



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 06, pp. 56755-56759, June, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.24753.06.2022>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

BIM E CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS NO CONTEXTO DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO DA ONU: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Karina Paula Barbosa de Andrade Lima^{1,*}, Juliana Farias Santos de Moraes¹, Felipe Bezerra de Lima, Jackson José dos Santos², José Henrique da Silva², Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo³ and Romildo Morant de Holanda³

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco

² Programa de Pós-graduação em Engenharia Física, Universidade Federal Rural de Pernambuco

³ Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco

ARTICLE INFO

Article History:

Received 17th March, 2022

Received in revised form

23rd April, 2022

Accepted 11th May, 2022

Published online 28th June, 2022

Key Words:

Qualidade de vida,
Cidades sustentáveis,
ODS. Bibliometria,
Building Information Modeling.

*Corresponding author:

Karina Paula Barbosa de Andrade
Lima

ABSTRACT

Atualmente, 4 milhões de pessoas estão suscetíveis à deterioração da qualidade do ar e da infraestrutura e a falta de planejamento nas cidades, que abrigarão 60% da população mundial até 2030. Neste contexto surgiram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em 2015, cujo ODS 11 traz a necessidade de desenvolver e conceber construções sustentáveis. O Building Information Modeling contribui para a tomada de decisão na construção de edificações, fornecendo informações sobre ciclo de vida e estratégias para eficiência e sustentabilidade. O objetivo é avaliar sistematicamente, através da bibliometria, produções científicas relacionadas ao BIM e às construções sustentáveis. A bibliometria parte da definição de indicadores, aplicados às bases de dados Web of Science, ScienceDirect e Scopus. A amostra obtida contém 56 artigos e as investigações foram realizadas nos softwares MS-Excel e Vosviewer, respectivamente. Foram realizadas as análises: temporal, coocorrência de palavras-chave, mapeamento de países, de fontes, de artigos e de referências. Em 2016 houve aumento de publicações, apresentando um pico em 2021. A nuvem de palavras indicou que “sustainable construction” e “bim” são tendências de pesquisa atualmente. Este artigo pode dar assistência para a produção de conhecimento científico sobre construções sustentáveis e BIM, contribuindo para o desenvolvimento das cidades sustentáveis.

Copyright © 2022, Karina Paula Barbosa de Andrade Lima et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Karina Paula Barbosa de Andrade Lima, Juliana Farias Santos de Moraes, Felipe Bezerra de Lima et al. “BIM e construções sustentáveis no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento da ONU: uma análise bibliométrica”, *International Journal of Development Research*, 12, (06), 56755-56759.

INTRODUCTION

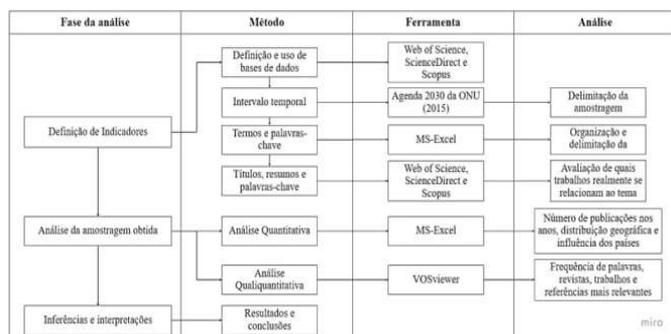
Na atualidade, as cidades abrigam 55% da população mundial, e este percentual não cessa em crescer. Estima-se que 60% das pessoas no mundo estarão residindo em áreas urbanas até 2030. No entanto, essas cidades ocupam apenas 3% da superfície do planeta, sendo responsável pelo consumo de 80% da energia e 75% da emissão de carbono (IPCC, 2021; ONU, 2021a). Foi a partir desse cenário que elaborou-se a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, em 2015, contando com a presença de 193 Estados-membro da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) (ONU, 2021b). Johnsson et al. (2020) afirmam que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) significam um compromisso político de longo prazo para incentivar a busca pelo desenvolvimento sustentável dentro das administrações públicas e privadas, através da descrição de diretrizes que detalham o que será necessário, aceito e apoiado pelas futuras gerações alcançarem o almejado equilíbrio.

A avaliação de impactos é essencial na análise das contribuições positivas e negativas de uma empresa para alcançar os ODS (TOPPLE et al., 2017). Dentre estes objetivos, o ODS 11 se destaca quanto ao recorte do estudo, denominado “Cidades e comunidade sustentáveis: criar cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”, visando garantir o acesso de todos a moradia segura, adequada e a custo acessível (ONU, 2021b). O setor da construção civil no Brasil manteve sua estabilidade nas últimas décadas com base em uma economia linear e extrativista, aparecendo como causador de grande impacto ambiental. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), o setor da construção é responsável pelo uso de mais de 35% da energia global e por emitir 40% do dióxido de carbono (CO₂) global relacionado à produção de energia. A emissão de CO₂ pela indústria da construção cresceu à taxa de 1% ao ano de 2010 a 2016 (IEA, 2017). Como indicado por Araújo e Sattler (2018), a concepção e a construção de edificações mais sustentáveis têm se propagado ao longo do tempo.

Com isso, conceitos como o da economia circular têm sido aplicados no setor, partindo da ideia do planejamento do ciclo de vida completo dos materiais e das construções, para a redução do desperdício e do uso de energia na produção (HENTGES et al., 2021). As construções sustentáveis têm atuado positivamente na proteção do meio ambiente e no desenvolvimento do setor da construção “verde”. No entanto, a maior dificuldade atualmente para o desenvolvimento deste ramo são a incapacidade de adquirir dados sobre o ciclo de vida de uma edificação, o acompanhamento, monitoramento e a análise de simulação de diferentes cenários ainda na fase de projeto. Neste contexto, o Building Information Modeling (BIM) surge como alternativa para reduzir essas deficiências, através da modelagem, colaboração, projeto, gestão e coordenação (ZHANG et al., 2019). Dado o aumento da preocupação da sociedade civil e dos administradores com os impactos negativos causados pela indústria da construção civil, o BIM está sendo cada vez mais empregado por esse setor (CARVALHO; BRAGANÇA; MATEUS, 2020). Nos últimos anos, as associações entre o BIM e a arquitetura sustentável têm crescido tanto como objeto de estudo para a comunidade científica quanto para projetos e execuções práticas (ZHANG et al., 2019). No Brasil, o BIM ganhou impulso em 2020 com a publicação do decreto nº 10.306, que estabelece a aplicação da metodologia na execução de obras e serviços de engenharia nos setores da administração pública (BRASIL, 2020). Logo, o presente estudo objetiva avaliar sistematicamente, através de uma análise bibliométrica, as publicações científicas relacionadas ao BIM e às construções sustentáveis a partir do ano da elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

METODOLOGIA

A bibliometria pode ser definida como um método quantitativo e estatístico de sistematização, medição dos índices de produção e propagação da literatura científica, atuando como um espelho do comportamento e da evolução das pesquisas em um campo do conhecimento (CHUEKE; AMATUCCI, 2015; PIMENTA et al., 2017). A análise bibliométrica permite perceber e entender as sinergias entre temas e campos de estudo (SAIEG et al., 2017). Para a estruturação da análise bibliométrica do objeto de estudo (Figura 1), foram definidos indicadores relacionados ao tema, os quais foram igualmente aplicados às bases de dados Web of Science, ScienceDirect e Scopus, as quais são bases relevantes que contam com parte significativa da literatura (JOHNSON et al., 2020), de forma a delimitar uma amostragem razoável de artigos.



Fonte: Autores, 2021

Figura 1. Organograma estrutural da metodologia

Posteriormente, os artigos foram exportados diretamente da base de dados em dois formatos: .pdf, para a leitura e análises quantitativas junto ao software MS-Excel, a elaboração de figuras informativas pelo QGIS, e também em .txt, para a realização das análises qualiquantitativas, realizadas com o software VOSviewer. A análise quantitativa foi realizada a partir do número de publicações através dos anos, dado o intervalo temporal determinado para o escopo da pesquisa, assim como pela avaliação da distribuição geográfica dos trabalhos e a influência dos países na quantidade de documentos relativos ao tema que foram publicados. A análise qualiquantitativa partiu do cruzamento de informações obtidas a partir da base de

dados, como a frequência de palavras, demonstrando quais são os termos mais recorrentes e quanto o mesmo aparece, de forma visual, as revistas que mais publicam, os trabalhos e as referências mais utilizadas pela comunidade científica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após as verificações e simulações realizadas nos softwares descritos, os resultados serão detalhados a partir de diferentes análises, de forma a construir a interpretação dos dados bibliométricos provenientes do objeto de pesquisa selecionado.

Definição dos Indicadores e Contabilização das Amostras: Os indicadores foram utilizados individualmente e em combinações em cada uma das bases de dados (Quadro 1), e o refinamento da busca se deu pelo tipo de documento, apenas artigos de revisão e artigos de pesquisa, e por um intervalo temporal de 2015 a 2022. Este período foi escolhido de forma estratégica, devido à elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável pela ONU. Dessa forma, buscou-se encontrar uma amostragem para a qual fosse possível analisar cada um dos artigos, inicialmente pela leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, mantendo a coerência das informações que são pertinentes ao estudo. A amostragem utilizada para a análise bibliométrica foi a da base Web of Science, somando 71 artigos de pesquisa e de revisão, correspondentes ao indicador “BIM” AND “sustainable construction”. Após a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos documentos apresentados, restaram 56 artigos, os quais se mantinham dentro do recorte da pesquisa.

Quadro 1. Indicadores e quantitativo da amostra

Indicadores	WoS	ScienceDirect	Scopus
“sustainability”	176.127	648.243	132.204
“BIM”	8.582	8.279	7.863
“sustainable construction”	1.885	2.869	1.527
“BIM” AND “sustainability”	616	3.224	365
“BIM” AND “sustainable construction”	71	286	54
“BIM” AND “sustainability” AND “sustainable construction”	41	286	30

Fonte: Autores (2021).

Análise Temporal: Para análise cronológica das publicações relacionadas ao BIM e às construções sustentáveis (Figura 2) foi utilizada toda a amostragem obtida, somando 56 artigos. É possível inferir que houve um crescimento no número de publicações a partir do ano de 2018, apresentando um pico no ano de 2021, o que pode demonstrar o aumento da preocupação da comunidade científica nos últimos anos quanto aos impactos gerados pelo setor da construção civil, assim como a busca pelo desenvolvimento e popularização desta relação entre a ferramenta BIM e as metodologias e tecnologias voltadas a construções mais ambientalmente corretas. Ao mesmo tempo, pode-se observar que o ano de 2015 apresentou quantidade de publicações maior que o ano seguinte, possivelmente impulsionada pela Assembleia Geral da ONU, ocorrida em setembro do mesmo ano em Nova Iorque, evento normalmente divulgado pela mídia internacional e no meio científico.

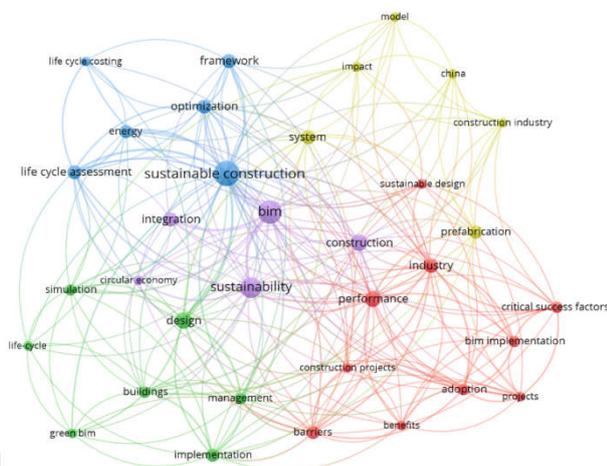
Análise de co-ocorrência de palavras-chave: Em termos de análise de frequência de palavras a partir das palavras-chave, foi definido como parâmetro mínimo de 3 ocorrências para cada termo nos trabalhos analisados. Com isso, a nuvem gerada (Figura 3) indica grande aparecimento do termo “sustainable construction”, dado o maior tamanho do nó, e a representação de 5 clusters, o que demonstra que os artigos analisados apresentaram diferenças no recorte de pesquisa. O aglomerado azul, em evidência, demonstra que as construções sustentáveis foram frequentemente relacionadas a termos como avaliação de ciclo de vida, que é um método que avalia os potenciais impactos ambientais gerados pelas atividades da construção civil (THIBODEAUA; BATAILLEA; SIEC, 2019), otimização, energia, framework e custo do ciclo de vida. Outro

aglomerado importante e que se destaca na nuvem de palavras é o roxo, centralizado no termo “bim”, tendo este sido frequentemente relacionado a sustentabilidade, construção, integração e economia circular.



Fonte: Autores (2021).

Figura 2. Quantidade de publicações durante o período 2015-2022

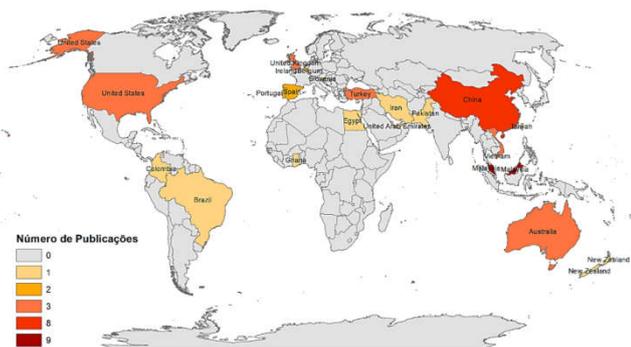


Fonte: Autores (2021).

Figura 3. Nuvem de palavras mais recorrentes

A nuvem de palavras revela sinergia entre os termos “bim” e “sustainability” e “bim” e “integration”, os quais apresentam linhas de conexão em maior espessura. Da mesma forma, observa-se o mesmo com os termos “sustainable construction” e “design”, “sustainable construction” e “life cycle assessment”, e “sustainable construction” e “bim”, o que demonstra que tais termos são frequentemente citados e relacionados entre si nos trabalhos selecionados para esta análise.

Análise dos países: A avaliação da distribuição geográfica (Figura 4) das publicações relacionadas ao objeto de pesquisa evidencia que a Malásia foi o país que mais pesquisou sobre este recorte do estudo, imediatamente seguido pela China.

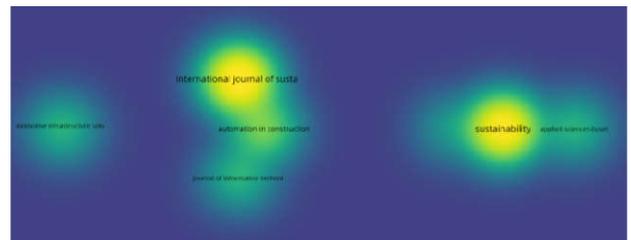


Fonte: Autores (2021).

Figura 4. Países que mais publicaram sobre o tema no período 2015-2022

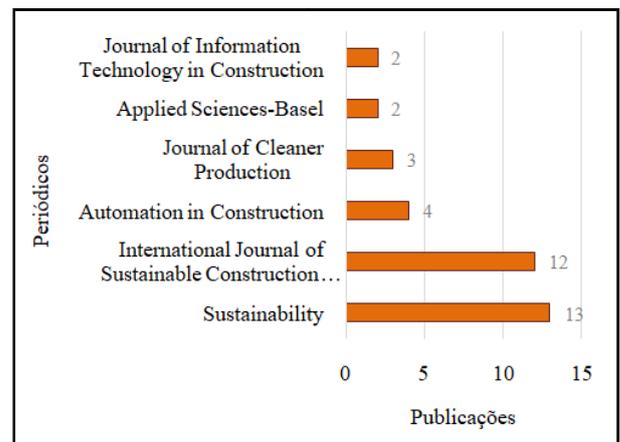
A Malásia e a China contribuíram com 17,6% e 15,7% dos artigos de revisão e de pesquisa realizados desde o ano de 2015. No total, 23 países publicaram sobre o tema no intervalo temporal estabelecido e o Brasil apresentou apenas um documento, contabilizando 2,0% em contribuição ao tema na amostragem obtida. De acordo com Latiffi, Brahim e Fathi (2016), o BIM tem sido implementado na Malásia desde 2007 por trabalhadores da construção civil, arquitetos, engenheiros e gestores de facilities. A partir de então, a gestão pública adotou o BIM nos projetos governamentais. Em 2008, o conselho do Instituto de Arquitetos da Malásia aprovou a criação de um Comitê de Sustentabilidade, o qual foi responsável por elaborar o Green Building Index (GBI) ou Índice de Edifícios Verdes, juntamente com o painel de monitoramento para a concessão de certificação e credenciamento de empreendimentos construtivos (GBI, 2020). Khoshdelnezamiha et al. (2018) estudaram a incorporação do BIM ao GBI a partir do planejamento de fluxos de trabalho, com a inclusão de parâmetros para tornar o software Autodesk Revit mais amigável à proposta da certificação. Então, a introdução do BIM tanto no setor público quanto no privado, aliado a criação de certificações ambientais próprias e os estudos sobre a conciliação da ferramenta com o GBI podem ser fatores que impulsionaram a Malásia a despontar nas pesquisas sobre construções sustentáveis e o BIM nos últimos anos.

Análise das fontes: O periódico que apresentou maior recorrência (Figura 5) para a amostragem obtida foi o Sustainability, que foi o periódico responsável por 13 das publicações coletadas, seguido pelo International Journal of Sustainable Construction, Engineering And Technology, com 12 publicações (Figura 6). No total, foram contabilizados 26 periódicos dentre as publicações contidas no conjunto amostral.



Fonte: Autores (2021).

Figura 5. Periódicos que mais publicaram sobre o tema de 2015 a 2022



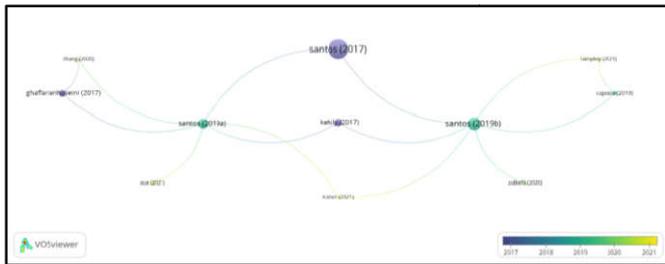
Fonte: Autores (2021).

Figura 6. Distribuição do número de publicações por periódico

A classificação pela Plataforma Sucupira para o quadriênio 2013-2016 é um parâmetro que pode auxiliar na identificação dos periódicos mais relevantes dada uma área de concentração. É possível observar que a amostragem obtida apresenta artigos publicados em periódicos de alta relevância, como Journal of Cleaner Production e

Energy and Buildings, tanto para a área de avaliação de Engenharias I, que inclui as engenharias civil e sanitária e ambiental, quanto para a de Arquitetura, Urbanismo e Design.

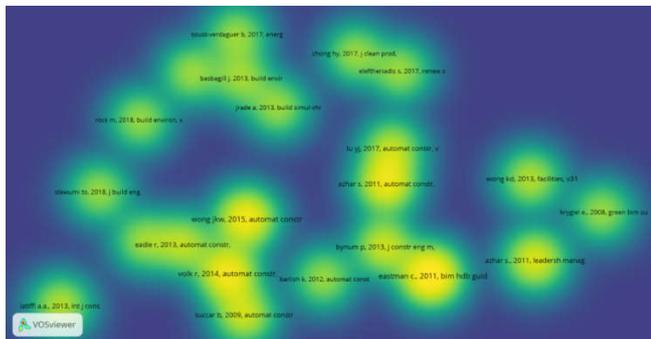
Análise dos artigos: O artigo mais citado (Figura 7) nos trabalhos colhidos foi o de Santos (2017), intitulado “Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015”, aparecendo 126 vezes como citação, sucedido por Santos (2019), com o artigo “Integration of LCA and LCC analysis within a BIM-based environment”, mencionado 59 vezes. Os artigos mais frequentemente utilizados pelos autores foram publicados em 2017 e 2019. O parâmetro analítico de trabalhos citados é importante para entender os aspectos que guiaram as pesquisas dos outros autores, além de se apresentarem como alternativa bibliográfica para a construção do conhecimento teórico e de artigos de revisão.



Fonte: Autores (2021).

Figura 7. Artigos mais citados pelos pesquisadores do tema

Análise das referências: A amostra total com os 56 artigos analisados apresentou um total de 2955 referências utilizadas. O artigo mais referenciado foi o de Eastman (2011), usado por 13 outros autores, presentes na amostragem. Logo em seguida, aparecem Volk (2014) e Wong (2015), ambos referenciados em 10 artigos (Figura 8). Dentre os trabalhos mais referenciados, o mais antigo é o do autor Krygiel, datado de 2008, e os mais recentes são os de Rock e Olawumi, de 2018.



Fonte: Autores (2021).

Figura 8. Referências mais utilizadas nos artigos coletados

CONCLUSÃO

A relação entre o Building Information Modeling e as construções sustentáveis tem sido objeto de estudos, principalmente em artigos de pesquisa sobre a aplicação da ferramenta para o desenvolvimento de tecnologia na área do ambiente construído e da arquitetura verde, como em estudos de eficiência energética, avaliação de envoltória, aproveitamento de água de chuva e resíduos, gestão de resíduos de construção e demolição e de facilites, por exemplo. Este artigo avaliou dados quantitativos e quali-quantitativos sobre a literatura relativa à associação entre o BIM e o meio ambiente no período de 2015 a 2022, indicando através de estatísticas e análises visuais em quais campos a comunidade científica tem concentrado esforços nesse tema e quais os pontos de oportunidade (gaps) para pesquisas e desenvolvimentos no futuro.

Cronologicamente, os estudos relacionando os termos que compõem o objeto de pesquisa têm aumentado desde 2016, apresentando um pico em 2021, o que reforça que a sustentabilidade atrelada à construção civil e à modelagem da informação é um tópico promissor para publicações e aplicações práticas. Apesar do crescimento, o quantitativo de amostras coletadas ainda é pequeno, principalmente levando em consideração que já se passaram quase 8 anos desde a elaboração e publicação da Agenda 2030. A nuvem de palavras indicou que as expressões “sustainable construction”, “bim” e “sustainability” são tendências de pesquisa atualmente, enquanto termos como “life cycle costing”, “impact” e “green bim” são possíveis propostas para desenvolvimento em pesquisas futuras. As relações de sinergia também foram avaliadas, identificando relações fortes entre “bim” e “sustainability”, “bim” e “integração”, “sustainable construction” e “design”, “sustainable construction” e “life cycle assessment”, e “sustainable construction” e “bim”. Quanto à análise de países, a Malásia e a China despontaram como os mais produtivos no período de 2015 a 2022, contribuindo com 33,3% das publicações entre os 23 países identificados.

Os documentos encontrados foram publicados em 26 periódicos, sendo o Sustainability e o International Journal Of Sustainable Construction, Engineering And Technology responsáveis pela publicação de 44,6% dos artigos. Aproximadamente 15,4% destes periódicos são classificados como A1 para a área de Engenharias I e 11,5% são A1 para Arquitetura, Urbanismo e Design. Alguns periódicos não foram encontrados, ou seja, não apresentam classificação Qualis. Dentre as 2955 referências utilizadas nos 56 artigos, Eastman (2011) foi o mais usado, seguido por Volk (2014) e Wong (2015). Este artigo pode servir como ponto de partida para os pesquisadores interessados em desenvolver inovação e conhecimento científico na área de construções sustentáveis e modelagem da informação da construção para a criação de cidades sustentáveis e para alcançar os ODS. Para isso, o trabalho buscou apresentar um panorama atual, demonstrando a relevância do tema para o desenvolvimento sustentável da construção civil no mundo, além de fomentar as informações sobre os artigos, autores e periódicos mais relevantes na área, contribuindo para estudos futuros.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M., SATTTLER, M. 2018. Contribuição do BIM no processo de quantificação de CO2 no projeto de edificações: estudo de caso com o software Autodesk Revit. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo, n. 22, p. 102–111. Doi: <http://dx.doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.07>.
- BRASIL. 1998. Decreto nº 10.306 de 02 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial da União: 12 fev. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 29 jun. 2021.
- CARVALHO, J. P., BRAGANÇA, L., MATEUS, R. 2020. A systematic review of the role of BIM in building sustainability assessment methods. Applied Sciences (Switzerland), v. 10, n. 13. Doi: 10.3390/app10134444.
- CHUEKE, G. V., AMATUCCI, M. 2015. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. Revista Eletrônica de Negócios Internacionais, v. 10, p. 1–5. Doi: <https://doi.org/10.18568/1980-4865.1021-5>.

- HENTGES, T. I., MOTTA, E. A. M., FANTIN, T. V. L., MORAES, D., FRETTE, M. A., PINTO, M. F., BOES, J. S. 2021. Circular economy in Brazilian construction industry: Current scenario, challenges and opportunities. *Waste Management and Research*. Doi: <https://doi.org/10.1177/0734242X211045014>.
- IEA - Agência Internacional de Energia. Global Status Report 2017. 2017. Disponível em: <https://www.worldgbc.org/news-media/global-status-report-2017>. Acesso em: 28 nov. 2021.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 18 dez. 2021.
- JOHNSON, F., KARLSSON, I., ROOTZÉN, J., AHLBÄVK, A., GUSTAVSSON, M. 2020. The framing of a sustainable development goals assessment in decarbonizing the construction industry – Avoiding “Greenwashing”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 131. Doi: 10.1016/j.rser.2020.110029.
- KHOSHDELNEZAMIHA, G., LIEW, S. C., BONG, V. N. S., ONG, D. E. L. 2018. BIM-based Approach for Green Buildings in Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 268, n. 1. Doi: 10.1088/1755-1315/268/1/012052.
- LATIFFI, A. A., BRAHIM, J., FATHI, M. S. 2016. Transformation of Malaysian Construction Industry with Building Information Modelling (BIM). *MATEC Web of Conferences*, v. 66. Doi: 10.1051/mateconf/20166600022.
- ONU – Organização das Nações Unidas. Sustainable cities: Why they matter. 2021a. Disponível em: https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2019/07/11_Why-It-Matters-2020.pdf. Acesso em: 20 dez. 2021.
- ONU – Organização das Nações Unidas. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11: Cidades e comunidades sustentáveis. 2021b. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 20 dez. 2021.
- PIMENTA, A. A., PORTELA, A. R. M. R., OLIVEIRA, C. B., RIBEIRO, R. M. 2017. A Bibliometria nas Pesquisas Acadêmicas. *Scientia - Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 4, n. 7, p. 1–13.
- SAIEG, P., SOTELINO, E., NASCIMENTO, D., CAIADO, R. 2018. Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, v. 174, p. 788–806. Doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.030.
- SANTOS, R., COSTA, A. A., GRILLO, A. 2017. Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. *Automation in Construction*, v. 80, p. 118–136. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.005>.
- SANTOS, R., COSTA, A. A., SILVESTRE, J. D., PYL, L. 2019. Integration of LCA and LCC analysis within a BIM-based environment. *Automation in Construction*, v. 103, n. February, p. 127–149. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.011>.
- THIBODEAU, C., BATAILLE, A., SIÉ, M. 2019. Building rehabilitation life cycle assessment methodology–state of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 103, n. January 2017, p. 408–422. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.037>.
- TOPPLE, C., DONOVAN, J. D., MASLI, E. K., BORGERT, T. 2017. Corporate sustainability assessments: MNE engagement with sustainable development and the SDGs. *Transnational Corporations*, v. 24, p. 61–71. Doi: <https://doi.org/10.18356/2ae5911c-en>.
- ZHANG, L., CHU, Z., HE, Q., ZHAI, P. 2019. Investigating the constraints to building information modeling (BIM) applications for sustainable building projects: A case of China. *Sustainability (Switzerland)*, v. 11, n. 7. Doi: 10.3390/su11071896.
