XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8759

Integração simplificada BIM–ACV no Revit para avaliar CO_2 incorporado em estruturas

Simplified BIM–LCA integration on Revit for evaluating embedded CO_2 in structures

Nicole Aosani de Morais
UFSM | Santa Maria| Brasil | moraisanicole@gmail.com
Clara Vaqueiro Escosteguy
UFSM| Santa Maria | Brasil | claraescosteguy@gmail.com
Débora Bretas Silva
UFSM | Santa Maria | Brasil | debora.bretas@ufsm.br
Izadora Petterini
UFSM | Santa Maria | Brasil | izadorapetterini@gmail.com

Resumo

O setor da construção civil responde por 34% das emissões globais de CO_2, demandando estratégias de mitigação como a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). Este estudo analisa a integração simplificada da ACV à plataforma BIM para otimizar a tomada de decisão. A pesquisa consistiu na modelagem de vigas de concreto armado no Autodesk Revit 2026, com parametrização de indicadores focados no ciclo de vida inicial (estágios A1–A3). A metodologia comparou diferentes classes de resistência do concreto, com enfoque na análise de compensação entre resistência mecânica, volume estrutural e emissões de CO_2, utilizando tabelas nativas para quantificar o CO_2 incorporado. Os resultados indicam que, embora o concreto de 35 MPa possua um fator de emissão unitário 23% superior ao de 25 MPa, sua maior capacidade de carga permite seções mais esbeltas que reduzem a emissão total em até 18%. Conclui-se que a eficiência ambiental reside no equilíbrio entre performance mecânica e volume material, validando o fluxo BIM-ACV como método célere para especificações de baixo impacto.

Palavras-chave: Carbono incorporado. BIM. Estruturas. Sustentabilidade . ACV

Abstract

The construction accounts for 34% of global CO_2 emissions, requiring mitigation strategies such as Life Cycle Assessment (LCA). This study analyzes the simplified integration of LCA with the BIM platform to optimize decision-making. The research involved modeling reinforced concrete beams in Autodesk Revit 2026, where environmental indicators focused on the initial life cycle (stages A1–A3) were parameterized. The methodology compared different concrete strength classes, with a focus on the trade-off analysis between mechanical strength, structural volume, and CO_2 emissions, using native schedules to quantify embodied CO_2. Results indicate that while 35 MPa concrete has a 23% higher unit emission factor than 25 MPa, its higher load capacity allows for slender sections that reduce total emissions by up to 18%. It is concluded that environmental efficiency stems from the balance between mechanical performance and material volume, validating the BIM-LCA workflow as an efficient method for low-impact specifications.

Keywords: Embodied carbon. BIM. Structures. Sustainability. LCA

Como citar:
MORAIS, N.A., ESCOSTEGUY, C.V., BRETAS SILVA, D., PETTERINI, I. Integração simplificada BIM–ACV no Revit para avaliar CO_2 incorporado em estruturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8759

INTRODUÇÃO

À medida que o desenvolvimento tecnológico avança e as demandas humanas se intensificam, o setor da construção civil também evolui, adaptando seus métodos e ferramentas às novas exigências de desempenho, precisão e eficiência. Entretanto, esse avanço ocorre em meio a um cenário crítico: a contínua extração de recursos naturais e o elevado consumo energético associado ao processo construtivo têm se mostrado ambientalmente insustentáveis. Estudos recentes destacam que o setor da construção representa uma parcela significativa dos impactos ambientais globais, especialmente quando considerados os impactos do ciclo de vida dos materiais e sistemas construtivo [1]

Nesse contexto, o concreto, embora seja um material essencial para o desenvolvimento da infraestrutura moderna, possui um papel relevante no contexto do aquecimento global devido à intensidade de carbono associada à sua cadeia produtiva. No Brasil, estima-se que a produção de cimento e aço responda por cerca de 17% das emissões nacionais de CO_2 (excluindo-se o desmatamento). Isso ocorre porque etapas fundamentais do ciclo de vida do concreto, como a extração de matérias-primas, produção do cimento e fabricação do concreto, estão associadas a emissões relevantes nos módulos A1 a A3 (berço ao portão), que compõem o escopo mínimo recomendado para quantificação de CO_2 incorporado. Entre os elementos estruturais, as vigas de concreto representam parcela significativa do volume total de materiais e, consequentemente, das emissões associadas à produção, transporte e execução desses componentes. [2]

Para enfrentar esses desafios, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) demonstra ser uma metodologia eficaz na quantificação de fluxos de energia e materiais [4]. Aliada a isso, a consolidação do *Building Information Modeling* (BIM) oferece uma plataforma capaz de integrar parâmetros ambientais diretamente aos elementos do modelo, permitindo avaliações sistemáticas e automatizadas. A literatura aponta que a utilização do BIM como base de dados ambientais melhora a consistência das análises, aumenta a rastreabilidade e reduz o esforço manual através de métodos paramétricos. [3]

Apesar de tais avanços, a interoperabilidade entre modelos BIM e ferramentas de análise ambiental ainda impõe desafios técnicos, evidenciando a necessidade de *frameworks*[1] que facilitem a integração de dados, especialmente em estruturas de concreto. Iniciativas que simplificam a parametrização e organizam os fatores de emissão diretamente no ambiente de modelagem são fundamentais para tornar a sustentabilidade uma prática cotidiana no projeto.[4]

Considerando esse panorama, o presente artigo propõe o desenvolvimento e a aplicação de uma parametrização BIM simplificada para quantificar o CO_2 incorporado em vigas de concreto, utilizando como base os fatores de emissão do Boletim Técnico CT-101. É importante salientar que, apesar de muitos fluxos BIM-ACV dependerem de

[1] termo em inglês utilizado para designar uma estrutura conceitual ou metodológica que organiza e orienta o desenvolvimento de um processo ou sistema.

interoperabilidade e ferramentas externas, o presente estudo se destaca pelo desenvolvimento da parametrização simplificada diretamente no ambiente do Revit, sem necessidade de conhecimentos avançados do software ou de extensões.

O objetivo é quantificar a emissão de carbono das etapas A1-A3 com diferentes classes de resistência de concreto em vigas de seções diversas. A partir disso, verificar a relação de *trade-off* entre resistência mecânica, volume estrutural de concreto e emissão de CO_2. Pretende-se, também, observar a viabilidade de automatização BIM-ACV, para assim reduzir etapas manuais como, elaboração de tabelas, organização de dados e cálculos de impactos. Além disso, demonstrar que a integração direta entre propriedades de materiais e cálculos de emissões no modelo BIM permite análises mais rápidas, replicáveis e alinhadas às práticas contemporâneas de sustentabilidade digital na construção.[5]

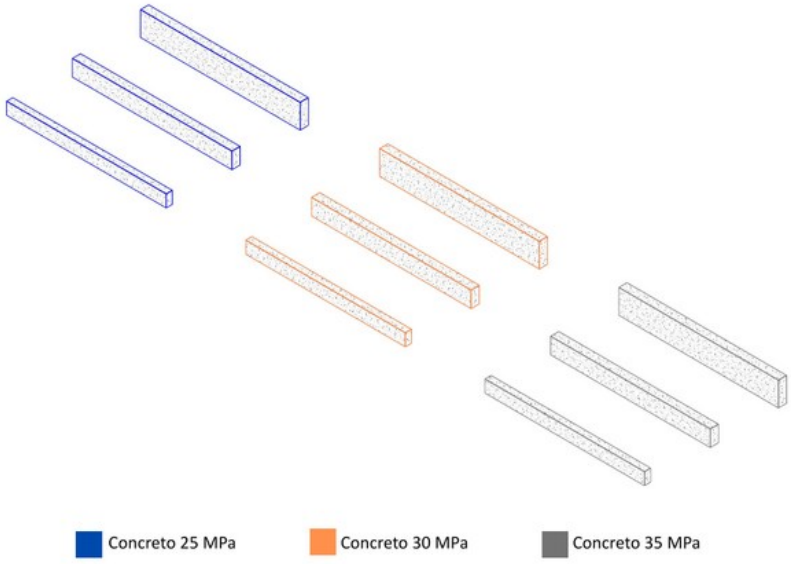
MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi elaborada a modelagem 3D de vigas de concreto armado no software Autodesk Revit 2026, com seções variadas (15 × 30 cm, 20 × 40 cm e 20 × 60 cm), sendo mantido, contudo, o mesmo comprimento de 4 metros (ver Figura 1). Dessa forma, os elementos foram desenvolvidos no Nível de Desenvolvimento 300 (LOD 300), pois possuem geometria precisa e materiais definidos que permitem a obtenção de quantitativos para a estimativa de CO_2 incorporado[6]. Como a análise tem enfoque específico no concreto não foram consideradas as armaduras de cada seção, mas vale ressaltar que para um estudo mais completo sua inserção seria essencial, uma vez que o aço possui elevada pegada de carbono. A padronização do vão visou simplificar a comparação direta entre as seções, entretanto, ressalta-se que a seção de 20x60 possui capacidade técnica para vencer vãos maiores. Portanto, a manutenção do vão fixo caracteriza uma abordagem conservadora, uma vez que vãos maiores resultam em volumes de materiais e impactos ainda mais expressivos.

Além dessa variação de seção transversal, também foram testados diferentes tipos de classes de concreto, com base nos dados disponíveis no Boletim Técnico do comitê CT-101 para quantificação das emissões de $C0_2$ [2]. Foram considerados concretos das classes 25 MPa, 30 MPa e 35 MPa, aplicados a cada uma das seções, resultando em um total de nove vigas com diferentes combinações de geometria e resistência do material.

Figura 1: Modelagem das vigas

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8759



Fonte: os autores

O escopo da análise concentrou-se nas emissões de CO_2 no Estágio de Produto (A1-A3) da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), abrangendo as etapas de extração de matérias-primas, transporte e fabricação (análise “Berço ao Portão”). Os coeficientes de impacto extraídos do CT-101 foram associados aos quantitativos extraídos da modelagem, integrando a metodologia de ACV ao fluxo de trabalho BIM.

Para esse enriquecimento informacional do modelo criou-se o parâmetro EF_A1A3, que corresponde ao Fator de Emissão de CO_2 emitido por unidade de material produzido.

O estudo limitou-se aos módulos A1-A3, entretanto o módulo A4, pertencente ao Estágio de Processo Construtivo, referente ao transporte do produto das fábricas até a obra, possui significativo impacto na emissão de CO_2 incorporado. Esse fator se torna ainda mais crítico no transporte de materiais pesados, como o concreto, dessa maneira a distância da fábrica até o canteiro de obras pode ser crucial na alteração do efeito ambiental final.

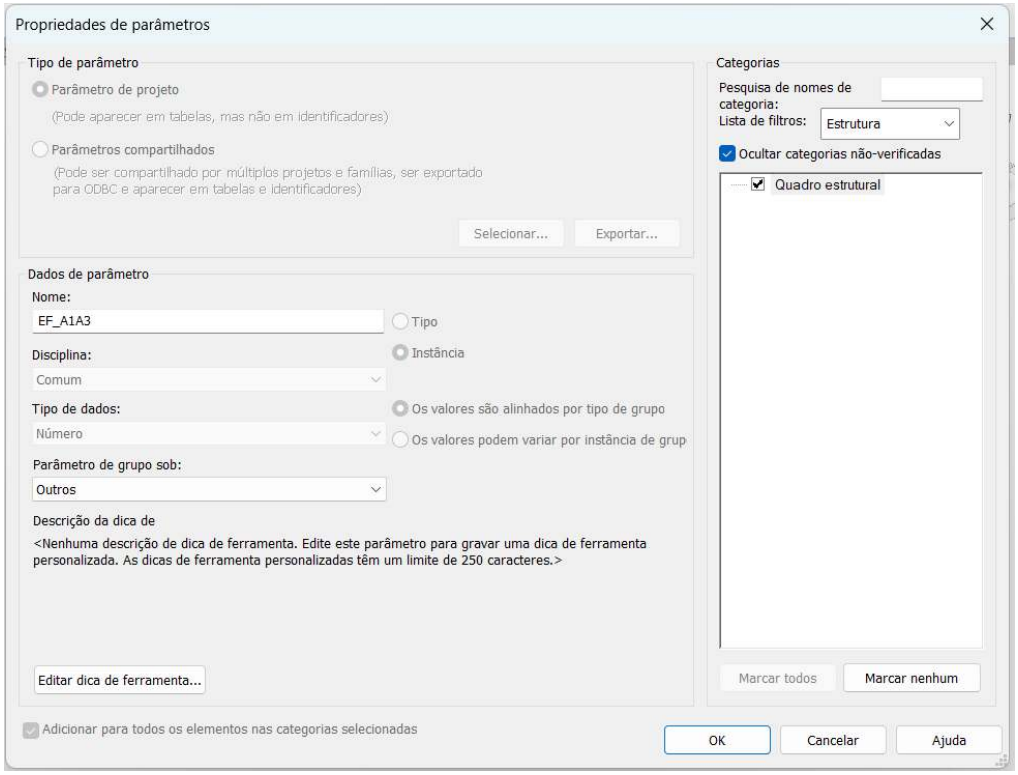
A Figura 2 ilustra as configurações desse parâmetro, que foi definido como “Parâmetro de Projeto”, pois é uma forma mais simples de implementação e pelo fato de a metodologia ter sido aplicada somente no modelo criado. Contudo, em fluxos de trabalho BIM colaborativos a utilização de “Parâmetros Compartilhados” se faz mais apropriada, uma vez que permitem a padronização das informações entre diferentes arquivos e favorecem a interoperabilidade.

Também foi configurado como “Parâmetro de Instância”, permitindo a atribuição de valores distintos para cada elemento individual, conforme o tipo de concreto utilizado. O mesmo foi classificado como disciplina “Comum” para maior flexibilidade de uso e tipo de dado “Numérico”, possibilitando a inserção de valores quantitativos para os cálculos das emissões.

O parâmetro foi agrupado na categoria Outros, uma vez que não faz parte das categorias já existentes do software. Sua aplicação foi restrita ao Quadro Estrutural, restringindo a aplicação do parâmetro a elementos estruturais, mais especificamente

as vigas. A unidade adotada para o Fator de Emissão foi o $KgCO_2/m^3$, que representa a quantidade em quilogramas de CO_2 emitida por metro cúbico de material nas fases A1-A3.

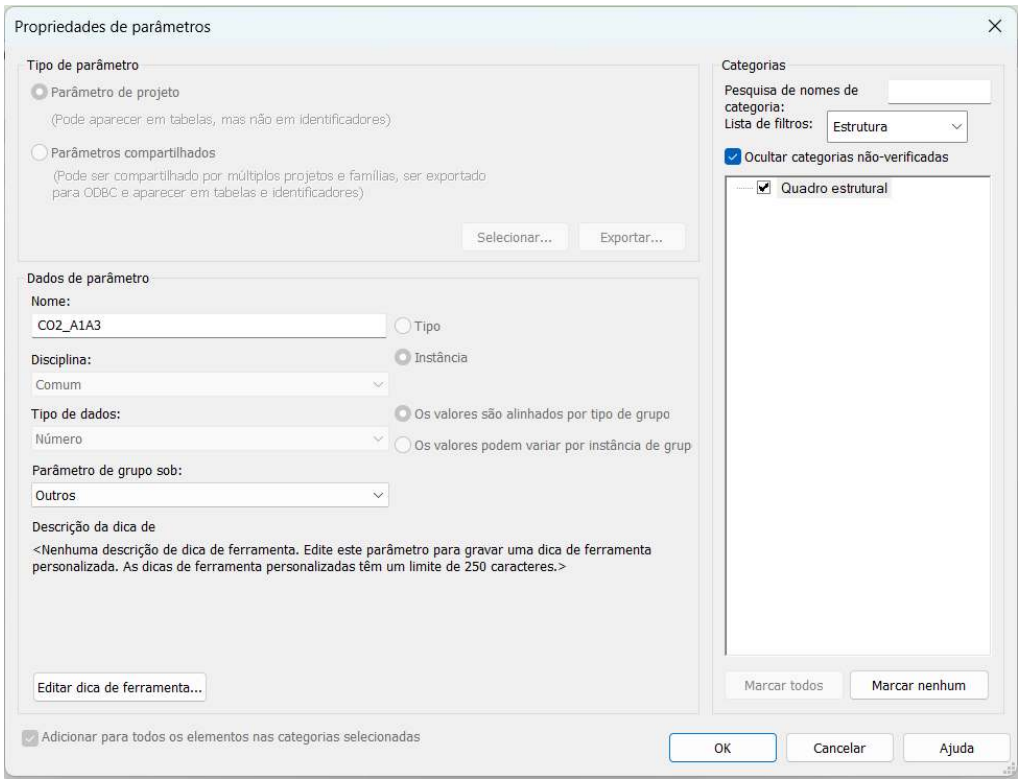
Figura 2: Propriedades do parâmetro de Fator de Emissão (EF_A1A3)



Fonte: os autores

O parâmetro CO2_A1A3 diz respeito ao cálculo final da emissão de CO_2 da viga de referência, considerando sua seção e classe de concreto. É possível observar na Figura 3 que foi criado um parâmetro com as mesmas configurações usadas no parâmetro EF_A1A3.

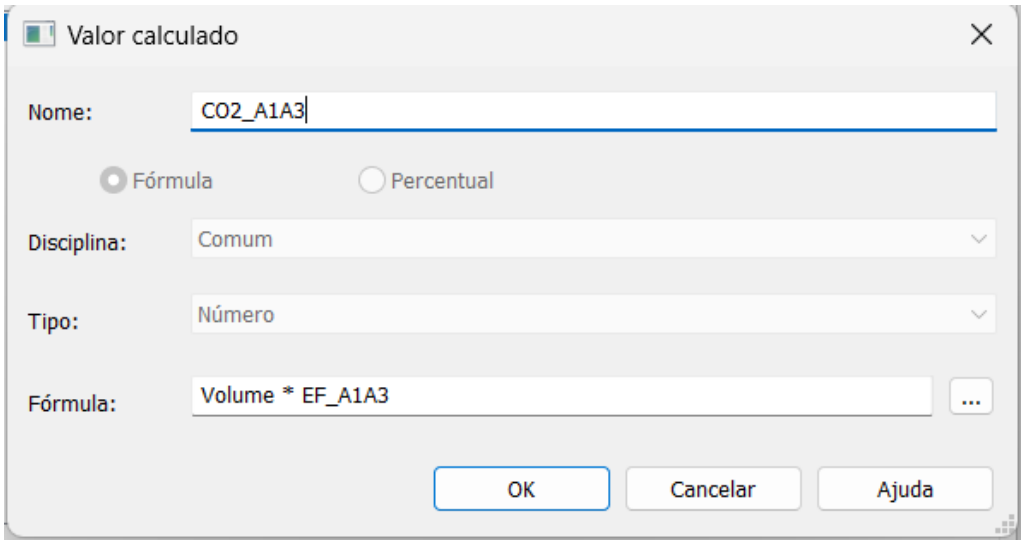
Figura 3: Propriedades do parâmetro CO2_A1A3



Fonte: os autores

Na sequência criou-se uma tabela para extrair tipo, volume, EF_A1A3 e CO2_A1A3. Ao incluir o parâmetro CO2_A1A3 como um campo da tabela, foi necessário aplicar uma fórmula em sua configuração, como demonstrado na Figura 4, para assim, ao empregar os valores de volume e emissão de $C0_2$, possibilitar que o software calcule de forma precisa e automática o resultado.

Figura 4: Aplicação de fórmula no parâmetro CO2_A1A3

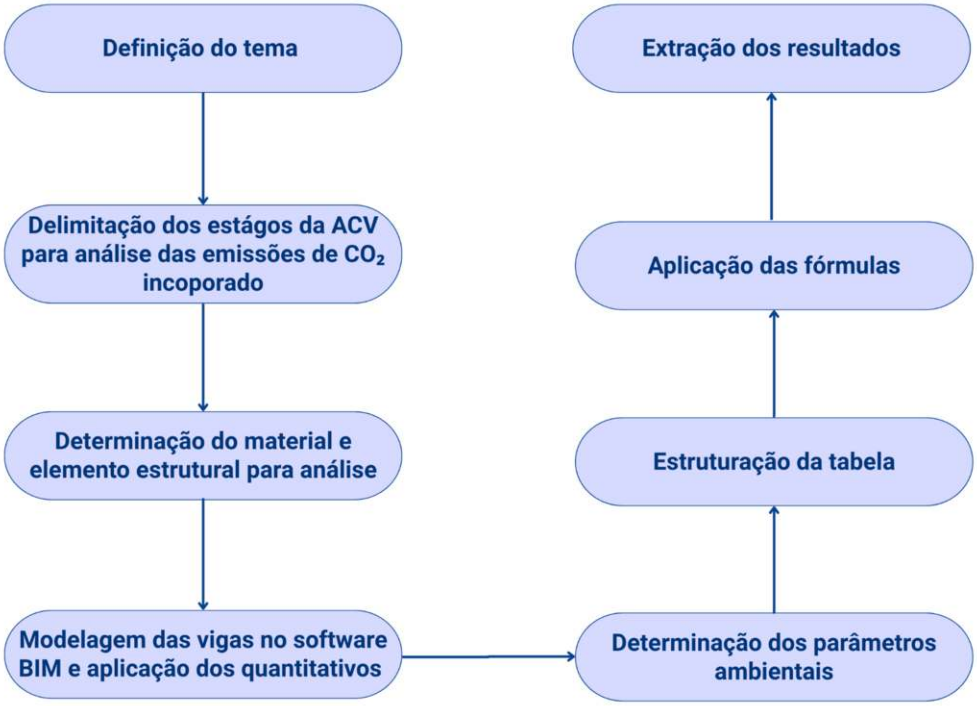


Fonte: os autores

Com a tabela estruturada foi possível preencher os valores dos parâmetros e obter o resultado da emissão de carbono, em $KgCO_2$, de cada viga. Os dados numéricos do parâmetro EF_A1A3 foram extraídos da CT-101, que apresenta faixas de emissão mínima e máxima para cada classe de concreto, sendo adotada, neste trabalho, a

média desses valores para aplicação na análise. A figura 5 apresenta em forma de fluxograma o processo metodológico até a obtenção dos resultados expostos.

Figura 5: Fluxograma do estudo



Fonte: os autores

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 5 ilustra os dados inseridos no parâmetro EF_A1A3 para cada classe de concreto, bem como, respectivamente, o volume e o CO_2 incorporado, para as etapas avaliadas, em cada uma das vigas analisadas. Nota-se que, conforme o volume do elemento aumentou, a emissão do CO_2 sofreu um aumento proporcional, isto é, volumes maiores geraram maiores emissões em todas as classes de resistência analisadas.

Além disso, a análise dos dados revelou uma correlação direta entre o aumento da classe de resistência do concreto e a intensidade de emissões de CO_2, a qual pode ser observada mais intuitivamente na Figura 6. Isso ocorreu em razão do parâmetro EF_A1A3 expressar justamente o acréscimo de emissão em traços naturalmente mais ricos.

Observa-se que a transição do concreto de 25 MPa para 35 MPa eleva o fator de emissão de 275,5 $kgCO_2/m3$ para 340 $kgCO_2/m3$, representando um acréscimo de aproximadamente 23% no impacto ambiental por unidade de volume. Este aumento é justificado pela maior concentração de cimento Portland nos traços de maior resistência, material que atua como o principal "hotspot" de carbono, isto é, que concentra o maior impacto ambiental no ciclo de vida A1-A3 do concreto.

O cimento Portland é um grande agente de emissão de carbono no Estágio de Produto, pois é nessa etapa que o esse material é produzido. Para isso, é necessária a calcinação do calcário, onde carbonato de cálcio é aquecido em fornos e se transforma em óxido

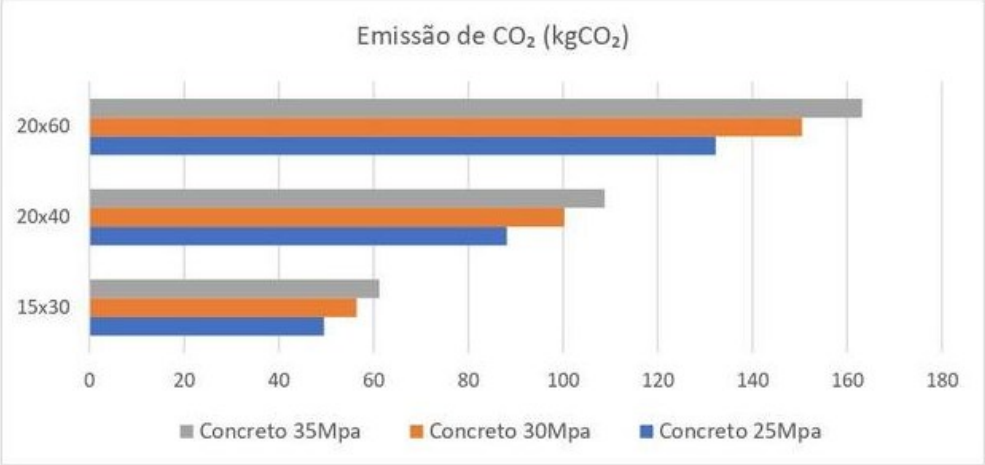
de cálcio e dióxido de carbono, liberados diretamente na atmosfera. Além disso, para esse aquecimento é necessária a queima intensa de combustíveis fósseis, o que libera ainda mais gases do efeito estufa.

Figura 6: Dados inseridos e valores de emissão de CO_2 calculados

LCA_VIGAS_A1A3				
Material	Seção (cm)	Volume (m³)	EF_A1A3 (KgCO2/m³)	CO2_A1A3 (KgCO2)
Concreto 25Mpa	15 x 30	0.18	275.50	49.59
Concreto 25Mpa	20 x 40	0.32	275.50	88.16
Concreto 25Mpa	20 x 60	0.48	275.50	132.24
Concreto 30Mpa	15 x 30	0.18	313.50	56.43
Concreto 30Mpa	20 x 40	0.32	313.50	100.32
Concreto 30Mpa	20 x 60	0.48	313.50	150.48
Concreto 35Mpa	15 x 30	0.18	340.00	61.20
Concreto 35Mpa	20 x 40	0.32	340.00	108.80
Concreto 35Mpa	20 x 60	0.48	340.00	163.20

Fonte: os autores

Figura 7: Gráfico comparativo de emissão de CO_2 por classe de concreto e seção transversal



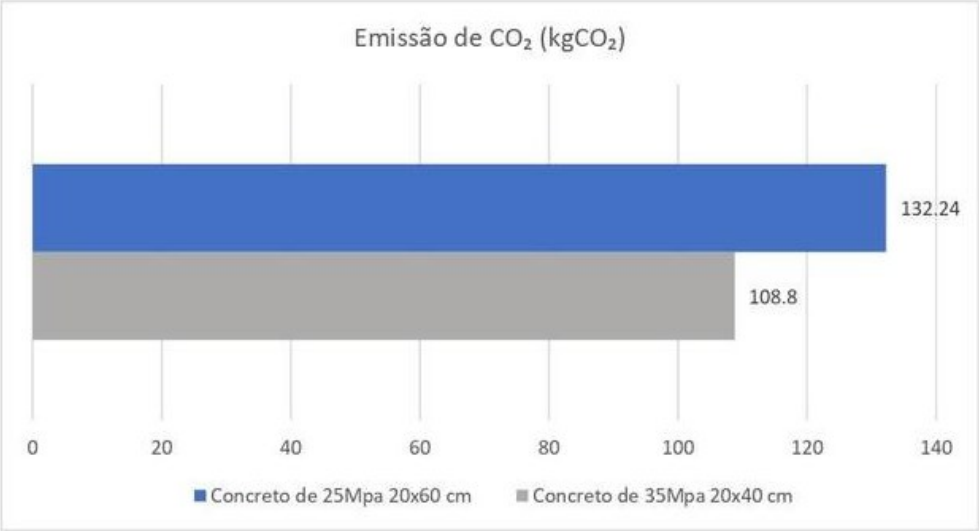
Fonte: os autores

Contudo, a interpretação desses resultados para o projeto estrutural deve transcender a análise volumétrica isolada. Embora o concreto de 35 MPa possua um fator de emissão unitário superior, sua maior capacidade de carga pode permitir a especificação de seções transversais mais esbeltas. Como demonstrado na tabela da Figura 5, a viga de 20 x 60 cm de 25 MPa emite 132,24 $KgCO_2$, enquanto uma viga de seção reduzida para 20 x 40 cm, por exemplo, em que se utiliza concreto de 35 MPa, reduziria a emissão total para 108,8 $KgCO_2$.

Portanto, a eficiência ambiental na construção civil não reside apenas na escolha de materiais com baixos fatores de emissão, mas na otimização paramétrica que equilibra a performance mecânica do material com o volume total consumido na estrutura (ver Figura 7). Esse equilíbrio pode ser inserido dentro do conceito de ecoeficiência estrutural, uma vez que não é suficiente a análise individual da resistência mecânica do concreto e da quantidade de material utilizado, é necessário que esses aspectos sejam considerados simultaneamente, já que essas variáveis exercem influência direta entre si.

A ecoeficiência aplicada no desenvolvimento de projetos pode promover um equilíbrio entre o desempenho ambiental e financeiro, visto que demonstra ser possível conciliar soluções com menor impacto ambiental a ainda assim rentáveis financeiramente, avançando ainda mais o desenvolvimento sustentável do setor de construção.

Figura 7: Gráfico comparativo de emissão de CO_2



Fonte: os autores

É importante ressaltar, que este trabalho abordou um parâmetro inicial de análise, com ênfase no impacto relacionado a decisões geométricas e especificação de materiais. Essa abordagem, especialmente para arquitetos, é de suma relevância, uma vez que permite visualizar o conceito de "massa de carbono" na fase inicial do desenvolvimento de projetos, assim o BIM se torna uma ferramenta para tomada de decisões mais estratégicas quanto à sustentabilidade.

CONCLUSÃO

Dessa forma, conclui-se que o método proposto é um ponto de partida necessário para integrar a sustentabilidade ao cotidiano de um escritório de arquitetura, funcionando de forma prática e eficaz para ajudar na tomada de decisões. Por ser um estudo inicial, não possui a complexidade excessiva de uma ACV completa, mas ainda respeita o rigor técnico presente no Boletim CT-101 do IBRACON.

Apesar de não ser um estudo completo de ACV, o presente trabalho demonstra o potencial da integração BIM–ACV como uma ferramenta para o desenvolvimento de projetos mais sustentáveis, dado que auxilia na tomada de decisões com critérios ambientais ainda em etapa inicial de projeto, influenciando em todo o andamento da obra.

Contudo, convém destacar que este modelo não é uma análise completa de ACV, visto que carece de aprofundamentos. Para um entendimento maior quanto ao impacto ambiental do edifício devem ser analisadas outras etapas, como a A4, que trata do transporte e também as fases B e C (manutenção e fim de vida, respectivamente). Além disso, outros indicadores também podem ser considerados, como consumo de água e energia, para que se considere otimizar todos os setores. Faz-se importante,

também, cruzar dados de carbono com o desempenho ambiental da edificação, para que não ocorram perdas na eficiência energética da obra.

Como sequência deste estudo, destaca-se a necessidade de ampliar a aplicação do método em outros elementos, como pilares, lajes e fundações, uma vez que são estruturas que demandam grande volume de concreto, o que, consequentemente, representa uma porcentagem significativa das emissões de carbono associadas à edificação.

Sugere-se, ainda, a automatização da criação e preenchimento dos parâmetros por meio do Dynamo, visando otimizar a gestão de informações no modelo BIM e reduzir a ocorrência de erros associados ao preenchimento manual.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho contou com o apoio de ferramentas de inteligência artificial para o aprimoramento do texto e revisão gramatical, mantendo a análise intelectual desenvolvida pelos autores.

Declaração

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou o ChatGPT (OpenAI, GPT-5.5) para a revisão linguística, melhoria de coesão e clareza do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] ALECRIM, I.; CARVALHO, J. P.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Using BIM for assessing buildings life cycle impacts. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 503, art. 012005, 2020. DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/503/1/012005

[2] IBRACON; ABECE; ABCIC. **Quantificação das emissões de CO_2 incorporadas em materiais cimentícios e estruturas de concreto**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2024. (Boletim Técnico IBRACON/ABECE/ABCIC, CT 101).

[3] GAN, Jielong; LI, Kexin; LI, Xiuqi; MOK, Emil; HO, Patrick; LAW, Jenny; LAU, Joey; KWOK, Raymond; YAU, Raymond. Parametric BIM-based lifecycle performance prediction and optimisation for residential buildings using alternative materials and designs. **Buildings**, v. 13, n. 4, p. 904, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings13040904.

[4] MULLER, M. F.; ESMANIOTO, F.; HUBER, N.; CANCIGLIERI, O.; COSTIN, A. Novel framework for BIM interoperability for sustainability and green buildings: an application for concrete structures. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 29, p. 1–20, 2024. DOI: https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.001

[5] HUSSAIN, M.; ZHENG, B.; CHI, H.-L.; HSU, S.-C. Automated and continuous BIM-based life cycle carbon assessment for infrastructure design projects. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 188, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106705.

[6] **BIMFORUM.** *Level of Development Specification: Part I*. Version 2025. [S. l.]: BIMForum, 2025. Disponível em: https://bimforum.org/lod.