i>	<i>O estudo revelou que os Sistemas Distribuídos de Energia Renovável e Interativa são a chave para maximizar a eficiência energética e a reutilização de energia em uma escala distrital (retrofit), juntamente com o uso de BIM.</i>

Quadro 13 – Artigos pós-pandemia sobre pandemia

(continuação)

Título	Autores	País	Objetivo	Conclusão
<i>Optimizing energy use, cost and carbon emission through building information modelling and a sustainability approach: A case-study of a hospital building</i>	<i>Khahro S, Kumar D, Siddiqui F et al.</i>	<i>Arábia Saudita</i>	<i>Apresentar sugestões e ideias sobre o uso de energia no setor de construção de maneira eficiente, alterando os diferentes parâmetros e componentes como orientação, materiais, envidraçamento e sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado em um estudo de caso de um hospital no software Green Building Studio.</i>	<i>Conclui-se que abordagens sustentáveis baseadas em BIM agilizam o design e execução de processos dependentes ou não de recursos físicos. A abordagem utilizando BIM garantiu que fossem reduzidos o consumo de energia, consumo de combustível e também as emissões de carbono. Entretanto os desafios de implementação desta metodologia ainda se mostram presentes, como a falta de profissionais capacitados, leis adaptadas às exigências, falta de certificação obrigatória e altos custos de implementação são alguns exemplos.</i>
<i>CHALLENGES FOR DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION INDUSTRY IN CONDITIONS OF CORONAVIRUS (COVID-19) PANDEMIC IN LATVIA</i>	<i>Sandra Gusta</i>	<i>Letônia</i>	<i>Investigação dos problemas e desafios encarados pelo setor da construção durante a pandemia de COVID-19, identificando os principais obstáculos para a introdução das tecnologias no setor de construção da Letônia.</i>	<i>Por causa da pandemia, a renda dos trabalhadores do setor diminuiu devido a diminuição de serviços em operação. A falta de mão de obra especializada também se mostrou um ponto de dor além do fato de que os preços de materiais de construção e do petróleo decolaram devido à escassez de mercado. E por fim, diversas obras tiveram seus cronogramas e orçamentos estourados devido a falta de matéria prima para seguimento do plano de obras.</i>

Quadro 13 – Artigos pós-pandemia sobre pandemia

(continuação)

<i>Título</i>	<i>Autores</i>	<i>País</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Conclusão</i>
<i>Methodologies for the Design of University Teaching Spaces in Covid/19 Regime. A BIM Oriented Approach, Defined for the Case Study of the Buildings of the Department of Architecture of the University of Florence (DiDA)</i>	<i>Marzi L, Amini S.</i>	<i>Itália</i>	<i>Investigação das ferramentas e metodologias necessárias para gerenciar e ajustar os ambientes de educação em um regime dinâmico e de emergência.</i>	<i>A experiência descrita permitiu a identificação do design de fluxo de caminhos que além da solução composicional proposta, identifica os procedimentos operacionais. O sistema de espaço proposto é embasado sobre áreas hexagonais que permitem a rotação do ponto de vista do aluno.</i>
<i>Possibilities of bim-fm for the management of covid in public buildings</i>	<i>Pavón R, Alvarez A, Alberti M.</i>	<i>Espanha</i>	<i>Análise de infraestrutura de gestão de instalações baseado em BIM visando reduzir a probabilidade de infecções por COVID-19 em ambientes fechados.</i>	<i>Foram identificadas as principais áreas da Universidade Politécnica de Madrid, onde o fluxo de pessoas foi traçado por hora ao longo de todo o dia. Um dos pontos de destaque foi o uso do software BIMDATA que permitiu a análise sem necessariamente um profissional capacitado na metodologia. Assim os resultados permitiram que estratégias de deslocamento sejam traçadas para evitar grandes aglomerações nas áreas da universidade.</i>

Quadro 13 – Artigos pós-pandemia sobre pandemia

(conclusão)

<i>Título</i>	<i>Autores</i>	<i>País</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Conclusão</i>
<i>Emergency Healthcare Facilities: Managing Design in a Post Covid-19 World</i>	<i>Marina Marinelli.</i>	<i>Reino Unido</i>	<i>Buscar por soluções de parâmetros de design que possibilitem infraestruturas de construções se adaptarem para mudanças de emergências necessárias, como foi o caso dos hospitais provisórios montados durante a pandemia.</i>	<i>O uso de BIM permitirá prever os fluxos de pessoas no local assim como a performance de atendimento da construção temporária. Além disso, evidenciou-se a necessidade de alguns aspectos que garantam a possibilidade de adaptação da construção, como por exemplo: uma grande área plana (para a enfermaria), área para disponibilizar aos profissionais de saúde, sistema de ventilação capaz de se adaptar aos padrões de controle de infecções, acesso à ambulância terrestre e aérea, segurança contra incêndio e proximidade a vias rápidas.</i>

Fonte: Autores.

Pôde-se perceber que após o período pandêmico a gestão de espaço e fluxos (sejam eles de pessoas ou não) se tornou um tema de relevância, agora, além de pensar em eficiência energética é necessário também pensar em adaptação e reformulação de ambientes, buscando satisfazer possíveis cenários de imprevisibilidade. Entretanto, as mesmas dificuldades ainda se mostram presentes no mercado, como por exemplo a falta de profissionais capacitados para lidar com a metodologia, os custos para implantação do software e sua gestão, a falta de uma certificação estabelecida em territórios ao redor do globo que possa definir restrições e permissões no que tange à impactos ambientais e *retrofit*, e a falta de integração otimizada entre os softwares BIM, o que impede que a maioria dos trabalhos sejam feitos de maneira ágil, necessitando ocasionalmente de um desenvolvimento sistêmico. (GUSTA, Sandra, 2022)

Ao fim da análise de todos os artigos supra citados ficou evidente aos autores que a tão sonhada mudança de paradigma aguardada para o setor da construção civil finalmente

chegou. Após o período pandêmico ficou claro que é cada vez mais necessário o domínio dos dados e da mensuração dos impactos gerados por um empreendimento, sejam eles para lidar com questões de sustentabilidade, de gestão ou de saúde. Atualmente (no ano de desenvolvimento deste trabalho) é inconcebível pensar em construção sem antes conhecer em qual quadrante de ESG esta estará posicionada.

5.2.3. Resultados obtidos

Ao fim das análises dos períodos pré e pós pandemia, foi concluído pelos autores que não houve desenvolvimento de tecnologias relevantes e amplamente difundidas, no setor da construção, no que tange à tecnologia Green BIM. O cenário da construção se mostrou em estado de adaptação e de desenvolvimento de novas tecnologias de integração de softwares BIM.

Entretanto, por mais que não houveram desenvolvimentos tecnológicos relevantes, as seguintes sete áreas apresentaram um maior desenvolvimento e interesse de pesquisa:

- Qualidade do ar;
- Retenção de material biológico;
- Fluxo de vento;
- Eficiência energética;
- Readequações de ambientes;
- Construção modular;
- Adequação ao ESG.

Na próxima etapa, estes temas serão contrapostos às adaptações das certificações de construções sustentáveis, buscando evidenciar uma tendência similar às áreas citadas anteriormente.

5.3. ANÁLISE DAS CERTIFICAÇÕES

5.3.1. LEED

5.3.1.1. Impacto da pandemia: LEED BD+C

Para realizar esta comparação, foram utilizados documentos datados de julho de 2019 e julho de 2022, sendo o primeiro objetivo identificar a mudança na abordagem dos tópicos e posteriormente, caso a mudança esteja dentro da área de estudo, realizar uma análise micro no tópico atualizado buscando verificar se o documento demonstrou ou não tendência de

adequação aos tópicos emergidos no pós-pandemia. Nesta tipologia (BD+C) a nota da versão 4.1 (2022) é distribuída de acordo com o disposto na Tabela 11.

Tabela 11 – Pontuações possíveis para a certificação LEED BD+C v4.1

Áreas	Novas Construções	Core & Shell	Escolas	Lojas de varejo	Data center	Galpões e centros de distribuição	Hospedagem	Unidades de saúde
Processo Integrativo à certificação	1	1	1	1	1	1	1	1
Locação e Transporte	16	20	15	16	16	16	16	9
Locais sustentáveis	10	11	12	10	10	10	10	9
Eficiência hídrica	11	11	12	12	11	11	11	11
Energia e Atmosfera	33	33	31	33	33	33	33	35
Materiais e recursos	13	14	13	13	13	13	13	19
Qualidade ambiental interna	16	5	16	15	16	16	16	16
Inovação	6	6	6	6	6	6	6	6
Prioridade Regional	4	4	4	4	4	4	4	4

Fonte: GREEN BUILDING COUNCIL (2022).

Totalizando 110 pontos para cada modelo de construção. A partir da nota alcançada, a construção poderá receber um dos selos apresentados na Figura 23.

Figura 23 – Certificações possíveis do LEED



Fonte: GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (2022).

5.3.1.2. Impacto da pandemia na versão 4.1

Visando identificar as tendências de estudo encontradas (qualidade do ar, retenção de material biológico, fluxo de vento, eficiência energética, readequação e adaptação de ambientes, construções modulares e adequação ao ESG), foram selecionadas as categorias

da certificação que às abrangem, que são: locais sustentáveis, energia e atmosfera e qualidade ambiental interna para fins comparativos.

Vale ressaltar que os temas de adequação ao ESG e eficiência energética são inerentes à criação da certificação LEED, portanto não estarão presentes como algo inovador ou tendenciado pelo momento pandêmico.

LOCAIS SUSTENTÁVEIS

Neste tópico não foram encontradas quaisquer evidências de impacto da pandemia de COVID-19 nos temas de tendências de estudos supra citados. Houveram atualização de documentos usados como referência e também alterações de algumas exigências para aplicação da nota, porém nenhum tema relevante ao assunto deste documento. (GREEN BUILDING COUNCIL, 2022).

ENERGIA E ATMOSFERA

Neste tópico, as seguintes mudanças se mostraram presentes:

- Atualização de documentações e regulamentos de referência;
- Duas novas métricas para medição dos gases de efeito estufa, apresentadas na Tabela 12 e 13;

Tabela 12 – Pontos por porcentagem de melhoria em performance energética (%custo PCI abaixo do PCI_{it})

Novas construções	Sistemas de saúde, Grandes renovações, CS	Pontos BD+C (exceto escolas e sistemas de saúde)	Pontos sistemas de saúde	Pontos escolas
5%	2%	1	1	1
10%	5%	2	2	2
15%	10%	3	3	3
20%	15%	4	4	4
25%	20%	5	5	5
30%	25%	6	6	6
35%	30%	7	7	7
40%	35%	8	8	
45%	40%	9	9	8
50%	45%		10	

Fonte: GREEN BUILDING COUNCIL (2022).

- Aumento da pontuação para empreendimentos que demonstrarem melhoria nos sistemas de iluminação interna e externa, eficiência do equipamento de aquecimento de água e dos equipamentos de HVAC.

Tabela 13 – Pontos por porcentagem de melhoria em performance energética (%emissão de gases do efeito estufa)

Novas construções	Sistemas de saúde, Grandes renovações, CS	Pontos BD+C (exceto escolas e sistemas de saúde)	Pontos sistemas de saúde	Pontos escolas
5%	2%	1	1	1
10%	5%	2	2	2
16%	10%	3	3	3
24%	16%	4	4	4
32%	24%	5	5	5
40%	32%	6	6	6
50%	40%	7	7	7
65%	50%	8	8	
80%	65%	9	9	8
100%	80%		10	

Fonte: GREEN BUILDING COUNCIL (2022)

- Criação de incentivos para recompensar um investimento mais significativo em energia renovável.

QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA

Neste tópico, as seguintes mudanças se mostraram presentes:

- Atualização de documentações e regulamentos de referência;
- Atualização das exigências do sistema de ventilação para unidades de saúde;
- Revisão dos requisitos para monitoramento da qualidade do ar em ambientes externos e de grandes proporções;
- Requisitos residenciais revisados para alinhamento com os requisitos multifamiliares LEED v4.1 para ventilação de combustão e construção resistente ao radônio;
- Revisão dos requerimentos para sinalização de áreas onde há proibição de fumódromos.
- Exigências mais restritivas quanto aos compostos orgânicos voláteis (VOC);
- Adição de limites estabelecidos pelo governo de Hong Kong no que tange à concentração de VOC no Canadá;

- Revisão das exigências da qualidade do ar interna, adicionando 1 ponto para testes de concentração de partículas e fases inorgânicos e 1 ponto para testes de compostos orgânicos voláteis;
- Revisão da abordagem de material particulado para os padrões de limpeza de ambiente e concentração de material particulado da ISO 14644-1:2015.
- Diminuição da concentração limite de formaldeído;
- Lista de contaminantes VOC, apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Lista de contaminantes VOC (LEED V.1 BD+C)

Contaminante (CAS#)	Concentração Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Métodos de teste permitidos
Formaldeído 50-00-0	20 (16 ppb)	ISSO 16000-3, 4; EPA TO-11a,
Acetaldeído 75-07-0	140	EPA comp. IP-6A ASTM D5197-16
Benzeno 71-43-2	3	
Hexano (n-) 110-54-3	7000	
Naftaleno 91-20-3	9	
Fenol 108-95-2	200	ISSO 16000-6
Estireno 100-42-5	900	EPA IP-1,
Tetracloroetileno 127-18-4	35	EPA TO-17,
Tolueno 108-88-3	300	EPA TO-15
Vinil acetato 108-05-4	200	ISSO 16017-1, 2;
Di-clorobenzeno (1,4-) 106-46-7	800	ASTM D6196-15
Xileno-total 108-38-3, 95-47-6 e 106-42-3	700	

Fonte: GREEN BUILDING COUNCIL (2022).

5.3.1.3. Impacto da pandemia: LEED ID+C

Para realizar esta comparação, foram utilizados documentos datados de julho de 2019 e julho de 2022, mantendo-se o objetivo de identificar a mudança na abordagem dos tópicos e posteriormente, caso a mudança esteja dentro da área de estudo, realizar uma análise micro no tópico atualizado buscando verificar se o documento demonstrou ou não tendência de adequação aos tópicos emergidos no pós-pandemia. Nesta tipologia (ID+C) a nota da versão 4.1 (2022) é distribuída de acordo com o disposto na Tabela 15.

Tabela 15 – Pontuações possíveis para a certificação LEED ID+C v4.1

Áreas	Novas Construções	Lojas de varejo	Hospedagem
Processo Integrativo à certificação	1	1	1
Locação e Transporte	18	18	18
Eficiência hídrica	12	12	12
Energia e Atmosfera	38	38	38
Materiais e recursos	13	14	13
Qualidade ambiental interna	17	16	17
Inovação	6	6	6
Prioridade Regional	4	4	4

Fonte: GREEN BUILDING COUNCIL (2022).

A nota máxima de 110 pontos e o sistema de classificação se mantêm idêntico à tipologia BD+C.

5.3.1.4. Impacto da pandemia na versão 4.1

Nesta tipologia, foram selecionadas as categorias da certificação que abrangem os pontos de impactos estudados, que são: energia e atmosfera e qualidade ambiental interna para fins comparativos.

ENERGIA E ATMOSFERA

Neste tópico, as seguintes mudanças se mostraram presentes:

- Atualização de documentações e regulamentos de referência;
- Aumento dos créditos para otimização de performance energética considerando emissão de gases do efeito estufa;
- Criação de incentivos para recompensar um investimento mais significativo em energia renovável.

QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA

Neste tópico, as seguintes mudanças se mostraram presentes:

- Atualização de documentações e regulamentos de referência;
- Adição de condições mínimas de ventilações para construções já existentes baseadas na ASHRAE 62.1-2016.
- Revisão dos requisitos para monitoramento da qualidade do ar em ambientes externos e de grandes proporções;
- Requisitos residenciais revisados para alinhamento com os requisitos multifamiliares LEED v4.1 para ventilação de combustão e construção resistente ao radônio;

- Atualização dos requisitos internacionais para emissões de VOC e revisão dos padrões para teste AgBB (2010 para 2015).
- Revisão das exigências da qualidade do ar interna, adicionando 1 ponto para testes de concentração de partículas e fases inorgânicos e 1 ponto para testes de compostos orgânicos voláteis;

5.3.1.5. Impacto da pandemia: LEED O+M

Para realizar esta comparação, foram utilizados documentos datados de julho de 2019 e julho de 2022, mantendo-se o objetivo de identificar a mudança na abordagem dos tópicos e posteriormente, caso a mudança esteja dentro da área de estudo, realizar uma análise micro no tópico atualizado buscando verificar se o documento demonstrou ou não tendência de adequação aos tópicos emergidos no pós-pandemia. Nesta tipologia (O+M) a nota da versão 4.1 (2022) é distribuída de acordo com o disposto na Tabela 16. A nota máxima de 110 pontos e o sistema de classificação se mantém idêntico à tipologia BD+C.

Tabela 16 - Pontuações possíveis para a certificação LEED O+M v4.1

Áreas	Operação e Manutenção
Locação e Transporte	14
Locais Sustentáveis	4
Eficiência hídrica	15
Energia e Atmosfera	35
Materiais e recursos	9
Qualidade ambiental interna	22
Inovação	1

Fonte: GREEN BUILDING COUNCIL (2022).

5.3.1.6. Impacto da pandemia na versão 4.1

Nesta tipologia, foram selecionadas as categorias da certificação que abrangem os pontos de impactos estudados, que são: locais sustentáveis, energia e atmosfera e qualidade ambiental interna para fins comparativos.

LOCAIS SUSTENTÁVEIS

Neste tópico, a seguinte mudança se mostrou presente:

- Atualização de documentações e regulamentos de referência;

ENERGIA E ATMOSFERA

Neste tópico, a seguinte mudança se mostrou presente:

- Atualização de documentações e regulamentos de referência;

QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA

Neste tópico, as seguintes mudanças se mostraram presentes:

- Atualização de documentações e regulamentos de referência;
- Revisão das exigências de qualidade do ar de áreas externas para espaços mecanicamente ventilados;
- Revisão das exigências de tamanho e aberturas mínimas para espaços com ventilação natural;
- Reforço de qualidade da limpeza nas políticas de limpeza sustentável.

5.3.1.7. Conclusão geral LEED

A fim de simplificar, segue comparação entre as tendências de pesquisa identificadas a partir da revisão da literatura e as alterações presentes nas tipologias da certificação LEED apresentadas no Quadro 14.

Quadro 14 – Conclusões gerais sobre o LEED

(continua)

<i>Tendência de pesquisa</i>	<i>LEED BD+C</i>	<i>LEED ID+C</i>	<i>LEED O+M</i>
<i>Qualidade do ar</i>	• <i>Revisão dos requisitos para monitoramento da qualidade do ar em ambientes externos e de grandes proporções</i> • <i>Requisitos residenciais revisados para alinhamento com os requisitos multifamiliares LEED v4.1 para ventilação de combustão e construção resistente ao radônio</i> • <i>Revisão da abordagem de material particulado para os padrões de limpeza de ambiente e concentração de material particulado da ISO 14644-1:2015</i> • <i>Diminuição da concentração limite de formaldeído</i>	• <i>Requisitos residenciais revisados para alinhamento com os requisitos multifamiliares LEED v4.1 para ventilação de combustão e construção resistente ao radônio;</i>	• <i>Revisão das exigências de qualidade do ar de áreas externas para espaços mecanicamente ventilados;</i>
<i>Retenção de material biológico</i>	• <i>Duas novas métricas para medição dos gases de efeito estufa</i> • <i>Exigências mais restritivas quanto aos compostos orgânicos voláteis (VOC)</i> • <i>Adição de limites estabelecidos pelo governo de Hong Kong no que tange à concentração de VOC no Canadá</i> • <i>Revisão das exigências da qualidade do ar interna, adicionando 1 ponto para testes de concentração de partículas e fases inorgânicos e 1 ponto para testes de compostos orgânicos voláteis</i> • <i>Lista de contaminantes VOC atualizada para 12 itens</i>	• <i>Atualização dos requisitos internacionais para emissões de VOC e revisão dos padrões para teste AgBB (2010 para 2015).</i> • <i>Revisão das exigências da qualidade do ar interna, adicionando 1 ponto para testes de concentração de partículas e fases inorgânicos e 1 ponto para testes de compostos orgânicos voláteis;</i>	• <i>Reforço de qualidade da limpeza nas políticas de limpeza sustentável</i>

Quadro 14 – Conclusões gerais sobre o LEED

(conclusão)

<i>Tendência de pesquisa</i>	<i>LEED BD+C</i>	<i>LEED ID+C</i>	<i>LEED O+M</i>
<i>Fluxo de vento</i>	• <i>Atualização das exigências do sistema de ventilação para unidades de saúde</i>	• <i>Adição de condições mínimas de ventilações para construções já existentes baseadas na ASHRAE 62.1-2016.</i>	• <i>Revisão das exigências de tamanho e aberturas mínimas para espaços com ventilação natural;</i>
<i>Eficiência energética</i>	• <i>Aumento da pontuação para empreendimentos que demonstrarem melhoria nos sistemas de iluminação interna e externa, eficiência do equipamento de aquecimento de água e dos equipamentos de HVAC</i> • <i>Criação de incentivos para recompensar um investimento mais significativo em energia renovável</i>	• <i>Aumento dos créditos para otimização de performance energética considerando emissão de gases do efeito estufa;</i> • <i>Criação de incentivos para recompensar um investimento mais significativo em energia renovável.</i>	
<i>Readequações de ambientes</i>	-	-	-
<i>Construção Modular</i>	-	-	-

Fonte: Autores.

Como informado anteriormente, o tema de adequação ao ESG é inerente à criação da certificação e por isso sempre se mostra na vanguarda do tema. Já com relação aos outros temas, ficou evidente que apenas os tópicos de construção modular e readequação de ambientes não se mostraram presentes na certificação, podendo ter como justificativa a não adequação da temática de tendência aos temas tratados no LEED.

A pandemia de COVID-19 não só impactou tendências de pesquisa e áreas de estudo como também o desenvolvimento e adequação das construções às exigências da certificação LEED. A versão 4.1 não só se adaptou aos novos temas que surgiram após o período de pandemia como também facilitou o controle dos requisitos e aumentou a margem de erro para alguns parâmetros, permitindo que àqueles que iniciaram o processo de certificação pré-pandemia pudessem ainda cumprir às exigências do documento (GREEN BUILDING COUNCIL, 2022).

Ao realizar a análise das três tipologias LEED (BD+C, ID+C e O+M) foi possível perceber que a área de eficiência energética e qualidade do ambiente interno foram as áreas que mais sofreram alterações e ajustes, principalmente nos tópicos de circulação de ar em

áreas internas e externas, controle de emissões e manutenção de concentração de VOC, o que valida o impacto pandêmico sobre estes temas.

5.3.2. AQUA HQE

As versões da certificação que foram utilizadas na comparação pré e pós-pandemia, assim como na averiguação dos conceitos sobre os temas que foram evidenciados no pós-pandemia, foram a de 2016 (considerando adendos até 2018) e a versão de 2021.

Ao analisar os requisitos da certificação as 7 tendências de pesquisa foram divididas conforme a categoria que mais as representava (Quadro 15).

Quadro 15 – Categorias da certificação AQUA que se relacionam com as tendências

<i>Categorias</i>		<i>Tendência</i>
13	Qualidade do Ar	Qualidade do Ar
		Retenção de Material Biológico
		Fluxo de Vento
5	Energia	Eficiência Energética
12	Qualidade dos espaços	Readequações de Ambientes
2	Produtos, sistemas e processos construtivos	Construção Modulares
Temas	Meio Ambiente, Saúde e Segurança	Adequação ao ESG

Fonte: Autores.

A décima terceira categoria denominada Qualidade do Ar é a que abrange mais tendências de pesquisa, sendo elas Qualidade do Ar, Retenção de Material Biológico e Fluxo de Vento, esse tópico de avaliação da certificação é subdividido em 4 partes, apresentadas no Quadro 16 e conta com um total de 19 pontos.

Quadro 16 – Certificação AQUA, subitens da categoria da qualidade do ar

<i>Subitem</i>	<i>Descrição</i>
13.1	Controlar as fontes de poluição externas
13.2	Controlar as fontes de poluição internas
13.3	Ventilação
13.4	Medir a qualidade do ar

Fonte: Autores.

Não houve alteração entre as duas versões dos requisitos da certificação, ambas seguem as mesmas denominações e diretrizes baseadas em normas nacionais, tal como a

NBR 15.575-4 que define a área mínima das aberturas, e internacionais, como por exemplo as diretrizes da OMS para concentração de poluentes no ar.

Em suma, a certificação já prevê os parâmetros para a ventilação de modo natural e também a mecanizada, bem como os índices máximos de Compostos orgânicos voláteis totais (COVT) propostas pela Agência Ambiental Federal da Alemanha.

O requisito de Energia conta com 8 subitens, como demonstra o Quadro 17, e 30 possíveis pontos, é o capítulo que passou por mais alterações e diretamente nos parâmetros de eficiência energética, de acordo com o Centro de Tecnologia de Edificações (2022) “[...] entre as novidades mais relevantes, destacasse a exigência de redução mínima de 20% [...] no uso de energia, em comparação a um edifício de referência. [...] Outra alteração impactante é a obrigatoriedade de realizar simulações computacionais [...]”, tais alterações demonstram uma vertente crescente de alinhar a construção com modelagens computacionais. Os parâmetros utilizados na avaliação seguem normas nacionais e internacionais.

Quadro 17 – Certificação AQUA, subitens da categoria de Energia

<i>Subitem</i>	<i>Descrição</i>
4.1	<i>Concepção térmica e estimativa da economia de energia</i>
4.2	<i>Redução do consumo de energia para os sistemas de condicionamento de ar, ventilação e exaustão.</i>
4.3	<i>Energia térmica solar e/ou painéis fotovoltaicos</i>
4.4	<i>Desempenho do sistema para produção de água quente</i>
4.5	<i>Iluminação artificial</i>
4.6	<i>Elevador</i>
4.7	<i>Redução do consumo de energia dos demais equipamentos</i>
4.8	<i>Controle do consumo de energia</i>

Fonte: Autores.

Readequações de ambientes é uma tendência que se encontra na categoria de qualidade dos espaços, sendo subdividida em 4 tópicos, demonstrado no Quadro 18, e contando com 20 pontos, o assunto da tendência é concentrado no tópico Acessibilidade e Adaptabilidade do edifício, que não houve mudança entre as versões da certificação e se concentra em normas brasileiras nas diretrizes de circulação e parametriza que a maior parte dos cômodos devem, de preferência, possuir mobiliário que seja possível a desmontagem e a readequação para novos layouts.

Quadro 18 - Certificação AQUA, subitens da categoria de Acessibilidade e Adaptabilidade do edifício

<i>Subitem</i>	<i>Descrição</i>
12.1	<i>Qualidade sanitária dos espaços</i>
12.2	<i>Equipamento domésticos</i>
12.3	<i>Segurança</i>
12.4	<i>Acessibilidade e adaptabilidade do edifício</i>

Fonte: Autores.

A segunda categoria denominada produtos, sistemas e processos construtivos é subdividida em 6 índices e 18 pontos disponíveis, apresentados no Quadro 19, sendo verificado que também não houveram alterações nas diferentes versões da certificação. Não houve menção direta a construções modulares, mas foram definidos parâmetros de qualidade que devem ser seguidos pelo processo construtivo adotado, de acordo com normas nacionais e internacionais.

Quadro 19 - Certificação AQUA, subitens da categoria de produtos, sistemas e processos construtivos

<i>Subitem</i>	<i>Descrição</i>
2.1	<i>Qualidade técnica dos materiais, produtos e equipamentos utilizados</i>
2.2	<i>Qualidade ambiental dos materiais, produtos e equipamentos utilizados</i>
2.3	<i>Qualidade sanitária dos materiais, produtos e equipamentos utilizados</i>
2.4	<i>Revestimentos de piso (condomínios verticais)</i>
2.5	<i>Revestimentos de piso (casas)</i>
2.6	<i>Escolher fabricantes de produtos e fornecedores de serviços que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva</i>

Fonte: Autores.

O conjunto de padrões ESG é uma tendência que pode ser encontrada esparsa pela certificação em 2 temas diferentes Meio Ambiente e Saúde e Segurança, contabilizando 7 categorias diferentes, sendo presente no âmbito ambiental e social da sigla, mas nada com o objetivo direto do ESG.

Concisamente, a certificação AQUA-HQE™ demonstra-se como certificação completa em todos os itens, tendo parâmetros suficientes para envolver as tendências levantadas no período pós-pandemia, além de possuir em suas atualizações vieses muito parecidos com o que estão sendo esperados em estudos, tal como a exigência de modelos computacionais para determinar a eficiência energética da construção que esteja pleiteando a certificação.

5.3.3. Selo casa azul

Afim de realizar a comparação entre o pré e pós-pandemia dos temas que foram selecionados como se diferenciaram no pós-pandemia foi selecionado uma versão da certificação de 2019 e outra de 2022.

Analisando os requisitos da certificação as 7 tendências de pesquisa foram divididas conforme a categoria que as mais representava, o Quadro 20 apresenta essa separação.

Quadro 20 - Categorias da certificação Selo Casa Azul que se relacionam com as tendências

<i>Categorias</i>	<i>Tendência</i>
<i>2 Subitens de Eficiência Energética e Conforto Ambiental</i>	<i>Qualidade do Ar</i>
	<i>Retenção de Material Biológico</i>
	<i>Fluxo de Vento</i>
<i>Eficiência Energética e Conforto Ambiental</i>	<i>Eficiência Energética</i>
-	<i>Readequações de Ambientes</i>
<i>Produção Sustentável</i>	<i>Construção Modulares</i>
<i>Desenvolvimento Social e Produção Sustentável</i>	<i>Adequação ao ESG</i>

Fonte: Autores.

Considerando a importância da qualidade do ar no âmbito pós covid-19 a certificação apenas possui 2 subitens que se relacionam com a qualidade do ar do ambiente “Desempenho e conforto térmico” e “Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros” há apenas requisitos para ventilação natural com aberturas mínimas, não há nenhuma descrição sobre ventilação mecânica ou índices de poluentes e compostos orgânicos voláteis para determinar a qualidade do ar do ambiente.

Afim de avaliar a eficiência energética de uma construção há uma categoria com 11 itens, demonstrados no Quadro 21, que estipulam parâmetros mínimos que atendem ao requisito da certificação, mas os mesmos não utilizam de normas nacionais e internacionais para fundamentar os valores apresentados. Não há a necessidade de modelos computacionais para aferir a eficiência energética da construção.

Quadro 21 - Certificação Selo Casa Azul, subitens da categoria de eficiência energética

<i>Subitem</i>	<i>Descrição</i>
2.1	<i>Orientação ao sol e estratégias bioclimáticas</i>
2.2	<i>Desempenho e conforto térmico</i>
2.3	<i>Desempenho e conforto lumínico</i>
2.4	<i>Dispositivos economizadores de energia</i>
2.5	<i>Medição individualizada de gás</i>
2.6	<i>Ventilação e iluminação natural de banheiros</i>
2.7	<i>Iluminação natural de áreas comuns</i>
2.8	<i>Sistema de aquecimento solar</i>
2.9	<i>Geração de energia renovável</i>
2.10	<i>Elevadores eficientes</i>
2.11	<i>Gestão de energia</i>

Fonte: Autores.

No Selo Casa Azul não consta nenhum item que indique parâmetros para que ocorra a possibilidade de readequações dos ambientes de uma construção certificada.

Quanto às construções modulares, a certificação apresenta dois itens dentro da categoria Produção Sustentável “Coordenação modular” e “Componentes industrializados ou pré-fabricados” que concedem 7 pontos ao total por adotar esse processo construtivo.

Considerando as políticas de ESG a certificação cita em duas categorias itens sobre responsabilidade social e ambiental da construção, mas não a parâmetros quanto a governança da construção.

Em suma, desde 2009 o Selo Casa Azul passou por 3 revisões e as mudanças variam bastante desde a mudança da aplicação da certificação até a adição e supressão de pré-requisitos e categorias, as novidades mais relevantes realizadas no pós-pandemia foram a criação do nível Diamante, a categoria de Inovação e os subitens que concedem pontos pela adoção do BIM no projeto, atualizações que não impactam diretamente a metodologia Green BIM, porém demonstra os primeiros passos em direção a adoção do BIM.

5.3.4. Comparativo geral da adaptabilidade das certificações às tendências tecnológicas oriundas do período pandêmico

Quando se trata das tendências de estudos evidenciadas no pós-pandemia a certificação Aqua-HQE foi a que mais se mostrou adaptada ao cenário da sustentabilidade na construção atualmente, enquanto que o Selo Casa Azul foi a que se mostrou menos adaptadas à estas, conforme apresentado no Quadro 22.

Quadro 22 - Tabela comparativa de adaptabilidade das certificações às tendências tecnológicas do pós-pandemia.

<i>Tendência de pesquisa</i>	<i>LEED BD+C</i>	<i>LEED ID+C</i>	<i>LEED O+M</i>	<i>Aqua-HQE</i>	<i>Selo Casa Azul</i>
<i>Qualidade do ar</i>	✓	✓	✓	✓	
<i>Retenção de material biológico</i>	✓	✓	✓	✓	
<i>Fluxo de vento</i>	✓	✓	✓	✓	
<i>Eficiência energética</i>	✓	✓		✓	✓
<i>Readequações de ambientes</i>				✓	
<i>Construção modular</i>				✓	✓
<i>Adequação ao ESG</i>	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: Autores.

5.4. ADAPTABILIDADE DO CENÁRIO NACIONAL PARA O FUTURO DO GREEN BIM

Atualmente as 3 certificações de construção sustentável analisadas estão consolidadas em solo nacional, com várias construções já possuindo o selo dessas instituições, segundo os últimos dados de 2022 a certificação AQUA-HQE™ já possui 749 edifícios certificados, cerca de 14,76 milhões de m² (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2022), a LEED possui 1897 projetos certificados (GREEN BUILDING COUNCIL BRAZIL, 2022) e o Selo Casa Azul tem 191 construções certificadas (CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2022).

Todas as 3 ou foram desenvolvidas em solo nacional ou possuíram uma adaptação realizada por instituições que residem em solo brasileiro, sendo então teoricamente totalmente adaptadas para a indústria da construção civil, porém de acordo com análise realizada por Grünberg *et al.* (2014) entre uma comparação realizada através do método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchic Process*, AHP). Na Tabela 17, pode ser observado que o Selo Casa Azul possui a maior nota e é a mais adaptada para a realidade brasileira seguida pela AQUA-HQE™ e mesmo sendo a mais famosa a LEED é a menos compatível com a realidade brasileira.

Quando se trata da utilização de normas e padronização de índices as certificações levam em consideração as normas brasileiras principalmente os requisitos da Norma

Brasileira de Desempenho – NBR 15.575, mas sem deixar os requisitos internacionais de lado (DE CONTO *et al.*, 2017).

Por fim, De Conto *et al.* (2017) descreve que um dos problemas para que as certificações sustentáveis enfrentam em sua popularização é a barreira do conhecimento e planejamento a longo prazo, a falta de uma análise de custo.

Tabela 17 – Resultado da análise hierárquica para as certificações LEED, AQUA e Selo Casa Azul sobre a adaptabilidade a indústria da construção brasileira

	Valores atribuídos			Valores normalizados				Nota nos critérios		
Escala de balizamento	Selo Casa Azul	AQUA	LEED for Holmes	Selo Casa Azul	AQUA	LEED for Holmes	Peso da variável (%)	Selo Casa Azul	AQUA	LEED for Holmes
Porcentagem de critérios reprovados, sendo o maior percentual a pior pontuação.										
Balizamento	0,106	0,088	0,024	1	0,83	0,23	45,7	45,7	37,7	10,3
Categorias e itens	77,8	88,7	67,1	0,88	1	0,76	54,3	47,6	54,3	41,1
Total (Índice de desempenho)							100	93,3	92	51,4

Fonte: Grünberg *et al.* (2014)

6. CONCLUSÕES

As principais tendências tecnológicas advindas do período pós pandemia de COVID-19 são: qualidade do ar, retenção de material biológico, fluxo de vento interno à construção, eficiência energética, readequações de ambientes, construções modulares e adequação do ambiente aos padrões de ESG.

As mais relevantes barreiras para a implementação do Green BIM em larga escala no setor da construção são: falta de profissionais capacitados para lidar com a metodologia, os custos para implantação do software e sua gestão, a falta de uma certificação oficial em territórios ao redor do globo e a falta de integração otimizada entre os softwares BIM, o que impede que a maioria dos trabalhos sejam feitos de maneira ágil, necessitando ocasionalmente de um desenvolvimento sistêmico.

Atualmente o cenário pós pandemia no setor da construção civil exige um olhar mais focado na área da saúde, tanto do trabalhador e do usuário do empreendimento quanto também do ambiente ao seu redor e também aos fluxos de ar em ambientes internos e externos, evitando o acúmulo de materiais orgânicos nocivos à saúde humana. Apenas a certificação LEED (nas tipologias BD+C, ID+C e O+M) e a certificação Aqua-HQE se mostraram adaptadas a este cenário, enquanto a certificação Selo Casa Azul, mesmo sendo a que mais tem adaptabilidade e aplicabilidade em cenário nacional, não se adaptou à nova realidade do período pós pandemia.

Já na data deste documento, os principais problemas encontrados em território nacional para a implementação das certificações de construções sustentável são a falta de popularização do tema, a exigência de mão de obra especializada, planejamento a longo prazo e a falta de uma análise financeira da obra.

E por fim, conclui-se que passado o período pandêmico, espera-se que futuramente a metodologia Green BIM tenha um olhar mais abrangente no que diz respeito ao aproveitamento do empreendimento pelo usuário final, principalmente sob o ponto de vista da saúde deste usuário, com desenvolvimento de tecnologias nas 7 áreas citadas ao início deste tópico.

6.1.SUGESTÃO DE TEMAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Em pesquisas futuras, sugere-se investigar as principais dificuldades encontradas pelos empreendimentos certificados pelo LEED, Aqua-HQE, Selo Casa Azul ou qualquer outra certificação expressiva em território nacional, buscando auxiliar os empreendedores na conquista destas certificações sustentáveis.

Outro tema julgado relevante pelos autores é a comparação de ganhos e impactos efetivos após a aplicação de diversas certificações de edifícios sustentáveis em território nacional através de estudos de caso, buscando estruturar ao final do trabalho uma tabela comparativa entre as certificações analisadas nos estudos de caso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABANDA, F.H. *et al.* A literature review on BIM for cities distributed renewable and interactive energy systems. **International Journal of Urban Sustainable Development**, v. 13, n. 2, p. 214–232, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/19463138.2020.1865971?needAccess=true&role=button>. Acesso em: 20 set. 2022.

AJAYI, S.O. *et al.* Life cycle environmental performance of material specification: a BIM-enhanced comparative assessment. **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**, v. 6, n. 1, p. 14–24, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/2093761X.2015.1006708?needAccess=true&role=button>. Acesso em: 20 set. 2022.

ALWAN, Z. *et al.* Strategic sustainable development in the UK construction industry, through the framework for strategic sustainable development, using building information modelling. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 349–358, 2017. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_592a43761529d79ba51M7c8c10178163171&database=cpx. Acesso em: 20 set. 2022.

AYMAN, R. *et al.* BIM for sustainable project delivery: review paper and future development areas. **Architectural Science Review**, v. 63, n. 1, p. 15–33, 2020. Disponível em: <https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx10de0a3616e36cf1991M66e710178163211&database=cpx>. Acesso em: 20 set. 2022.

AZIZOGLU, B. *et al.* Analyzing the benefits and challenges of building information modelling and life cycle assessment integration. **Communications in Computer and Information Science**, v. 18, p. 161–169, 2020. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_6854586417151213380M5ce910178163146&database=cpx. Acesso em: 20 set. 2022.

BELLO, T. *et al.* A resiliência na indústria da construção durante a crise da covid-19. **Latin American Real Estate Society**, 2021. Disponível em: <https://lares.architexturez.net/system/files/4DR6.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

BISWAS, A. *et al.* The impact of covid-19 in the construction sector and its remedial measures. **Journal of Physics: Conference Series**, 2021. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1797/1/012054/pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

BRANDTNER, M.; VENKRBEC, V. Non-graphical data structure for the purpose of BIM-based life cycle assessment: Methodology for the Czech environment. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 609, n. 1, 2020. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_M2e0a6efc176aa0e3c75M5c4210178163190&database=cpx. Acesso em: 20 set. 2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Guia selo casa azul+**. 2020. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Guia_Selo_Casa_Azul_CAIXA_Junho_2020.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Guia selo casa azul+**. 2022. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/guia-selo-casa-azul-caixa.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo casa azul**: boas práticas para habitação mais sustentável. 2010. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/Selo_Casa_Azul_CAIXA_versao_web.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

CARVALHO, J. P.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Optimising building sustainability assessment using BIM. **Automation in Construction**, v. 102, p. 170–182, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092658051830894X?casa_token=8HQ2LoHarroAAAAA:el3l7THwkk-8cW_p63nZS7dben7gid1vCLTW64iyevf5fRFoQ40geyD3Aw7ypBJAAyOKwLViINY. Acesso em: 20 set. 2022.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Diretrizes de ação**. 2013. Disponível em: http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/Sobre%20CBCS/CBCS_Diretrizes%20de%20Acao_rev1.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. Saiba o que muda com a atualização do AQUA-HQE. 2022. Disponível em: <https://cte.com.br/blog/sustentabilidade/saiba-oque-muda-com-a-atualizacao-do-aqua-hqe/>. Acesso em: 02 dez. 2022.

CHAKAROUN, K. *et al.* Building during a pandemic: disruption and digital transformation in the construction industry. **World Bank Blogs**. 2021. Disponível em: <https://blogs.worldbank.org/developmenttalk/building-during-pandemic-disruption-and-digital-transformation-construction>. Acesso em: 28 set. 2022.

CHICAÍZA BECERRA, L.; GARCÍA MOLIN, M.; URREA, I. L. Economía ou saúde? Uma análise global da pandemia COVID-19. **Revista de Economía Institucional**, v. 23, n. 44, p. 171-194, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18601/01245996.v23n44.08>. Acesso em: 06 jul. 2022.

CHONG, H.; LEE, C.; WANG, X. A mixed review of the adoption of building information modelling (BIM) for sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 4114–4126, 2017. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_M67b0df341591c903b5bM74d010178163171&database=cpx. Acesso em: 20 set. 2022.

CORTES, A. **Qual o valor do INCC em 2022? Confira a tabela completa.** 2022. Disponível em: <https://www.remessaonline.com.br/blog/incc-tabelavalor/#:~:text=Em%20agosto%2C%20o%20INCC%20ficou,de%20acordo%20com%20a%20FGV>. Acesso em: 08 out. 2022.

DE ALMEIDA JÚNIOR, S. *et al.* Covid-19 e a infecção por SARS-CoV-2 em um panorama geral. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 2, p. 3508-3522, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/9101/7732>. Acesso em: 06 jul. 2022.

DE CONTO, V.; DE OLIVEIRA, M. L.; RUPPENTHAL, J. E. Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 12, n. 4, p. 100, 2017. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/2110117480?pqorigsite=gscholar&fromopenview=true>. Acesso em: 11 nov. 2022.

DE LIMA, A. V.; FREITAS, E. A. A pandemia e os impactos na economia brasileira. **Boletim Economia Empírica**, v. 1, n. 4, 2020. Disponível em: <https://portal.idp.emnuvens.com.br/bee/article/download/4773/1873>. Acesso em: 06 jul. 2022.

ECOGRANITO. **Reformas residenciais aumentam durante a pandemia.** 2021. Disponível em: <https://ecogranito.com.br/blog/reformas-residenciais-aumentam-durante-a-pandemia/>. Acesso em: 01 out. 2022.

EDWARDS, R. E. *et al.* Sustainability-led design: feasibility of incorporating whole-life cycle energy assessment into BIM for refurbishment projects. **Journal of Building Engineering**, v. 24, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710218305278?casa_token=Zu8E98PnZoAAAAA:aM3cMfSlcy4_40ATv4lGvTO9H7XQvUUYfx-EbhW_RY_xchXXASWkjiERVvMna2i_ZiEG39tbhdE. Acesso em: 08 out. 2022.

EL SAYARY, S.; OMAR, O. Designing a BIM energy-consumption template to calculate and achieve a net-zero-energy house. **Solar Energy**, v. 216, p. 315–320, 2021. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_M2d94f8ed177ab8097b8M645310178163190&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

FAN, Y. *et al.* SARS-CoV-2 omicron variant: recent progress and future perspectives. **Signal Transduction and Targeted Therapy**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41392-022-00997-x>. Acesso em: 08 out. 2022.

FERREIRA, R. K. T. **Análise dos impactos da operação lava jato no setor da construção civil.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6284/2/impactoslavajatoconstrucao.pdf>. Acesso em: 08 out. 2022.

FREITAS, A. R. R.; NAPIMOGA, M.; DONALISIO, M. R. Análise da gravidade da pandemia de covid-19. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 29, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/ress/2020.v29n2/e2020119/pt>. Acesso em: 06 jul. 2022.

FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY. **Edifícios residenciais em construção**. 2021. Disponível em: https://vanzolini.org.br/wp-content/uploads/2021/07/RT_AQUA-HQE-Edificios_residenciais-2016-ad2018-08-03.pdf. Acesso em: 11 nov. 2022.

FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY. **Guia prático do referencial de avaliação da qualidade ambiental do edifício**. 2016. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/wp-content/uploads/2021/07/GP-AQUA-HQE-NR-QAE-emConstrucao-ad-2018-08-03.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY. **Referencial técnico de certificação AQUA-HQE™**. 2014. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/wp-content/uploads/2021/07/RT-SGE-14-03.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

FUNDAÇÃO VANZOLINI; CERWAY. **Regras de certificação AQUA-HQE™ certificado pela fundação Vanzolini e Cerway para edifícios em construção**. 2014. Disponível em: https://vanzolini.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Regras_de_certificacao.pdf. Acesso em: 11 nov. 2022.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 183–184, 2014. Disponível em: https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/ress/v23n1/2237-9622-ress-23-01-00183.pdf. Acesso em: 11 nov. 2022.

GREEN BUILDINGS. **Lighting Simulation**. 2022. Disponível em: <https://www.greenbuildingfactory.com/en/capabilities/lighting-simulation>. Acesso em: 11 out. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial de construções sustentáveis certificadas pela ferramenta internacional LEED**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/brasil-ocupa-o-4o-lugar-no-ranking-mundial-deconstruco-es-sustentaveis-certificadas-pela-ferramenta-internacional-leed/>. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Compreenda o LEED**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Conheça a certificação LEED**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Empreendimentos LEED**. 2018. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/empreendimentos/>. Acesso em: 02 dez. 2022

GREEN BUILDING COUNCIL. **Guidance for LEED O+M certification and recertification projects affected by covid-19**. 2022. Disponível em: https://www.usgbc.org/sites/default/files/2022-05/COVID19%20O%2BM%20GuidanceMay2022_0.pdf . Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 for building design and construction – current version**. 2019. Disponível em: <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-current-version>. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 for building operations and maintenance**. 2018. Disponível em: https://build.usgbc.org/l/413862/2019-01-17/nf5p1t/413862/152984/LEED_v4_EBOM.pdf. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 for interior design and construction**. 2019. Disponível em: https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20IDC_07.25.19_current.pdf. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4 para projeto e construção de edifícios**. 2014. Disponível em: https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20IDC_07.25.19_current.pdf. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4.1 building design and construction**. 2022. Disponível em: https://dcqpo543i2ro6.cloudfront.net/sites/default/files/file_downloads/LEED_v4.1_BD_C_Beta_Guide_1_22_19___with_requirements_final.pdf. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4.1 for building operations and maintenance**. 2021. Disponível em: https://dcqpo543i2ro6.cloudfront.net/sites/default/files/file_downloads/LEED%20v4.1%20O%2BM%20Guide.pdf. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4.1 for interior design and construction**. 2022. Disponível em: https://dcqpo543i2ro6.cloudfront.net/sites/default/files/file_downloads/LEED_v4.1_ID_C_Beta_Guide_1_22_19___with_requirements_final.pdf. Acesso em: 02 dez. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL. **What's new in LEED: LEED v4.1**. 2018. Disponível em: <https://www.usgbc.org/articles/whats-new-leed-leed-v41>. Acesso em: 02 dez. 2022.

GRÜNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for homes, processo aqua e selo casa azul. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 195-214, 2014. Disponível em: <https://www.scie>

lo.br/j/asoc/a/bFHJBYdDxsHcGyKRxmxJyxt/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 08 out. 2022.

GUSTA, S. Challenges for development of construction industry in conditions of coronavirus (covid-19) pandemic in Latvia. **Engineering for Rural Development**, v. 21, p. 978–986, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF319>. Acesso em: 08 out. 2022.

HONIC, M. *et al.* Material passports for the end-of-life stage of buildings: challenges and potentials. **Journal of Cleaner Production**, v. 319, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621029012>. Acesso em: 08 out. 2022.

JOHNS HOPKINS UNIVERSITY CSSE COVID-19 DATA, 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/>. Acesso em: 15 set. 2022.

KAEWUNRUEN, S.; RUNGSKUNROCH, P.; WELSH, J. A digital-twin evaluation of net zero energy building for existing buildings. **Sustainability**, v. 11, n. 1, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/1/159/pdf?version=1546071796>. Acesso em: 08 out. 2022.

KHAHRO, S.H. *et al.* Optimizing energy use, cost and carbon emission through building information modelling and a sustainability approach: a case-study of a hospital building. **Sustainability**, v. 13, n. 7, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/7/3675/pdf?version=1616694565>. Acesso em: 08 out. 2022.

LUO, H. *et al.* Ultra-rapid delivery of specialty field hospitals to combat covid-19: lessons learned from the Leishenshan Hospital project in Wuhan. **Automation in Construction**, v. 119, 2020. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_17a6cc4c1734dcc6bccM6a0e10178163190&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

MARINELLI, M. Emergency healthcare facilities: managing design in a post covid-19 world. **IEEE Engineering Management Review**, v. 48, n. 4, p. 65–71, 2020. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_M48097b871754235696cM7f0410178163190&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

MARZI, L.; AMINI, S. Methodologies for the design of university teaching spaces in covid/19 regime: a BIM oriented approach, defined for the case study of the buildings of the Department of Architecture of the University of Florence (DiDA). **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 297, p. 44–52, 2022. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_M5f329e621837b591894M68881017816355&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

MATTEI, L.; HEINEN, V. L. Impactos da crise da covid-19 no mercado de trabalho brasileiro. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 40, p. 647-668, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/8snSbBwVqmYgd5pZVQ5Vhkn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 out. 2022.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Reinventing Construction: a route to a higher productivity. 2017. Disponível em: <http://dl.n.jaipuria.ac.in:8080/jspui/bitstream/123456789/2898/1/MGI-Reinventing-Construction-Full-report.pdf>. Acesso em: 08 out. 2022.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Maior base de dados científicos do mundo estará no portal de periódicos**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pronatec/oferta-voluntaria/180-estudantes-108009469/pos-graduacao-500454045/8245-sp-1678748188>. Acesso em: 25 set. 2022.

MISHRA, P. *et al.* Global impacts of pre-and post-covid-19 pandemic: Focus on socio-economic consequences. **Sensors International**, v. 1, p. 142, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666351120300425>. Acesso em: 25 set. 2022.

NA, Z. *et al.* Application of BIM in green building materials management. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1986, n. 1, 2021. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1986/1/012024/pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

OBRECHT, T. P. *et al.* The challenge of integrating life cycle assessment in the building design process: a systematic literature review of BIM-LCA workflows. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 588, n. 3, 2020. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_5afc246176862febe6M7d4510178163190&database=cpx. Acesso em: 25 set. 2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **OMS afirma que covid-19 é agora caracterizada como pandemia**. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/news/11-3-2020-who-characterizes-covid-19-pandemic>. Acesso em: 26 set. 2022.

ORTEGA, L. *et al.* Integration of durability data of construction elements within a BIM-based environment: current topics and trends on durability of building materials and components - proceedings of the 15th international conference on durability of building materials and components. **DBMC 2020**, p. 1687–1694, 2020. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_M654db08517f8919715bM623e1017816328&database=cpx. Acesso em: 26 set. 2022.

OTI, A. H.; TIZANI, W. BIM extension for the sustainability appraisal of conceptual steel design. **Advanced Engineering Informatics**, v. 29, n. 1, p. 28–46, 2015. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_2e511c8214db4bb3408M5cb610178163171&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

PAVÓN, R. M.; ALVAREZ, A. A. A.; ALBERTI, M. G. Possibilities of BIM-fm for the management of covid in public buildings. **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 1–21, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/9974/pdf?version=1606804263>. Acesso em: 08 out. 2022.

PENTTILÄ, H. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 11, n. 29, p. 395-408, 2006. Disponível em: https://itcon.org/papers/2006_29.content.02253.pdf. Acesso em: 08 out. 2022.

PEREIRA, L. L.; DE AZEVEDO, B. F. O impacto da pandemia na construção civil. **Boletim do Gerenciamento**, v. 20, n. 20, p. 71-80, 2020. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/519/326>. Acesso em: 08 out. 2022.

PINHEIRO, Se. *et al.* MVD based information exchange between BIM and building energy performance simulation. **Automation in Construction**, v. 90, p. 91–103, 2018. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_M3cf2c942161f6b52330M79801017816339&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

PRADO, M. F. *et al.* Análise da subnotificação de covid-19 no Brasil. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 32, p. 224-228, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbti/a/XHwNB9R4xhLTqpLxqXJ6dMx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 out. 2022.

PUKO, Z. *et al.* Energy and cost analysis of building envelope components using BIM: a systematic approach. **Energies**, v. 13, n. 10, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/10/2643/pdf?version=1590412655>. Acesso em: 08 out. 2022.

QU, J.; CAO, B.; RONG-CHANG, C. Respiratory virus and covid-19. **COVID-19, The Essentials of Prevention and Treatment**, p. 1-6, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7597969/>. Acesso em: 06 jul. 2022.

REED, C. *et al.* Novel framework for assessing epidemiologic effects of influenza epidemics and pandemics. **Emerging infectious diseases**, v. 19, n. 1, p. 85, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3557974/>. Acesso em: 06 jul. 2022.

RODRIGUEZ-MORALES, A. J. *et al.* Covid-19 in Latin America: the implications of the first confirmed case in Brazil. **Travel medicine and infectious disease**, v. 35, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7129040/>. Acesso em: 06 jul. 2022.

SHI, X.; WANG, L. L. Distribution technique of green material list for high-rise building engineering in BIM technology. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2022, 2022. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_M4fe9a7f1825aa7608bM59c41017816355&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

SLOTTERDIJK, P. O regresso à frivolidade não vai ser fácil. **El País**, 2020. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/ideas/2020-05-09/peter-sloterdijk-o-regresso-a-frivolidade-nao-vai-ser-facil.html>. Acesso em: 27 set. 2022.

SOUST-VERDAGUER, B.; LLATAS, C.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. Critical review of bim-based LCA method to buildings. **Energy and Buildings**, v. 136, p. 110–120, 2017. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_205b31511591ce9cfb2M6dde10178163171&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

SOUZA, J. P. G. *et al.* Os desafios encontrados na construção civil durante o isolamento de prevenção ao covid-19 em 2020. **Anais da Jornada Acadêmica das Engenharias**, v. 1, n. 1, p. 20-20, 2020. Disponível em: <https://periodicos.univale.br/index.php/jae/article/view/61/58>. Acesso em: 08 out. 2022.

SRINIVASAN, J. *et al.* From paper to the cloud: improving building control through e-permitting. **World Bank Group**. 2020. Disponível em: <https://policycommons.net/artifacts/1261520/from-paper-to-the-cloud/1833892/>. Acesso em: 08 out. 2022.

TAHMASEBINIA, F. *et al.* Using regression model to develop green building energy simulation by BIM tools. **Sustainability**, v. 14, n. 10, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/10/6262/pdf?version=1653296407>. Acesso em: 08 out. 2022.

TWOPLUS SOFT. **Rwind**: digital wind tunnel. Disponível em: <https://www.twoplussoft.com/content/7647/rwind-digital-wind-tunnel->. Acesso em: 10 out. 2022.

WONG, J. K. W.; ZHOU, J. Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: a review. **Automation in construction**, v. 57, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580515001211?casa_token=s--cPsBqNBcAAAAA:HYyxMsEOgXAnTumldX6tAo8VBIVM85hpw4-NYGYt6J_MGAWB6k_sjbQMIMTZCyV97vYfGNNaw2Lw. Acesso em: 10 out. 2022.

WORLD BANK GROUP. **Brazil poverty and equity assessment: looking ahead of two crises**. 2022. Disponível em: <https://elibrary.worldbank.org/doi/epdf/10.1596/37657>. Acesso em: 10 out. 2022.

WORLD TOURISM ORGANIZATION. **International Tourism Highlights**. 2019. Disponível em: <https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284421152>. Acesso em: 10 out. 2022.

XINHUA. China highlights occupational health protection for construction workers amid epidemic. **National Health Commission of the People's Republic of China**, 2020. Disponível em: http://en.nhc.gov.cn/2020-05/18/c_80244.htm. Acesso em: 30 set. 2022.

YANG, Z.; GHAHRAMANI, A.; BECERIK-GERBER, B.. Building occupancy diversity and HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) system energy efficiency. **Energy**, 2016, v. 109, p. 641–649. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_c7e7ce31566b115256M683f10178163171&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

ZANNI, M.; SOETANTO, R.; RUIKAR, K. Towards a BIM-enabled sustainable building design process: roles, responsibilities, and requirements. **Architectural Engineering and Design Management**, 2017, v. 13, p. 101–129. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_M1632849e156b7d500e2M7e7610178163171&database=cpx. Acesso em: 08 out. 2022.

APÊNDICE A

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
1	3D insolation colour rendering for photovoltaic potential: Evaluation on equatorial residential building envelope	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,43
2	7D BIM for sustainability assessment in design processes: A case study of design of alternatives in severe climate and heavy use conditions	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,49
3	A 6D CAD model for the automatic assessment of building sustainability	2014	0,30	4056196,00	0,06	0,02	9,33	0,60	87,11	0,09	0,06	45,00	0,10	2025,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,06	0,09	0,61
4	A building energy simulation methodology to validate energy balance and comfort in zero energy buildings	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,49
5	A building information model (BIM) and artificial neural network (ANN) based system for personal thermal comfort evaluation and energy efficient design of interior space	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,29	0,60	39,51	0,06	0,04	22,00	0,10	484,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,46
6	A combination of spectroscopic and molecular docking techniques to study interaction of bis(indolyl)methane with bovine milk α -casein	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,01
7	A combined scientometric and conventional literature review to grasp the entire BIM knowledge and its integration with energy simulation	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,20	0,60	51,84	0,07	0,04	34,00	0,10	1156,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,52
8	A comparative study of hyperfine interactions in Aurivillius compounds prepared by mechanical activation and solid-state sintering	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,01
9	A digital-twin evaluation of Net Zero Energy Building for existing buildings	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,73	0,60	76,17	0,09	0,05	55,00	0,10	3025,00	0,07	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,09	0,60
10	A framework for an intelligent and personalized fire evacuation management system	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	3,00	0,60	9,00	0,03	0,02	19,00	0,10	361,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,07	0,24
11	A framework for integrating BIM and IoT through open standards	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	128,00	0,10	16384,00	0,15	0,02	0,00	0,03	0,00	0,04	0,07	0,59

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
12	A framework for the utilization of Building Management System data in building information models for building design and operation	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	7,33	0,60	53,78	0,07	0,04	64,00	0,10	4096,00	0,08	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,55
13	A Hierarchy of Architectural Design Elements for Energy Saving of Tower Buildings in Korea Using Green BIM Simulation	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	3,00	0,60	9,00	0,03	0,02	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,24
14	A meta-model approach for formal specification and consistent management of multi-LOD building models	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	3,33	0,60	11,11	0,03	0,02	27,00	0,10	729,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,07	0,27
15	A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	7,60	0,60	57,76	0,08	0,05	209,00	0,10	43681,00	0,25	0,03	0,00	0,02	0,00	0,05	0,07	0,71
16	A New Transitively Closed Undirected Graph Authentication Scheme for Blockchain-Based Identity Management Systems	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	1,67	0,60	2,78	0,02	0,01	52,00	0,10	2704,00	0,06	0,01	0,00	0,06	0,00	0,01	0,07	0,16
17	A performance evaluation of the bim-based object-oriented physical modeling technique for building thermal simulations: A comparative case study	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	7,91	0,60	62,55	0,08	0,05	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,53
18	A process to divide curved walls in IFC-BIM into segmented straight walls for building energy analysis	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	9,00	0,60	81,00	0,09	0,05	14,00	0,10	196,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,58
19	A proposal for energy efficient design: An IFC based design decision system and its application	2013	0,30	4052169,00	0,06	0,02	7,63	0,60	58,14	0,08	0,05	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,52
20	A review of energy simulation tools for the manufacturing sector	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	5,86	0,60	34,31	0,06	0,03	73,00	0,10	5329,00	0,09	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,47
22	A semantic and social approach for real-time green building rating in BIM-based design	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,00	0,60	64,00	0,08	0,05	12,00	0,10	144,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,54
22	A study of energy simulation integrated process by automated extraction module of the BIM geometry module	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,49
23	A study on the bim application of green building certification system	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	10,00	0,60	100,00	0,10	0,06	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,10	0,60
24	A study on the LEED energy simulation process using BIM	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	9,25	0,60	85,56	0,09	0,05	28,00	0,10	784,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,60

Clas si fi ca çã o	Publicações	Ano de publica ção	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relev ância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
25	A study on the model of a building-envelope structural modification system to increase energy efficiency at the schematic design stage	2013	0,30	4052169,00	0,06	0,02	6,33	0,60	40,11	0,06	0,04	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,45
26	A thermodynamical, electrochemical and surface investigation of Bis (indolyl) methanes as Green corrosion inhibitors for mild steel in 1 M hydrochloric acid solution	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	22,00	0,10	484,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,04
27	A two-stage building information modeling based building design method to improve lighting environment and increase energy efficiency	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,49
28	Achieving a trade-off construction solution using BIM, an optimization algorithm, and a multi-criteria decision-making method	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,33	0,60	40,11	0,06	0,04	9,00	0,10	81,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,46
29	Achieving the net-zero-energy-buildings "2020 and 2030 Targets" with the support of parametric 3-D and 4-D bim design tools	2012	0,30	4048144,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,49
30	Alternative energy solutions using BIPV in apartment buildings of developing countries: A case study of North Cyprus	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	6,18	0,60	38,21	0,06	0,04	12,00	0,10	144,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,45
31	An Advanced Process of Condensation Performance Evaluation by BIM Application	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,49
32	An algorithm to translate building topology in building information modeling into object-oriented physical modeling-based building energy modeling	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	4,80	0,60	23,04	0,05	0,03	15,00	0,10	225,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,37
33	An analysis of BIM web service requirements and design to support energy efficient building lifecycle	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	4,67	0,60	21,78	0,05	0,03	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,35
34	An assisted workflow for the early design of nearly zero emission healthcare buildings	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	8,11	0,60	65,79	0,08	0,05	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,54
35	An auto-deployed model-based fault detection and diagnosis approach for Air Handling Units using BIM and Modelica	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	4,40	0,60	19,36	0,04	0,03	22,00	0,10	484,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,34
36	An automated IFC-based workflow for building energy performance simulation with Modelica	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	8,67	0,60	75,11	0,09	0,05	47,00	0,10	2209,00	0,06	0,01	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,59

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
37	An automated IoT visualization BIM platform for decision support in facilities management	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	4,67	0,60	21,78	0,05	0,03	40,00	0,10	1600,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,37
38	An empirical survey of the perceived benefits of executing BIM and sustainability practices in the built environment	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,86	0,60	47,02	0,07	0,04	35,00	0,10	1225,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,50
39	An IFC interoperability framework for self-inspection process in buildings	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	4,86	0,60	23,59	0,05	0,03	16,00	0,10	256,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,37
40	Analysis of the operation of an aerothermal heat pump in a residential building using building information modelling	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	8,11	0,60	65,79	0,08	0,05	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,54
41	Application of nD BIM Integrated Knowledge-based Building Management System (BIM-IKBMS) for inspecting post-construction energy efficiency	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	9,60	0,60	92,16	0,09	0,06	72,00	0,10	5184,00	0,09	0,01	0,00	0,03	0,00	0,06	0,09	0,64
42	Applications of building information modeling in electrical systems design	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	3,91	0,60	15,28	0,04	0,02	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,08	0,30
43	Approaches to classifying building innovations while implementing information modeling and project management	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	3,50	0,60	12,25	0,03	0,02	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,27
44	Architectural and management strategies for the design, construction and operation of energy efficient and intelligent primary care centers in Chile	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,73	0,60	45,34	0,07	0,04	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,47
45	Are current design processes and policies delivering comfortable low carbon buildings?	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	24,00	0,10	576,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,50
46	Assessing embodied energy and greenhouse gas emissions in infrastructure projects	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	5,33	0,60	28,44	0,05	0,03	17,00	0,10	289,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,40
47	Assessing environmental impact indicators in road construction projects in developing countries	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	8,00	0,60	64,00	0,08	0,05	34,00	0,10	1156,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,56
48	Assessing the needs and gaps of building information technologies for energy retrofit of historic buildings in the Korean context	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	6,50	0,60	42,25	0,06	0,04	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,46
49	Assessment of energy utilization and leakages in buildings with building information model energy	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	21,00	0,10	441,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,44

Clas si fi ca çã o	Publicações	Ano de publica ção	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relev ância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
50	Assigning robust default values in building performance simulation software for improved decision-making in the initial stages of building design	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	7,67	0,60	58,78	0,08	0,05	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,52
51	Attributes of design for construction waste minimization: A case study of waste-to-energy project	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	5,67	0,60	32,11	0,06	0,03	38,00	0,10	1444,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,08	0,44
52	Automated and Optimized Sensor Deployment using Building Models and Electromagnetic Simulation	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	2,71	0,60	7,37	0,03	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,21
53	Automated Conversion of Building Information Modeling (BIM) Geometry Data for Window Thermal Performance Simulation	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	3,00	0,60	9,00	0,03	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,24
54	Automated grey box model implementation using BIM and Modelica	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,60	0,60	57,76	0,08	0,05	17,00	0,10	289,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,52
55	Automated HVAC Control Creation Based on Building Information Modeling (BIM): Ventilation System	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	9,00	0,60	81,00	0,09	0,05	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,58
56	Automatic 3-D Reconstruction of Indoor Environment with Mobile Laser Scanning Point Clouds	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	27,00	0,10	729,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,04
57	Automatic generation of second-level space boundary topology from IFC geometry inputs	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	3,67	0,60	13,44	0,04	0,02	36,00	0,10	1296,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,07	0,30
58	Automation in civil engineering design in assessing building energy efficiency	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	6,20	0,60	38,44	0,06	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,44
59	Barriers to the integration of BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	6,67	0,60	44,44	0,07	0,04	90,00	0,10	8100,00	0,11	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,54
60	Beacons and BIM models for indoor guidance and location	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	4,00	0,60	16,00	0,04	0,02	28,00	0,10	784,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,08	0,32
61	Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	4,20	0,60	17,64	0,04	0,02	89,00	0,10	7921,00	0,11	0,01	0,00	0,05	0,00	0,03	0,07	0,37
62	Bibliometric maps of BIM and BIM in universities: A comparative analysis	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	4,60	0,60	21,16	0,05	0,03	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,35

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
63	Bim and genetic algorithm optimisation for sustainable building envelope design	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	7,20	0,60	51,84	0,07	0,04	19,00	0,10	361,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,51
64	Bim and parametric design applications for buildings' energy efficiency: An analysis of practical applications, Aplicações de bim e design paramétrico para eficiência energética das edificações: Uma análise de aplicações práticas	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,49
65	BIM application to building energy performance visualisation and managementChallenges and potential	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	125,00	0,10	15625,00	0,15	0,02	0,00	0,03	0,00	0,04	0,08	0,59
66	BIM bamboo: A digital design framework for bamboo culms	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	3,67	0,60	13,44	0,04	0,02	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,08	0,29
67	BIM extension for the sustainability appraisal of conceptual steel design	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	9,11	0,60	83,01	0,09	0,05	64,00	0,10	4096,00	0,08	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,09	0,62
68	BIM Investment, Returns, and Risks in China's AEC Industries	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	5,50	0,60	30,25	0,05	0,03	76,00	0,10	5776,00	0,09	0,01	0,00	0,04	0,00	0,03	0,07	0,45
69	BIM performance framework for the maintenance and refurbishment of housing stock	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	6,40	0,60	40,96	0,06	0,04	22,00	0,10	484,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,47
70	Bim: Promises and reality	2014	0,30	4056196,00	0,06	0,02	6,80	0,60	46,24	0,07	0,04	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,48
71	BIM2BEM integrated approach: Examining status of the adoption of building information modelling and building energy models in Egyptian architectural firms	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	8,00	0,60	64,00	0,08	0,05	21,00	0,10	441,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,55
72	BIM-based carbon dioxide emission quantity assessment method in Korea	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	10,00	0,60	100,00	0,10	0,06	17,00	0,10	289,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,10	0,61
73	BIM-based computer-aided architectural design	2013	0,30	4052169,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	16,00	0,10	256,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,44
74	BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,50	0,60	42,25	0,06	0,04	43,00	0,10	1849,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,49
75	BIM-based parametric design methodology for modernized Korean traditional buildings	2011	0,30	4044121,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	21,00	0,10	441,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,44
76	BIM-embedded life cycle carbon assessment of RC buildings using optimised structural design alternatives	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	9,00	0,60	81,00	0,09	0,05	48,00	0,10	2304,00	0,06	0,01	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,61
77	BIM-Integration of solar thermal systems in early housing design	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,49

Clas si fi ca çã o	Publicações	Ano de publica ção	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relev ânci a	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citaçõe s	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij- Vj+)^2	Si+	Σ(Vij- Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
78798081828384858687888990	BIM-linked data integration for asset management	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	5,33	0,60	28,44	0,05	0,03	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,40
	BIM-oriented data mining for thermal performance of prefabricated buildings	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,51	0,60	42,37	0,06	0,04	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,47
	Binding of anti-apoptotic Bcl-2 with different BH3 peptides: A molecular dynamics study	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00
	Biomimetic Z-scheme photocatalyst with a tandem solid-state electron flow catalyzing H2 evolution	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	137,00	0,10	18769,00	0,17	0,02	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,21
	Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	5,50	0,60	30,25	0,05	0,03	181,00	0,10	32761,00	0,22	0,02	0,00	0,03	0,00	0,04	0,07	0,55
	BPOpt: A framework for BIM-based performance optimization	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	6,56	0,60	42,98	0,06	0,04	123,00	0,10	15129,00	0,15	0,01	0,00	0,03	0,00	0,04	0,07	0,56
	Building "with the systems" vs. building "in the system" of IMS open technology of prefabricated construction: Challenges for new "infill" industry for massive housing retrofitting	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	5,33	0,60	28,44	0,05	0,03	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,40
	Building information management (BIM) and blockchain (BC) for sustainable building design information management framework	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	5,33	0,60	28,44	0,05	0,03	34,00	0,10	1156,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,41
	Building information modelling (Bim) for estimation of heat flux from streetscape material	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	5,00	0,60	25,00	0,05	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,37
	Building information modelling for smart built environments	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	5,82	0,60	33,91	0,06	0,03	59,00	0,10	3481,00	0,07	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,46
	Building occupancy diversity and HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) system energy efficiency	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	9,00	0,60	81,00	0,09	0,05	73,00	0,10	5329,00	0,09	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,09	0,63
	Building performance information and graphs approach for the design of floor plans, Informação de desempenho de um edifício e gráficos de abordagem na concepção de projetos	2014	0,30	4056196,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,43
	Carbon footprint estimation tool for residential buildings for non-specialized users: OERCO2 project	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	8,91	0,60	79,44	0,09	0,05	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,57

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
91	Case study of carbon emissions from a building's life cycle based on BIM and Ecotect	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	9,00	0,60	81,00	0,09	0,05	25,00	0,10	625,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,59
92	Changing building user attitude and organisational policy towards sustainable resource use in healthcare	2013	0,30	4052169,00	0,06	0,02	5,17	0,60	26,75	0,05	0,03	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,39
93	Closing the gap in building performance: Learning from BIM benchmark industries	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	8,20	0,60	67,24	0,08	0,05	32,00	0,10	1024,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,56
94	Convergence Research Directions in Cognitive Sensor Networks for Elderly Housing Design	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,01
95	Coordinating multi-site construction projects using federated clouds	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	18,00	0,10	324,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,44
96	Critical review of bim-based LCA method to buildings	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	8,91	0,60	79,37	0,09	0,05	233,00	0,10	54289,00	0,28	0,03	0,00	0,01	0,00	0,06	0,07	0,81
97	Critical success factors for facility management employer's information requirements (EIR) for BIM	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	4,00	0,60	16,00	0,04	0,02	20,00	0,10	400,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,08	0,31
98	Critical success factors for implementing building information modeling and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,29	0,60	68,75	0,08	0,05	43,00	0,10	1849,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,57
99	Data-driven design as a vehicle for BIM and sustainability education	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	3,29	0,60	10,80	0,03	0,02	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,26
100	Defining the sustainable building design process: Methods for BIM execution planning in the UK	2014	0,30	4056196,00	0,06	0,02	7,86	0,60	61,73	0,08	0,05	32,00	0,10	1024,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,55
101	Design study on green sports building based on BIM	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	6,33	0,60	40,11	0,06	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,45
102	Desired points at minimum cost in the "Optimize Energy Performance" credit of leed certification	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	9,00	0,60	81,00	0,09	0,05	19,00	0,10	361,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,58
103	Developing organizational capabilities to deliver lean and green project outcomes using BIM	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	19,00	0,10	361,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,44

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
104	Development of A BIM-based maintenance decision-making framework for the optimization between energy efficiency and investment costs	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	8,43	0,60	71,04	0,08	0,05	18,00	0,10	324,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,56
105	Development of a Building Information Modeling-parametric work flow based renovation strategy for an exemplary apartment building in Seoul, Korea	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	7,88	0,60	62,02	0,08	0,05	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,53
106	Development of a carbon emissions analysis framework using building information modeling and life cycle assessment for the construction of hospital projects	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,91	0,60	47,76	0,07	0,04	31,00	0,10	961,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,50
107	Development of an IFC-based IDF converter for supporting energy performance assessment in the early design phase	2012	0,30	4048144,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	18,00	0,10	324,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,44
108	Development of intelligent prefabs using IoT technology to improve the performance of prefabricated construction projects	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	4,00	0,60	16,00	0,04	0,02	25,00	0,10	625,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,08	0,32
109	Digital buildings - Challenges and opportunities	2011	0,30	4044121,00	0,06	0,02	10,00	0,60	100,00	0,10	0,06	67,00	0,10	4489,00	0,08	0,01	0,00	0,03	0,00	0,06	0,09	0,65
110	Digital twin aided sustainability-based lifecycle management for railway turnout systems	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,11	0,60	50,57	0,07	0,04	81,00	0,10	6561,00	0,10	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,55
111	Digital twin for sustainability evaluation of railway station buildings	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	3,67	0,60	13,44	0,04	0,02	38,00	0,10	1444,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,07	0,30
112	Disassembly and deconstruction analytics system (D-DAS) for construction in a circular economy	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,02	0,60	64,38	0,08	0,05	56,00	0,10	3136,00	0,07	0,01	0,00	0,04	0,00	0,05	0,08	0,57
113	d-Poly(e-caprolactone) (530)/siloxane biohybrid films doped with protic ionic liquids	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00
114	Driving lean and green project outcomes using BIM: A qualitative comparative analysis	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	6,20	0,60	38,44	0,06	0,04	48,00	0,10	2304,00	0,06	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,47
115	Drying bacterial biosaline patterns capable of vital reanimation upon rehydration: Novel hibernating biomineralogical life formations	2014	0,30	4056196,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00

Clas si fi ca çã o	Publicações	Ano de publica ção	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relev ânci a	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citaçõe s	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
1 1 6 1 1 7 1 8 8 1 9 2 0 1 2 1 1 2 2 3 1 2 4 1 5 1 2 6 1 2 7	Enabling the diffusion of sustainable product innovations in BIM library platforms	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,49
	Energy efficient improvement of an office building model	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	4,40	0,60	19,36	0,04	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,33
	Energy-efficient window retrofit for high-rise residential buildings in different climatic zones of China	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	9,25	0,60	85,56	0,09	0,05	16,00	0,10	256,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,59
	Engagement of facilities management in design stage through BIM: Framework and a case study	2013	0,30	4052169,00	0,06	0,02	3,00	0,60	9,00	0,03	0,02	121,00	0,10	14641,00	0,15	0,01	0,00	0,05	0,00	0,02	0,07	0,32
	Enhancing decision making processes in early design stages: Opportunities of bim to achieve energy efficient design solutions	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	3,00	0,60	9,00	0,03	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,24
	Enhancing validity of green building information modeling with artificial-neural-network-supervised learning —taking construction of adaptive building envelope based on daylight simulation as an example	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	4,50	0,60	20,25	0,04	0,03	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,34
	Environmental impact assessment of Pinaceae airborne pollen and green infrastructure using BIM	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	7,67	0,60	58,78	0,08	0,05	22,00	0,10	484,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,53
	Evaluating social housing retrofit options to support clients' decision Making-SIMPLER BIM protocol	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,70	0,60	75,69	0,09	0,05	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,56
	Evaluating sustainability of architectural designs using building information modeling	2010	0,30	4040100,00	0,06	0,02	7,50	0,60	56,25	0,07	0,04	40,00	0,10	1600,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,54
	Evaluation of energy consumption by using building information modelling (BIM)	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,20	0,60	38,44	0,06	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,44
	Examining the relationship between building information modelling (BIM) and Green Star	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	4,00	0,60	16,00	0,04	0,02	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,08	0,31
	Experimental envelopes and their integration in the Building Information Modeling energy simulation process	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	6,43	0,60	41,33	0,06	0,04	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,46

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
128	Framework for sustainable low-income housing projects using building information modeling	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	8,90	0,60	79,21	0,09	0,05	15,00	0,10	225,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,57
129	Generalized vision-based detection, identification and pose estimation of lamps for BIM integration	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	5,00	0,60	25,00	0,05	0,03	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,37
130	Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): surveying, preservation, site intervention—the Basilica di Collemaggio (L'Aquila)	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	4,24	0,60	18,02	0,04	0,03	66,00	0,10	4356,00	0,08	0,01	0,00	0,05	0,00	0,03	0,07	0,36
131	Geometric optimization of building information models in MEP projects: Algorithms and techniques for improving storage, transmission and display	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	4,95	0,60	24,50	0,05	0,03	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,37
132	GIS and auto desk modeling for satellite cities around Bhubaneswar	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	3,50	0,60	12,25	0,03	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,27
133	Green BIM assessment applying for energy consumption and comfort in the traditional public market: A case study	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,33	0,60	53,78	0,07	0,04	17,00	0,10	289,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,51
134	Green BIM Concept - Scandinavian Inspirations	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	7,20	0,60	51,84	0,07	0,04	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,50
135	Green BIM in Sustainable Infrastructure	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	9,20	0,60	84,64	0,09	0,05	34,00	0,10	1156,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,60
136	Green BIM-based building energy performance analysis	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	7,80	0,60	60,84	0,08	0,05	22,00	0,10	484,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,54
137	Green template for life cycle assessment of buildings based on building information modeling: Focus on embodied environmental impact	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	78,00	0,10	6084,00	0,09	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,54
138	Green-energy, water-autonomous greenhouse system: An alternative-technology approach towards sustainable smart-green vertical greening in smart cities	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	9,00	0,10	81,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,49

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
139	Guidelines for Linked Data generation and publication: An example in building energy consumption	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	43,00	0,10	1849,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,46
140	Guidelines for using building information modeling for energy analysis of buildings	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	8,31	0,60	69,02	0,08	0,05	41,00	0,10	1681,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,57
141	Hierarchy based information requirements for sustainable operations of buildings in Qatar	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	6,20	0,60	38,44	0,06	0,04	19,00	0,10	361,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,45
142	Hydrocarbon constrained peptides-understanding preorganisation and binding affinity	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	51,00	0,10	2601,00	0,06	0,01	0,00	0,07	0,00	0,01	0,07	0,08
143	Identifying and prioritizing the benefits of integrating BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	5,00	0,60	25,00	0,05	0,03	94,00	0,10	8836,00	0,11	0,01	0,00	0,04	0,00	0,03	0,07	0,43
144	Identifying PLM themes and clusters from a decade of research literature	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00
145	Impact of building typology on daylight optimization using building information modeling: Apartments in Erbil city as a case study	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	5,00	0,60	25,00	0,05	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,37
146	Implementing a business improvement model based on integrated plant information	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	2,00	0,60	4,00	0,02	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,07	0,16
147	Implementing post-occupancy evaluation in social housing complemented with BIM: A case study in Chile	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	5,67	0,60	32,11	0,06	0,03	17,00	0,10	289,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,42
148	Indoor building reconstruction from occluded point clouds using graph-cut and ray-tracing	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	34,00	0,10	1156,00	0,04	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,06
149	Indoor thermal comfort improvement through the integrated BIM-parametricworkflow-based sustainable renovation of an exemplary apartment in Seoul, Korea	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	9,00	0,60	81,00	0,09	0,05	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,57
150	Influence of Metal Substitution on the Pressure-Induced Phase Change in Flexible Zeolitic Imidazolate Frameworks	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	37,00	0,10	1369,00	0,04	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,06

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
151	Inhibition of heterotrimeric G protein signaling by a small molecule acting on G subunit	2009	0,30	4036081,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	63,00	0,10	3969,00	0,08	0,01	0,00	0,07	0,00	0,01	0,08	0,10
152	Integrated BIM-parametric workflow-based analysis of daylight improvement for sustainable renovation of an exemplary apartment in Seoul, Korea	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,92	0,60	47,84	0,07	0,04	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,49
153	Integrating BIM and new rules of measurement for embodied energy and CO2 assessment	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	40,00	0,10	1600,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,46
154	Integrating BIM with building performance analysis in project life-cycle	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,40	0,60	54,76	0,07	0,04	45,00	0,10	2025,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,54
155	Integrating building information modeling and life cycle assessment in the early and detailed building design stages	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	9,33	0,60	87,11	0,09	0,06	77,00	0,10	5929,00	0,09	0,01	0,00	0,03	0,00	0,06	0,09	0,64
156	Integrating building information modeling and virtual reality development engines for building indoor lighting design	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	55,00	0,10	3025,00	0,07	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,52
157	Integrating parametric analysis with building information modeling to improve energy performance of construction projects	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,33	0,60	53,78	0,07	0,04	24,00	0,10	576,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,52
158	Integration of BIM and Energy Consumption Modelling for Manufacturing Prefabricated Components: A Case Study in China	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	3,00	0,60	9,00	0,03	0,02	12,00	0,10	144,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,07	0,24
159	Integration of prioritisation criteria in the design of energy efficient retrofitting projects at district scale: A case study	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,43	0,60	71,04	0,08	0,05	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,55
160	Intelligent services for Building Information Modeling - Assessing variable input weather data for building simulations	2013	0,30	4052169,00	0,06	0,02	7,33	0,60	53,78	0,07	0,04	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,50
161	Interoperability specification development for integrated BIM use in performance based design	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	8,67	0,60	75,11	0,09	0,05	66,00	0,10	4356,00	0,08	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,09	0,61
162	Investigating HVAC thermal comfort and energy efficiency in commercial buildings	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	4,00	0,60	16,00	0,04	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,08	0,31

Clas si fi ca çã o	Publicações	Ano de publica ção	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relev ância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
1 6 3	Investigation of interoperability between Building Information Modelling (BIM) and Building Energy Simulation (BES)	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	9,00	0,10	81,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,49
1 6 4	Investigation of Solar Flares Impact on GPS/BDS/GALILEO Broadcast Ionospheric Models	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,01
1 6 5	Investigation on roof segmentation for 3D building reconstruction from aerial LIDAR point clouds	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	4,67	0,60	21,78	0,05	0,03	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,36
1 6 6	Ion stopping in dense plasmas: A basic physics approach	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	27,00	0,10	729,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,04
1 6 7	Ionic compounds derived from crude glycerol: Thermal energy storage capability evaluation	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,01
1 6 8	Leveraging BIM Interoperability for UWB-Based WSN Planning	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	21,00	0,10	441,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,44
1 6 9	Li-BIM, an agent-based approach to simulate occupant-building interaction from the Building-Information Modelling	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,67	0,60	75,11	0,09	0,05	23,00	0,10	529,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,57
1 7 0	LiDAR point-cloud mapping of building façades for building energy performance simulation	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	9,00	0,10	81,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,44
1 7 1	Life cycle energy efficiency in building structures: A review of current developments and future outlooks based on BIM capabilities	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	9,20	0,60	84,64	0,09	0,05	152,00	0,10	23104,00	0,18	0,02	0,00	0,02	0,00	0,06	0,08	0,72
1 7 2	Life cycle environmental performance of material specification: a BIM-enhanced comparative assessment	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	10,00	0,60	100,00	0,10	0,06	83,00	0,10	6889,00	0,10	0,01	0,00	0,03	0,00	0,06	0,09	0,66
1 7 3	Linking BIM and Design of Experiments to balance architectural and technical design factors for energy performance	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	6,43	0,60	41,33	0,06	0,04	43,00	0,10	1849,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,48
1 7 4	Linking building data in the cloud: Integrating cross-domain building data using linked data	2013	0,30	4052169,00	0,06	0,02	5,67	0,60	32,11	0,06	0,03	137,00	0,10	18769,00	0,17	0,02	0,00	0,04	0,00	0,04	0,07	0,52

Clas si fi ca çã o	Publicações	Ano de publica ção	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relev ânci a	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citaçõe s	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij- Vj+)^2	Si+	Σ(Vij- Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
1 7 5	Linking design and simulation using non-manifold topology	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	5,00	0,60	25,00	0,05	0,03	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,38
1 7 6	Low-Temperature Rotational Tunneling of Tetrahydroborate Anions in Lithium Benzimidazolate-Borohydride Li2(bIm)BH4	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,01
1 7 7	Machine-code functions in BIM for cost-effective high-quality buildings	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,44
1 7 8	Mapping the knowledge domains of Building Information Modeling (BIM): A bibliometric approach	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	5,67	0,60	32,11	0,06	0,03	154,00	0,10	23716,00	0,19	0,02	0,00	0,03	0,00	0,04	0,07	0,53
1 7 9	Microbial synthesis of iron-based nanomaterials - A review	2011	0,30	4044121,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	78,00	0,10	6084,00	0,09	0,01	0,00	0,07	0,00	0,01	0,08	0,12
1 8 0	Minimising the deviation between predicted and actual building performance via use of neural networks and BIM	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	5,00	0,60	25,00	0,05	0,03	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,38
1 8 1	Model study of design components for energy-performance-based architectural design using BIM LOD 100	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	8,11	0,60	65,79	0,08	0,05	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,54
1 8 2	Modeling water use for sustainable urban design	2012	0,30	4048144,00	0,06	0,02	8,86	0,60	78,45	0,09	0,05	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,57
1 8 3	Modelling of a variable refrigerant flow system in energypus for building energy simulation in an open building information modelling environment	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,67	0,60	44,44	0,07	0,04	14,00	0,10	196,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,48
1 8 4	Molecular basis for Bcl-2 homology 3 domain recognition in the Bcl-2 protein family: Identification of conserved hot spot interactions	2009	0,30	4036081,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	27,00	0,10	729,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,04
1 8 5	Multidisciplinary energy assessment of tertiary buildings: Automated geomatic inspection, building information modeling reconstruction and building performance simulation	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	8,00	0,60	64,00	0,08	0,05	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,54

Clas si fi ca çã o	Publicações	Ano de publica ção	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relev ância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
1 8 6	Multidisciplinary optimization of life-cycle energy and cost using a BIM-based master model	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,28	0,60	68,51	0,08	0,05	26,00	0,10	676,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,56
1 8 7	MVD based information exchange between BIM and building energy performance simulation	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	9,00	0,60	81,00	0,09	0,05	72,00	0,10	5184,00	0,09	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,09	0,63
1 8 8	Occupant perceptions of building information model-based energy visualizations in eco-feedback systems	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	7,67	0,60	58,78	0,08	0,05	42,00	0,10	1764,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,05	0,08	0,55
1 8 9	Optical properties of GaAs1-xBix/GaAs quantum well structures grown by molecular beam epitaxy on (100) and (311)B GaAs substrates	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,01
1 9 0	Optimal renovation strategies for education buildings-A novel BIM-BPM-BEM framework	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	7,80	0,60	60,84	0,08	0,05	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,53
1 9 1	Optimising building sustainability assessment using BIM	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	9,00	0,60	81,00	0,09	0,05	88,00	0,10	7744,00	0,11	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,08	0,64
1 9 2	Optimization of building components with sustainability aspects in BIM environment	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	10,00	0,60	100,00	0,10	0,06	17,00	0,10	289,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,10	0,61
1 9 3	Optimization of the supplier selection process in prefabrication using BIM	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	3,40	0,60	11,56	0,03	0,02	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,08	0,27
1 9 4	Optimizing energy efficiency in operating built environment assets through building information modeling: A case study	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	8,64	0,60	74,59	0,09	0,05	48,00	0,10	2304,00	0,06	0,01	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,59
1 9 5	Overheating in English dwellings: comparing modelled and monitored large-scale datasets	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	7,27	0,60	52,84	0,07	0,04	28,00	0,10	784,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,52
1 9 6	Pancreatic β-cell protection from inflammatory stress by the endoplasmic reticulum proteins thrombospondin 1 and mesencephalic astrocyte-derived neurotrophic factor (MANF)	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	30,00	0,10	900,00	0,04	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,05
1 9 7	PassivBIM: Enhancing interoperability between BIM and low energy design software	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	6,67	0,60	44,44	0,07	0,04	64,00	0,10	4096,00	0,08	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,51

Clas si fi ca çã o	Publicações	Ano de publica ção	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relev ância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citaçõe s	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij- Vj+)^2	Si+	Σ(Vij- Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
1 9 8	Photoelectron imaging and theoretical investigation of bimetallic Bi 1-2Ga0-2- and Pb1-4- cluster anions	2009	0,30	4036081,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	26,00	0,10	676,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,04
1 9 9	Potential reconstruction design of an existing townhouse in Washington DC for approaching net zero energy building goal	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,34	0,60	69,60	0,08	0,05	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,55
2 0 0	Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	5,43	0,60	29,47	0,05	0,03	44,00	0,10	1936,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,03	0,08	0,42
2 0 1	Rapid LEED evaluation performed with BIM based sustainability analysis on a virtual construction project	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	6,33	0,60	40,11	0,06	0,04	37,00	0,10	1369,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,47
2 0 2	Rapid modulation of the organic anion transporting polypeptide 2B1 (OATP2B1, SLC02B1) function by protein kinase C-mediated internalization	2010	0,30	4040100,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	73,00	0,10	5329,00	0,09	0,01	0,00	0,07	0,00	0,01	0,08	0,12
2 0 3	Reducing the operational energy demand in buildings using building information modeling tools and sustainability approaches	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	8,50	0,60	72,25	0,08	0,05	87,00	0,10	7569,00	0,11	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,08	0,62
2 0 4	Regional Comparisons of Contemporary Construction Industry Sustainable Concepts in the Chinese Context	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	7,50	0,60	56,25	0,07	0,04	9,00	0,10	81,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,51
2 0 5	Reliability of Emerging Bonded Interface Materials for Large-Area Attachments	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	15,00	0,10	225,00	0,02	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,02
2 0 6	Requirements for applying LCA-based environmental impact assessment tools in the early stages of building design	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	6,39	0,60	40,88	0,06	0,04	95,00	0,10	9025,00	0,11	0,01	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,52
2 0 7	Requirements of integrated design teams while evaluating advanced energy retrofit design options in immersive virtual environments	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	5,00	0,60	25,00	0,05	0,03	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,38
2 0 8	Response mechanisms to joint exposure of triclosan and its chlorinated derivatives on zebrafish (Danio rerio) behavior	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	20,00	0,10	400,00	0,02	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,03

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
2019	Reversible Mechanochromic Delayed Fluorescence in 2D Metal–Organic Micro/Nanosheets: Switching Singlet–Triplet States through Transformation between Exciplex and Excimer	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	45,00	0,10	2025,00	0,05	0,01	0,00	0,07	0,00	0,01	0,07	0,07
2019	Review of building energy performance certification schemes towards future improvement	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	9,56	0,60	91,31	0,09	0,06	81,00	0,10	6561,00	0,10	0,01	0,00	0,03	0,00	0,06	0,09	0,65
2019	Ribosomal protein S3, a new substrate of Akt, serves as a signal mediator between neuronal apoptosis and DNA repair	2010	0,30	4040100,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	52,00	0,10	2704,00	0,06	0,01	0,00	0,07	0,00	0,01	0,07	0,08
2019	Self-corrective knowledge-based hybrid tracking system using BIM and multimodal sensors	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	4,14	0,60	17,16	0,04	0,02	58,00	0,10	3364,00	0,07	0,01	0,00	0,05	0,00	0,03	0,07	0,35
2019	Semantic trajectory insights for worker safety in dynamic environments	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	18,00	0,10	324,00	0,02	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,03
2019	Shared solutions to tackle restoration restrictions and requirements for cultural landscape and the sustainable conservation of cultural heritage	2014	0,30	4056196,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	4,00	0,10	16,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,01
2019	Simulation and evaluation of building information modeling in a real pilot site	2014	0,30	4056196,00	0,06	0,02	8,00	0,60	64,00	0,08	0,05	67,00	0,10	4489,00	0,08	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,08	0,58
2019	Social BIMCloud: a distributed cloud-based BIM platform for object-based lifecycle information exchange	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	5,40	0,60	29,16	0,05	0,03	31,00	0,10	961,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,41
2019	Strategic sustainable development in the UK construction industry, through the framework for strategic sustainable development, using Building Information Modelling	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	8,86	0,60	78,45	0,09	0,05	132,00	0,10	17424,00	0,16	0,02	0,00	0,03	0,00	0,05	0,08	0,68
2019	Structural 3D reconstruction of indoor space for 5G signal simulation with mobile laser scanning point clouds	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	5,33	0,60	28,44	0,05	0,03	12,00	0,10	144,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,40
2019	Structural sustainability appraisal in BIM	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	8,00	0,60	64,00	0,08	0,05	58,00	0,10	3364,00	0,07	0,01	0,00	0,04	0,00	0,05	0,08	0,58

Clas si fi ca çã o	Publicações	Ano de publica ção	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relev ância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij- Vj+)^2	Si+	Σ(Vij- Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
2 2 0	Study on the Evaluation Method of Green Construction Based on Ontology and BIM	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	2,00	0,60	4,00	0,02	0,01	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,07	0,16
2 2 1	Study on the formation and properties of red blood cell-like Fe3O4/TbLa3(Bim)12/PLGA composite particles	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,01
2 2 2	Study on the microenvironment evaluation of the architectural layout based on Building Information Modeling: A case study of Chongqing, China	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	6,00	0,60	36,00	0,06	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,43
2 2 3	Sustainability-led design: Feasibility of incorporating whole-life cycle energy assessment into BIM for refurbishment projects	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	9,33	0,60	87,11	0,09	0,06	45,00	0,10	2025,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,00	0,06	0,09	0,61
2 2 4	Taxonomy for BIM and Asset Management Semantic Interoperability	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	5,20	0,60	27,04	0,05	0,03	44,00	0,10	1936,00	0,05	0,01	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,41
2 2 5	Technical, financial, and social barriers and challenges in deep building renovation: Integration of lessons learned from the H2020 cluster projects	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	39,00	0,10	1521,00	0,05	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,06
2 2 6	Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice	2011	0,30	4044121,00	0,06	0,02	8,67	0,60	75,11	0,09	0,05	334,00	0,10	111556,00	0,40	0,04	0,00	0,01	0,00	0,07	0,07	0,89
2 2 7	Text Mining-Based Review of Articles Published in the Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,02
2 2 8	The “BIM-sustain” experiment – simulation of BIM-supported multi-disciplinary design	2013	0,30	4052169,00	0,06	0,02	5,20	0,60	27,04	0,05	0,03	12,00	0,10	144,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,39
2 2 9	The 4DCAD in project planning and budgeting of the new urban infrastructure for the Phitsanulok Central park, Thailand	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,09	0,49
2 3 0	The conditions data model supporting building information models in facility management	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	5,67	0,60	32,11	0,06	0,03	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,42
2 3 1	The C-terminal domains of apoptotic BH3-only proteins mediate their insertion into distinct biological membranes	2016	0,30	4064256,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	10,00	0,10	100,00	0,01	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,02

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2019	0,3	4076361,00	0,063	0,019	10	0,6	100,00	0,10	0,06	334	0,1	111.556,00	0,40	0,04						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2012	0,3	4048144,00	0,063	0,019	0	0,6	-	0,00	0,00	0	0,1	-	0,00	0,00						
244	Transformable structures: Materialising design for change	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	10,00	0,10	100,00	0,01	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,07	0,02
245	Translating building information modeling to building energy modeling using model view definition	2014	0,30	4056196,00	0,06	0,02	7,00	0,60	49,00	0,07	0,04	25,00	0,10	625,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,50
246	UhuMEB: Design, construction, and management methodology of minimum energy buildings in subtropical climates	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	8,00	0,60	64,00	0,08	0,05	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,54
247	Understanding the perceived value of using bim for energy simulation	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,00	0,60	64,00	0,08	0,05	10,00	0,10	100,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,54
248	Urging green retrofits of building facades in the tropics: A review and research agenda	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	6,20	0,60	38,44	0,06	0,04	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,08	0,45
249	Usability evaluation of a web-based tool for supporting holistic building energy management	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	5,00	0,60	25,00	0,05	0,03	53,00	0,10	2809,00	0,06	0,01	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,40
250	Use of green building information modeling in the assessment of net zero energy building design	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	8,40	0,60	70,56	0,08	0,05	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,09	0,55
251	Use of neural network supervised learning to enhance the light environment adaptation ability and validity of Green BIM	2018	0,30	4072324,00	0,06	0,02	5,86	0,60	34,31	0,06	0,03	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,43
252	Using BIM capabilities to improve existing building energy modelling practices	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	6,33	0,60	40,11	0,06	0,04	38,00	0,10	1444,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,47
253	Visual programming for building information modeling: Energy and shading analysis case studies	2015	0,30	4060225,00	0,06	0,02	7,33	0,60	53,78	0,07	0,04	26,00	0,10	676,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,52
254	Visualising urban energy use: the use of LiDAR and remote sensing data in urban energy planning	2017	0,30	4068289,00	0,06	0,02	5,00	0,60	25,00	0,05	0,03	10,00	0,10	100,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,08	0,38
255	Visualizing intrusions in dynamic building environments for worker safety	2019	0,30	4076361,00	0,06	0,02	3,86	0,60	14,88	0,04	0,02	11,00	0,10	121,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,08	0,30

APÊNDICE B

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
1	Evaluation of BIM-based LCA results for building design	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,86	0,45	78,45	0,08	0,03	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,89
2	Ultra-rapid delivery of specialty field hospitals to combat COVID-19: Lessons learned from the Leishenshan Hospital project in Wuhan	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,40	0,45	70,56	0,07	0,03	63,00	0,10	3969,00	0,10	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,81
3	Modular composite building in urgent emergency engineering projects: A case study of accelerated design and construction of Wuhan Thunder God Mountain/Leishenshan hospital to COVID-19 pandemic	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	4,14	0,45	17,16	0,04	0,02	44,00	0,10	1936,00	0,07	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,42
4	Building information modelling, lean and sustainability: An integration framework to promote performance improvements in the construction industry	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,50	0,45	56,25	0,07	0,03	36,00	0,10	1296,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,69
5	Combining multi-criteria decision making (MCDM) methods with building information modelling (BIM): A review	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,00	0,45	9,00	0,03	0,01	35,00	0,10	1225,00	0,06	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,31
6	Sustainability and energy efficiency: Bim 6d. study of the bim methodology applied to hospital buildings. value of interior lighting and daylight in energy simulation	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,89	0,45	62,18	0,07	0,03	30,00	0,10	900,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,71
7	A review of building information modeling research for green building design through building performance analysis	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,86	0,45	47,02	0,06	0,03	29,00	0,10	841,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,04	0,63
8	A BIM-LCA approach for estimating the greenhouse gas emissions of large-scale public buildings: A case study	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,50	0,45	56,25	0,07	0,03	28,00	0,10	784,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,04	0,68

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
9	Sustainable and resilient construction: Current status and future challenges	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,20	0,45	51,84	0,06	0,03	27,00	0,10	729,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,04	0,65
10	Integrated BIM-based LCA for the entire building process using an existing structure for cost estimation in the Swiss context	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,07	0,45	65,07	0,07	0,03	26,00	0,10	676,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,05	0,71
11	Interoperability between building information modelling (Bim) and building energy model (bem)	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	6,60	0,45	43,56	0,06	0,03	24,00	0,10	576,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,04	0,60
12	A smart campus' digital twin for sustainable comfort monitoring	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,33	0,45	28,44	0,05	0,02	23,00	0,10	529,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,50
13	Building information modelling application for developing sustainable building (Multi criteria decision making approach)	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,80	0,45	60,84	0,07	0,03	22,00	0,10	484,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,05	0,68
14	Cycling master plans in Italy: The I-BIM feasibility tool for cost and safety assessments	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,85	0,45	61,56	0,07	0,03	22,00	0,10	484,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,05	0,69
15	Leveraging digital twin for sustainability assessment of an educational building	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,83	0,45	14,69	0,03	0,02	22,00	0,10	484,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,37
16	BIM-based environmental impact assessment for infrastructure design projects	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,55	0,45	30,75	0,05	0,02	20,00	0,10	400,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,51
17	Key parameters featuring bim-lca integration in buildings: A practical review of the current trends	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,14	0,45	66,31	0,07	0,03	19,00	0,10	361,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,05	0,70
18	A BIM-based framework and databank for reusing load-bearing structural elements	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	9,00	0,45	81,00	0,08	0,04	18,00	0,10	324,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,74
19	A visual and persuasive energy conservation system based on BIM and IoT technology	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,47	0,45	55,75	0,07	0,03	18,00	0,10	324,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00						
20	BIM for sustainable project delivery: review paper and future development areas	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,20	0,45	51,84	0,06	0,03	18,00	0,10	324,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,04	0,64
21	Integrating BIM-based LCA and building sustainability assessment	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,14	0,45	51,02	0,06	0,03	18,00	0,10	324,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,04	0,63
22	A metamodel for building information modeling-building energy modeling	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	6,00	0,45	36,00	0,05	0,02	17,00	0,10	289,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,54
23	Digital twin aided sustainability and vulnerability audit for subway stations	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	3,29	0,45	10,80	0,03	0,01	17,00	0,10	289,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,31
24	Energy and cost analysis of building envelope components using BIM: A systematic approach	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	9,69	0,45	93,94	0,08	0,04	17,00	0,10	289,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,76
25	Key drivers for smart and sustainable practices in the built environment	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,67	0,45	44,44	0,06	0,03	17,00	0,10	289,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,04	0,60
26	Recommendations for developing a BIM for the purpose of LCA in green building certifications	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,88	0,45	47,27	0,06	0,03	17,00	0,10	289,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,04	0,61
27	The UDSA ontology: An ontology to support real time urban sustainability assessment	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	17,00	0,10	289,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,06
28	A building information modeling approach to integrate geomatic data for the documentation and preservation of cultural heritage	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	4,78	0,45	22,83	0,04	0,02	16,00	0,10	256,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
29	Detailed assessment of embodied carbon of HVAC systems for a new office building based on BIM	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,54	0,45	42,81	0,06	0,03	16,00	0,10	256,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,04	0,58
30	Sustainable refurbishment for school buildings: a literature review	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,67	0,45	32,11	0,05	0,02	16,00	0,10	256,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,52
31	UAV + BIM: Incorporation of photogrammetric techniques in architectural projects with building	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,60	0,45	31,36	0,05	0,02	16,00	0,10	256,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,51

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00						
3	information modeling versus classical work processes																					
2	Envelope thermal performance analysis based on building information model (BIM) cloud platform - Proposed green mark collaboration environment	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,67	0,45	58,78	0,07	0,03	15,00	0,10	225,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,66
3	Uncertainty analysis of embedded energy and greenhouse gas emissions using BIM in early design stages	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	9,25	0,45	85,56	0,08	0,04	15,00	0,10	225,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,74
4	Using open BIM and IFC to enable a comprehensive consideration of building services within a whole-building LCA	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	4,28	0,45	18,30	0,04	0,02	15,00	0,10	225,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,40
5	An approach based on the ifcOWL ontology to support indoor navigation	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	14,00	0,10	196,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,05
6	Bim and iot sensors integration: A framework for consumption and indoor conditions data monitoring of existing buildings	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	4,10	0,45	16,81	0,04	0,02	14,00	0,10	196,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,38
7	BIM-VE-based optimization of green building envelope from the perspective of both energy saving and life cycle cost	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,20	0,45	38,44	0,05	0,02	14,00	0,10	196,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,56
8	Possibilities of bim-fm for the management of covid in public buildings	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,91	0,45	62,55	0,07	0,03	14,00	0,10	196,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,67
9	Using BIM to improve building energy efficiency – A scientometric and systematic review	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	14,00	0,10	196,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,76
0	BIM management measure for an effective green building project	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,40	0,45	29,16	0,05	0,02	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,49
4	Designing a BIM energy-consumption template to calculate and achieve a net-zero-energy house	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,56	0,45	73,20	0,07	0,03	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,05	0,71

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
42	Evaluating the impact of operating energy reduction measures on embodied energy	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,72	0,45	76,09	0,08	0,03	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,05	0,71
43	Hazardous elements in the soil of urban cemeteries; constructive solutions aimed at sustainability	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	4,29	0,45	18,37	0,04	0,02	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,40
44	How to obtain accurate environmental impacts at early design stages in BIM when using environmental product declaration. A method to support decision-making	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,39	0,45	29,01	0,05	0,02	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,49
45	Material Passports for the end-of-life stage of buildings: Challenges and potentials	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,56	0,45	57,09	0,07	0,03	13,00	0,10	169,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
46	Bim-enabled virtual reality (Vr) for sustainability life cycle and cost assessment	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,24	0,45	67,87	0,07	0,03	12,00	0,10	144,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,05	0,69
47	Digital Transition and Waste Management in Architecture, Engineering, Construction, and Operations Industry	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	9,56	0,45	91,31	0,08	0,04	12,00	0,10	144,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,74
48	Integrated environment-occupant-pathogen information modeling to assess and communicate room-level outbreak risks of infectious diseases	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,50	0,45	30,25	0,05	0,02	12,00	0,10	144,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,50
49	The BIM2LCA approach: An industry foundation classes (IFC)-based interface to integrate life cycle assessment in integral planning	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,06	0,45	49,78	0,06	0,03	12,00	0,10	144,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,62
50	A System Proposal for Information Management in Building Sector Based on BIM, SSI, IoT and Blockchain	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	4,29	0,45	18,37	0,04	0,02	11,00	0,10	121,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,39
51	Optimizing energy use, cost and carbon emission through building	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	9,80	0,45	96,04	0,09	0,04	11,00	0,10	121,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,75

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
61663667071	Digital Twins and Road Construction Using Secondary Raw Materials Survey results on acceptance and use of Life Cycle Assessment among designers in world regions: IEA EBC Annex 72	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	2,60	0,45	6,76	0,02	0,01	9,00	0,10	81,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,24
62	Bim application for sustainable teaching environment and solutions in the context of covid-19	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,29	0,45	53,08	0,06	0,03	9,00	0,10	81,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,63
63	Emergency Healthcare Facilities: Managing Design in a Post Covid-19 World	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,40	0,45	54,76	0,06	0,03	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,63
64	How to conduct consistent environmental, economic, and social assessment during the building design process. A BIM-based Life Cycle Sustainability Assessment method	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,67
65	lot open-source architecture for the maintenance of building facilities	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	8,33	0,45	69,44	0,07	0,03	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,68
66	A comparative study on the difference of CFD simulations based on a simplified geometry and a more refined BIM based geometry	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	4,78	0,45	22,83	0,04	0,02	8,00	0,10	64,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,43
67	An integrated Linked Building Data system: AEC industry case	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,66
68	Assessing the effectiveness of building information modeling in developing green buildings from a lifecycle perspective	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,50	0,45	12,25	0,03	0,01	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,32
69	Bim in people2people and things2people interactive process	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,14	0,45	51,02	0,06	0,03	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,61
70	Consistent management and evaluation of building models in the early design stages	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,50	0,45	42,25	0,06	0,03	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,57
71		2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,55	0,45	56,96	0,07	0,03	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,64

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00					Si+ + Si-	Pi
72737456789081	Developing project evaluation models for smart sustainable practices implementation in construction projects: a comparative study between Nigeria and Hong Kong	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	4,40	0,45	19,36	0,04	0,02	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,40
	Effect of R-values changes in the baseline codes: Embodied energy and environmental life cycle impacts of building envelopes	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	9,56	0,45	91,31	0,08	0,04	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,73
	Framework for parametric assessment of operational and embodied energy impacts utilising BIM	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,67	0,45	58,78	0,07	0,03	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
	Improving the efficiency of maritime infrastructures through a bim-based building energy modelling approach: A case study in Naples, Italy	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	6,86	0,45	47,02	0,06	0,03	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
	Ontology-based approach to data exchanges for robot navigation on construction sites	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,00	0,45	9,00	0,03	0,01	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,28
	Publishing authoritative geospatial data to support interlinking of building information models	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	4,40	0,45	19,36	0,04	0,02	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,40
	Structural applications of thermal insulation alkali activated materials with reduced graphene oxide	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	7,00	0,10	49,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,03
	An overview of data tools for representing and managing building information and performance data	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,60	0,45	12,96	0,03	0,01	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,33
	Analysis of BIM-Based Digitising of Green Building Index (GBI): Assessment Method	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,00	0,45	36,00	0,05	0,02	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,53
	Bim and data-driven predictive analysis of optimum thermal comfort for indoor environment	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,18	0,45	51,58	0,06	0,03	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,61

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
82384586789	Building information modeling based building sustainability assessment framework for Kazakhstan	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,50	0,45	12,25	0,03	0,01	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,32
	Circular economy: Challenges and opportunities in the construction sector of Kazakhstan	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	4,22	0,45	17,83	0,04	0,02	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,38
	CO2 emission calculation method during construction process for developing BIM-based performance evaluation system	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,20	0,45	38,44	0,05	0,02	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,54
	Green-building information modelling (Green-BIM) assessment framework for evaluating sustainability performance of building projects: a case of Nigeria	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,74
	IMPACT of INFORMATION MANAGEMENT during DESIGN & CONSTRUCTION on DOWNSTREAM BIM-GIS INTEROPERABILITY for RAIL INFRASTRUCTURE	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,00	0,45	36,00	0,05	0,02	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,53
	Implications of using systematic decomposition structures to organize building LCA information: A comparative analysis of national standards and guidelines- IEA EBC ANNEX 72	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	9,00	0,45	81,00	0,08	0,04	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,71
	Personal thermal comfort models using digital twins: Preference prediction with BIM-extracted spatial-temporal proximity data from Build2Vec	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,67	0,45	44,44	0,06	0,03	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,58
	Strategic approaches towards achieving sustainable and effective building maintenance practices in	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,00	0,45	36,00	0,05	0,02	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,53

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00						
909129259697989	maintenance-managed buildings: A combination of expert interviews and a literature review																					
	Using 3D laser scanning to analyze heritage structures: The case study of egyptian palace	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,86	0,45	47,02	0,06	0,03	6,00	0,10	36,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
	3d iot system for environmental and energy consumption monitoring system	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	6,30	0,45	39,69	0,06	0,02	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,55
	A procedure for automating energy analyses in the bim context exploiting artificial neural networks and transfer learning technique	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,67	0,45	32,11	0,05	0,02	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,50
	AN INTEGRATED BIM-GIS PLATFORM for REPRESENTING and VISUALIZING 3D CADASTRAL DATA	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,20	0,45	38,44	0,05	0,02	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,54
	Assessing life cycle environmental and economic impacts of building construction solutions with BIM	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,63	0,45	58,14	0,07	0,03	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,64
	Barriers to BIM-Based Life Cycle Sustainability Assessment for Buildings: An Interpretive Structural Modelling Approach	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,29	0,45	27,94	0,05	0,02	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,47
	Building information modelling knowledge harvesting for energy efficiency in the Construction industry	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,60
	Estimation of carbon footprint of residential building in warm humid climate of india through BIM	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,67	0,45	75,11	0,08	0,03	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,69
	LSin: Overview of an indoor navigation pilot project	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	2,60	0,45	6,76	0,02	0,01	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,24
	Remote teaching of building information modeling during the COVID-19 pandemic: A case study	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,02

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
101112131415161718192021222324252627282930	Research on key technologies of city information modeling	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	6,00	0,45	36,00	0,05	0,02	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,53
	Use of bim-fm to transform large conventional public buildings into efficient and smart sustainable buildings	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	6,80	0,45	46,24	0,06	0,03	5,00	0,10	25,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
	A method to include life cycle assessment results in choosing by advantage (Cba) multicriteria decision analysis. a case study for seismic retrofit in peruvian primary schools	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,08	0,45	25,84	0,04	0,02	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,45
	An actor-network approach to developing a life cycle bim maturity model (Lcbmm)	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,81	0,45	60,99	0,07	0,03	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
	Assessing the economic risk of building damage due to the tunneling-induced settlement using monte carlo simulations and bim	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	3,80	0,45	14,44	0,03	0,01	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,35
	Assessment of model-based data exchange between architectural design and structural analysis	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,55	0,45	42,85	0,06	0,03	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,57
	Benefits of BIM implementation in the French construction industry	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	4,67	0,45	21,78	0,04	0,02	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,42
	BIM-based LCA and energy analysis for optimised sustainable building design in Ghana	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,60	0,45	73,96	0,08	0,03	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,69
	Bim-based life cycle assessment of buildings—an investigation of industry practice and needs	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,85	0,45	78,32	0,08	0,03	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,05	0,70
	Drivers, barriers and development needs for LCA in the Nordic building sector - A survey among professionals	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,33	0,45	40,11	0,06	0,02	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,55

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
10111213141516171819202122232425262728	Federating Cloud Systems for Collaborative Construction and Engineering	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,60
	Green BIM-based study on the green performance of university buildings in northern China	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	8,80	0,45	77,44	0,08	0,03	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,70
	Implementation of BIM Energy Analysis and Monte Carlo Simulation for Estimating Building Energy Performance Based on Regression Approach: A Case Study	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,67	0,45	32,11	0,05	0,02	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,50
	Integrating building information modelling (Bim) and sustainability to greening existing building: Potentials in malaysian construction industry	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,60
	The challenge of integrating Life Cycle Assessment in the building design process - A systematic literature review of BIM-LCA workflows	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,73
	The digital management system of the tangible culture heritage for enhancing historic building governance in Malang, Indonesia	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	6,80	0,45	46,24	0,06	0,03	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,58
	Using building information & energy modelling for energy efficient designs	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,56	0,45	73,20	0,07	0,03	4,00	0,10	16,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,69
	3D characterization of a Boston Ivy double-skin green building facade using a LiDAR system	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,60
	A conceptual framework for estimating building embodied carbon based on digital twin technology and life cycle assessment	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,70	0,45	75,69	0,08	0,03	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,69

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00						
119112212345678	Automated fabrication of reinforcement cages using a robotized production cell BIM-based analysis of energy efficiency design of building thermal system and HVAC system based on GB50189-2015 in China BIM-based task and motion planning prototype for robotic assembly of COVID-19 hospitalisation light weight structures Challenges of BIM implementation in GCC construction industry Development of building information modeling template for environmental impact assessment Eco-efficient ventilated facades based on circular economy for residential buildings as an improvement of energy conditions Energy-saving technology of BIM green buildings using fractional differential equation IFC-CENTRIC VEGETATION MODELLING for BIM Integration of life cycle data in a BIM object library to support green and digital public procurements Optimization of design and management of a hydroponic greenhouse by using BIM application software	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,11	0,45	26,12	0,04	0,02	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,46
		2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,11	0,45	65,79	0,07	0,03	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,66
		2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,33	0,45	40,11	0,06	0,02	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,55
		2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,86	0,45	34,31	0,05	0,02	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,51
		2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	9,14	0,45	83,59	0,08	0,04	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,71
		2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,56	0,45	73,20	0,07	0,03	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,68
		2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,60	0,45	31,36	0,05	0,02	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,49
		2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,01
		2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,20	0,45	51,84	0,06	0,03	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,61
		2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	3,29	0,45	10,80	0,03	0,01	3,00	0,10	9,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,30

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00					Si+ + Si-	Pi
1	medium-sized architectural design firms																					
3	BIM integrated automation of whole building life cycle assessment using German LCA data base ÖKOBAUDAT and Industry Foundation Classes	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,66
4	BIM-based life cycle assessment for different structural system scenarios of a residential building	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	9,33	0,45	87,11	0,08	0,04	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,71
1	Bringing human-centredness to technologies for buildings: An agenda for linking new types of data to the challenge of sustainability	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,67	0,45	58,78	0,07	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,64
1	City information modeling - An expedient tool for developing sustainable, responsive and resilient cities?	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,67	0,45	44,44	0,06	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,57
1	City information modeling (CIM) concepts applied to the management of the sewage network	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,45
3	Construction Management Supported by BIM and a Business Intelligence Tool	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,91	0,45	62,55	0,07	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
4	Developing a BIM and Simulation-Based Hazard Assessment and Visualization Framework for CLT Construction Design	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	4,80	0,45	23,04	0,04	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,43
1	Development of a Service Life Database of Building Elements Based on an International Data Collection	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	3,00	0,45	9,00	0,03	0,01	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,27
6	Digitalization of user-oriented demand planning through Building Information Modeling (BIM)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,20	0,45	38,44	0,05	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,54

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)	Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)	Performance Score (Pi)
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01			
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	$\frac{Si+}{Si+ + Si-}$
1	Integration of Aerobiological																		
5	Information for Construction																		
8	Engineering Based on LiDAR and BIM	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
1	LOSS of INFORMATION during DESIGN																		0,03
5	& CONSTRUCTION for HIGHWAYS																		0,05
5	ASSET MANAGEMENT: A GEOBIM																		
9	PERSPECTIVE	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
	Non-graphical data structure for the																		0,02
1	purpose of BIM-based Life Cycle																		0,04
6	Assessment: Methodology for the																		
0	Czech environment	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,86	0,45	61,73	0,07	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
1	Power substation construction and																		0,03
6	ventilation system co-designed using																		0,05
1	particle swarm optimization	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,86	0,45	34,31	0,05	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
	Research on a Complete Set of																		0,02
	Technologies for Assembled																		0,04
	Residential Buildings with Steel-																		0,51
1	Structure Based on House Type																		
6	Modularization and Component																		
2	Standardization	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	4,43	0,45	19,61	0,04	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
	Research on performance layout and																		0,02
	management optimization of Grand																		0,04
1	Theatre based on green energy saving																		
6	and emission reduction technology	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
3	Review of the building information																		0,03
1	modelling (BIM) implementation in the																		0,05
6	context of building energy assessment	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,50	0,45	72,25	0,07	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
4	The research on sustainable																		0,03
1	technology of the traditional house in																		0,05
6	the Southern area of Hubei province	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,00	0,45	36,00	0,05	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
5	The role of embodied carbon																		0,02
1	databases in the accuracy of life cycle																		0,05
6	assessment (LCA) calculations for the																		0,52
6	embodied carbon of buildings	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,50	0,45	30,25	0,05	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00

Clasificación		Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Publicações																					
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
1	The values and barriers of Building Information Modeling (BIM) implementation combination	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,80	0,45	46,24	0,06	0,03	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,58
6	evaluation in smart building energy and efficiency	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	2,00	0,10	4,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,45
7	Truss construction of green fabricated steel structure based on BIM	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,43	0,45	41,33	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,55
1	intelligent technology	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	9,50	0,45	90,25	0,08	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,72
6	A FRAMEWORK FOR ARCHITECTURE AND STRUCTURAL ENGINEERING	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	9,33	0,45	87,11	0,08	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,05	0,71
1	COLLABORATION IN BIM PROJECTS	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,11	0,45	50,57	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,60
6	THROUGH STRUCTURAL OPTIMIZATION	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
9	A literature review on BIM for cities	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00
1	Distributed Renewable and Interactive Energy Systems	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
0	Analyzing the benefits and challenges of building information modelling and life cycle assessment integration	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00
7	Application Research on the Integration of Civil Engineering and Computer-aided Building System	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
2	Based on the Development of BIM	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,11	0,45	50,57	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,60
1	Assessing the applicability of green building information modelling for existing green buildings	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
3	Assessment and improvement of anti-COVID-19 measures in higher education establishments	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00
1	BIM for Sustainable Management in Existing Hospitals	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00						
1	BIM Implementation on Design Phase Toward Low Embodied Energy Apartment: Comparative Study on 3 Alternatives Architectural Wall Materials	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
7	BIM-Based Green Hospital Building Performance Pre-Evaluation: A Case Study	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,86	0,45	47,02	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,58
1	BIM-LCA INTEGRATION FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE ROAD PAVEMENT MAINTENANCE PRACTICES	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	3,67	0,45	13,44	0,03	0,01	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,33
7	Current opportunities and challenges in the incorporation of the lca method in bim	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
1	Effect of Building Information Modeling (BIM) on reduced construction time-costs: A case study	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,67	0,45	32,11	0,05	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,50
0	Energy Conservation Measures and Value Engineering for Small Microgrid: New Hospital as a Case Study	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,00	0,45	36,00	0,05	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,52
8	Evaluation of Indoor Energy-Saving Optimization Design of Green Buildings Based on the Intelligent GANN-BIM Model	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,50	0,45	42,25	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,56
2	Framework for increasing sustainability of factory systems by generative layout design	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
8	Guidelines for analysing the building energy efficiency using BIM	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,43	0,45	55,18	0,07	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,62
4	How Different Tools Contribute to Climate Change Mitigation in a Circular Building Environment?—A Systematic Literature Review	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	9,00	0,45	81,00	0,08	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,05	0,70

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\sum(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\sum(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
1 8 6	Impact of energy efficient design parameters on energy consumption in hot-humid climate zones	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
1 8 7	Indoor comfort conditions assessment in educational buildings with respect to adaptive comfort standards in European climate zones	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,11	0,45	26,12	0,04	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,45
1 8 8	Integrated approach for sustainability assessment in power plant projects using Building Information Modeling	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
1 8 9	Integration of the structural project into the BIM paradigm: A literature review	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,40	0,45	40,96	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,55
1 9 0	Methodology for Determining Sustainable Water Consumption Indicators for Buildings	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,45	0,45	41,60	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,56
1 9 1	Multi-Agent Analysis of Scenarios for "arctic Smart City"	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
1 9 2	Potential of hbim to improve the efficiency of visitor flow management in heritage sites. Towards smart heritage management	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,33	0,45	53,78	0,06	0,03	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,61
1 9 3	REALITY CAPTURE CONNECTING PROJECT STAKEHOLDERS	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,86	0,45	14,88	0,03	0,02	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,35
1 9 4	Research on BIM Technology in Smart City	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	9,43	0,45	88,90	0,08	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,71
1 9 5	Research on computer BIM technology in whole process dynamic control of construction cost	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	9,00	0,45	81,00	0,08	0,04	1,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,05	0,70

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
206082092123245	A Conceptual Framework for Blockchain Enhanced Information Modeling for Healing and Therapeutic Design	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,18	0,45	38,21	0,05	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,53
707280	A MULTI-SCALE BIM/GIS FRAMEWORK FOR RAILWAYS ASSET MANAGEMENT	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	4,40	0,45	19,36	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,39
8088	Accelerating building energy retrofitting with bim-enabled breem-anl assessment	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,47	0,45	55,75	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,62
209202	An in vitro study on anti-carcinogenic effect of remdesivir in human ovarian cancer cells via generation of reactive oxygen species	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00
21002	Analysis of green building effect on micro grid based on potential energy savings and BIM	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,00	0,45	36,00	0,05	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,52
2112	Analysis of Natural Lighting and Energy Conservation of a University Teaching Building Based on BIM Technology	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
2121	Application of BIM + big data in the whole life cycle of engineering project	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
2132	APPLICATION OF RSA PRINCIPLES TO IMPROVE THE BIM IN THE ROAD DESIGN PROCESS WITH FOCUS ON THE ROAD RESTRAINT SYSTEMS	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
2142	Application Research of Wireless Sensor Network Based on Computer																					
2151	BIM Technology and ZigBee in Interior Art Design	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	3,50	0,45	12,25	0,03	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,32
2162	Assessment of the Thermal Performance of Vertical Green Walls																					
2175	Using Overall Thermal Transfer Value	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	6,00	0,45	36,00	0,05	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,52

Clasificación		Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Publicações																					
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
21621721922022222324	Based BIM Simulation Method: Case Study of Residential Buildings in Sub-Tropics																					
	AUTOMATED CHECKING SYSTEM FOR MODULAR BIM OBJECTS	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,20	0,45	38,44	0,05	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,54
	Automatic System Design of Assembly Building Components for Sustainable Building Projects Based on BIM Technology	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
	Best Practices in Building Information Modelling Process Implementation in Green Building Design: Architects' Insights	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
	BIM-based LCSA application in early design stages using IFC	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,20	0,45	51,84	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,60
	Building Circular Economy: A Case Study Designed and Built Following a BIM-Based Life Cycle Assessment Approach	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
	Building Energy Consumption Control Based on BIM and Machine Learning	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,67	0,45	58,78	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,63
	Building Information Modeling (BIM) Driven Carbon Emission Reduction Research: A 14-Year Bibliometric Analysis	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,40	0,45	40,96	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,55
	Building Information Modeling for existing sustainable buildings	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	9,00	0,45	81,00	0,08	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,05	0,70
	Carbon and Cost Optimisation and Visualisation	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
2252262728292302313233	CARES research: Product and process digitalization for design and manufacturing of prefabricated cardboard panels	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00
22622728292302313233	CHALLENGES FOR DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION INDUSTRY IN CONDITIONS OF CORONAVIRUS (COVID-19) PANDEMIC IN LATVIA	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	9,50	0,45	90,25	0,08	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,05	0,71
227228292302313233	CHALLENGES OF VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION IMPLEMENTATION IN PUBLIC PROJECTS	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,00	0,45	9,00	0,03	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,27
2282292302313233	CLiAR A digital tool for the conscious use of resources	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,67	0,45	44,44	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,57
2292302313233	Comprehensive Management Systems of the Quito Heritage. Church the Compañía de Jesús	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	3,67	0,45	13,44	0,03	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,33
2302313233	Design and construction technique for low embodied energy building: An analytical network process approach	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	6,33	0,45	40,11	0,06	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,55
2313233	Design students viewpoint on bim: A preliminary assessment of the indicators	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	3,60	0,45	12,96	0,03	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,33
23233	Development of the Life Cycle Analysis (LCA) Method in calculating Embodied Energy Materials on Residential Buildings	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,73
233	Digital Information Mobility Schema: A Data-Flow Model Featuring Risk-Resilient Approach Towards Effective Construction Worksite Synergy																					
233	Utilizing Fuzzy-Analytic Hierarchy Process	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,22	0,45	27,27	0,05	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,46

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
2	Digital Twin Aided Sustainability	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	3,40	0,45	11,56	0,03	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,31
3	Assessment of Modern Light Rail Infrastructures																					
4	Digital Twin Evaluation of Environment and Health of Public Toilet Ventilation Design Based on Building Information Modeling	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	3,60	0,45	12,96	0,03	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,33
2	Distribution Technique of Green Material List for High-Rise Building Engineering in BIM Technology	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,20	0,45	51,84	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,60
2	Does quality influence the required capacity of business information management? The case of agriculture	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	3,00	0,45	9,00	0,03	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,27
7	Empirical assessment of the impact of VDC and Lean on environment and waste in masonry operations																					
2	Energy analysis in residential building for insulation roof material using building information modelling	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	7,64	0,45	58,31	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,63
3	Energy efficiency of buildings and structures in the projection of sustainable competitive advantages of the digital economy	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
9	Materialization Stage of prefabricated buildings based on LCA and WTP																					
2	Environmental impact assessment of buildings based on LCA and WTP	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
4	Experimental Cum Analytical Study On Effect Of Wall Materials In Thermal Comfort Index Of Institutional Building	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,56	0,45	57,09	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,63
2	Exploring digital twin adaptation to the urban environment: Comparison with cim to avoid silo-based approaches	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	4,20	0,45	17,64	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,38
4		2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,40	0,45	29,16	0,05	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,48

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
244282052	Exploring Key Elements and Performance of BIM and VR Technologies in the Project Management of Assembled Buildings	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,60	0,45	43,56	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,56
244282052	Exploring the Application of BIM Technology in the Whole Process of Construction Cost Management with Computational Intelligence	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
244282052	Guidelines for the Implementation of BIM for Post-Occupancy Management of Social Housing in Brazil	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	9,00	0,45	81,00	0,08	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,05	0,70
244282052	Implementation of TQM and the Integration of BIM in the Construction Management Sector in Saudi Arabia	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
244282052	Implication of BIM on selected aspects of sustainability	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
244282052	Influencing Factors for an Integrated Model of Green Building Energy Consumption Using BIM Dynamic Simulation and Multiobjective Decision-Making	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,67	0,45	44,44	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,57
244282052	Information modelling management and green public procurement for waste management and environmental renovation of brownfields	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	6,33	0,45	40,11	0,06	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,05	0,55
244282052	Innovation Trends in Underground Works: The Example of the Arnotegi Tunnel in Bilbao	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	1,80	0,45	3,24	0,02	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,04	0,17
244282052	Innovative technologies, certification and assessment tools for a sustainable building heritage	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	4,00	0,45	16,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,36

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
2	Integrated BIM and VR for Interactive	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
5	Aerodynamic Design and Wind																					
3	Comfort Analysis of Modular Buildings																					
2	Integration of Durability Data of																					
5	Construction Elements Within a BIM-																					
4	Based Environment																					
2	Interior Design Effectiveness Modelling																					
5	for Public Buildings with BIM-Based																					
5	Technology																					
2	Internet of Things-Building Information																					
5	Modeling Integration: Attacks,																					
6	Challenges, and Countermeasures	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	4,71	0,45	22,22	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04	0,42
2	Investigating the Key Hindering Factors	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	2,60	0,45	6,76	0,02	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,24
5	and Mechanism of BIM Applications																					
7	Based on Social Network Analysis																					
2	Investigation of Energy Saving Using																					
5	Building Information Modeling for																					
8	Building Energy Performance in Office																					
8	Building																					
2	Key action fields for nearly carbon-																					
5	neutral districts: Stakeholder-specific																					
9	strategies and practice																					
2	Life Cycle Assessment of Embodied	2022	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
6	Carbon and Strategies for																					
0	Decarbonization of a High-Rise																					
2	Residential Building																					
6	Life Cycle Carbon Footprint																					
1	Assessments, Case Study of Malaysian																					
2	Housing Sector																					
6	Mathematical model prototype to																					
2	optimise engineering management of																					
2	the construction site																					

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
																	Σ(Vij-Vj+)^2	Si+	Σ(Vij-Vj-)^2	Si-	Si+ + Si-	Pi
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00					Si+ + Si-	Pi
263265267689	Methodologies for the Design of University Teaching Spaces in Covid/19 Regime. A BIM Oriented Approach, Defined for the Case Study of the Buildings of the Department of Architecture of the University of Florence (DiDA)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	8,67	0,45	75,11	0,08	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,68
264	Modular Structure Construction Progress Scenario: A Case Study of an Emergency Hospital to Address the COVID-19 Pandemic	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,50	0,45	56,25	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,62
265	Multiobjective optimization of building energy consumption and thermal comfort based on integrated BIM framework with machine learning-NSGA II	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,47	0,45	55,75	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,62
266	On the exploration of building information modeling capabilities for promoting sustainability-related practices in construction projects: Case studies in china and usa	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
267	Optimization and Performance Analysis of Residential Building for Sustainable Energy Design Through BIM	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
268	Parametric Performance Analysis of the Cooling Potential of Earth-to-Air Heat Exchangers in Hot and Humid Climates	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	6,86	0,45	47,02	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,58
269	Policies, applications, barriers and future trends of building information modeling technology for building sustainability and informatization in China	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44

Clasificación		Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij* wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Publicações																					
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
2802828283284	Systematising multidisciplinary sustainable building design processes utilising BIM	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	5,43	0,45	29,47	0,05	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,48
28281288	The "D2P" Approach: Digitalisation, Production and Performance in the Standardised Sustainable Deep Renovation of Buildings	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,73
28282828	The Analysis of Green Building System Based on BIM	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	9,67	0,45	93,44	0,08	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,72
28288283	The Construction of Green Building Integrated Evaluation System Based on BIM Technology	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	8,00	0,45	64,00	0,07	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,65
28288284	The development and application of BIM and virtual reality technology in the field of architectural design in the information age	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	7,00	0,45	49,00	0,06	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,05	0,59
28288285	The Exploration of the Teaching Reform in the Course of "Drawings Recognition in Construction Engineering" for the Veterans Under the Background of "1+X"Certificate	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
28288286	System: Take a Private University in Hainan Province as an Example	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,00	0,45	9,00	0,03	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,27
28288287	Traffic Road Emission Estimation through Visual Programming	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
28288288	Algorithms and Building Information Models: A Case Study	2021	0,3	4084441,00	0,06	0,02	3,00	0,45	9,00	0,03	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,04	0,27
28288289	Universal Design and Interoperable Digital Platforms Between Conservation and New Fruition	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44
28288290	Opportunities. The Case Study of Arianna's Domus in Pompeii	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	5,00	0,45	25,00	0,04	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,44

Clasificación	Publicações	Ano de publicação	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nota de relevância	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Nº de citações	Peso (wi)	x2	Xij	Xij*wi	Distância Euclidiana do cenário ideal positivo (Si+)		Distância Euclidiana do cenário ideal negativo (Si-)		Performance Score (Pi)	
	Cenário Ideal Positivo (V+)	2022	0,3	4088484,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	94,00	0,10	8836,00	0,15	0,01						
	Cenário Ideal Negativo (V-)	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	$\Sigma(V_{ij}-V_{j+})^2$	Si+	$\Sigma(V_{ij}-V_{j-})^2$	Si-	Si+ + Si-	Pi
288	Using BIM for Assessing Buildings Life Cycle Impacts	2020	0,3	4080400,00	0,06	0,02	10,00	0,45	100,00	0,09	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,05	0,73

