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.v21i1.8673

Desafios do ICV na construção civil brasileira

Challenges of LCI in the Brazilian construction sector

Karine Hilgenberg Martins

Circular Engenharia Sustentável |Foz do Iguaçu-PR |Brasil| karinehilgenberg@gmail.com

Katia Regina Garcia Punhagui

UNILA | Foz do Iguaçu-PR | Brasil | katia.punhagui@unila.edu.br

Resumo

A elaboração de Inventários de Ciclo de Vida (ICVs) na construção civil brasileira enfrenta limitações estruturais relacionadas à disponibilidade, rastreabilidade e padronização dos dados. Este trabalho objetiva discutir e sintetizar os desafios metodológicos decorrentes da estruturação de um ICV referente às etapas A1–A5, conforme as normas ISO 21930 e NBR ISO 14040. A análise baseia-se no monitoramento da execução de um conjunto habitacional em *wood frame* e adota os princípios da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) Modular. Priorizou-se o uso de dados primários para representar acuradamente o contexto nacional, complementando lacunas com declarações ambientais de produto (DAPs) e bases secundárias. O processo evidenciou inconsistências documentais, dependência de fatores internacionais e a necessidade de conversões, alocações e dados substitutos, revelando incertezas frequentemente ocultas em inventários ambientais. Os resultados reforçam que a precisão do ICV no país depende do fortalecimento de bases de dados nacionais, da ampliação da rastreabilidade e da consolidação de uma infraestrutura de dados capaz de orientar decisões ambientais mais robustas.

Palavras-chave: Inventário de ciclo de vida (ICV). Avaliação do ciclo de vida (ACV). Wood frame. Declaração Ambiental de Produto (DAP).

Abstract

The development of Life Cycle Inventories (LCIs) in the Brazilian construction sector faces limitations related to data availability, traceability, and standardization. This study aims to discuss and synthesize the methodological challenges involved in structuring an LCI for stages A1–A5, in accordance with ISO 21930 and NBR ISO 14040 standards. The analysis is based on monitoring the construction of a wood-frame housing complex and adopts the principles of Modular Life Cycle Assessment (LCA). Primary data were prioritized to accurately represent the national context, with gaps complemented by Environmental Product Declarations (EPDs) and secondary databases. The process revealed documentary inconsistencies, reliance on international data, and the need for conversions, allocations, and substitutes, exposing uncertainties often hidden in environmental inventories. The results indicate that improving LCA accuracy in Brazil requires strengthening national databases, expanding traceability, and consolidating a data infrastructure capable of supporting more robust environmental decision-making.

Keywords: Life cycle inventories (LCIs). Life cycle assessment (LCA). Wood frame. Environmental Product Declaration (EPD).

Como citar:

MARTINS, K. H; PUNHAGUI, K. R. G. Desafios do ICV na construção civil brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8673

INTRODUÇÃO

As atividades humanas têm impulsionado alterações climáticas globais através da emissão acentuada de gases de efeito estufa (GEEs) [1]. No cenário da construção civil, as emissões advindas da operação de edifícios e produção de materiais representaram 37% do total global em 2022 [2]. Somado ao desafio do combate ao aquecimento global, o setor apresenta elevada pegada ambiental na etapa de extração de matérias-primas e geração de resíduos [3,4].

Para enfrentar esse cenário, a ACV consolidou-se como a ferramenta fundamental para quantificar impactos ambientais nas diversas etapas do ciclo de vida da construção. Normatizada globalmente pela ISO 14040 (2006) e no Brasil pela NBR ISO 14040 de 2025, a ACV objetiva subsidiar melhoria do desempenho ambiental de produtos "do berço ao túmulo" [5,6]. No setor da construção, isso exige converter fluxos complexos de materiais e energia em indicadores de impacto relacionados a uma unidade funcional, como o kg de $CO_{2\text{-eq}}$/(m².ano) [7].

A aplicação da ACV em edificações enfrenta barreiras significativas, como o alto custo e a necessidade de coletar dados de milhares de substâncias, o que a torna pouco ágil para o cotidiano técnico [8]. Existe consenso sobre a necessidade de simplificação do método e da forma de apresentação dos resultados [9]. Nesse contexto, o Grupo de Trabalho de Materiais do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) propôs a ACV Modular. Essa abordagem priorizava cinco indicadores de desempenho ambiental: Consumo de energia; Consumo de água; Consumo de recursos; Geração de resíduos; Emissão de CO_2 [7].

A consolidação do método resultou na plataforma Sidac (Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção), cuja governança é estabelecida pelo comitê gestor do CBCS, e a coordenação pelo Ministério de Minas e Energia (MME). Esta ferramenta mantém a simplificação e o rigor metodológico sem excluir indicadores críticos para o setor [10], considerando o escopo da extração à produção dos materiais (A1-A3).

Para construtoras que buscam mensurar impactos de sua cadeia produtiva e operações diretas, a delimitação "do berço à entrega da obra" é a mais eficaz e oferece um diagnóstico preciso do impacto gerado até a disponibilização do imóvel. Destaca-se que a confiabilidade de ICVs depende da utilização de dados primários e representativos do contexto real, uma vez que bases secundárias podem distorcer o desempenho dos processos e mascarar diferenças relevantes entre fornecedores, tecnologias e práticas produtivas. Dados primários permitem retratar o cenário brasileiro, identificar pontos críticos e orientar ações para a redução de impactos ambientais. [11,7]. No entanto, levantar informações, principalmente na fase de obra, pode ser um desafio até para empresas com maior controle de qualidade.

OBJETIVO

Discutir e sintetizar desafios e adaptações metodológicas decorrentes da elaboração de um ICV baseado em dados nacionais e primários, dentro do escopo da produção de materiais à entrega da obra (A1-A5).

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8673

MÉTODO

OBJETO DE ESTUDO

Este trabalho estuda o Projeto Moradias, iniciativa do Itaipu Parquetec em Foz do Iguaçu–PR para a construção de 254 habitações de interesse social em *wood frame.* O escopo foi delimitado ao Lote 1 devido à consolidação de dados primários após a entrega de 52 unidades (2.136 m² de área construída) em 2025, diferentemente dos lotes 2 e 3 que continuam em execução. Esse recorte viabilizou o monitoramento e a estruturação de um inventário de GEEs e indicadores ambientais que serviram de referência para o restante do empreendimento.

DEFINIÇÕES METODOLÓGICAS

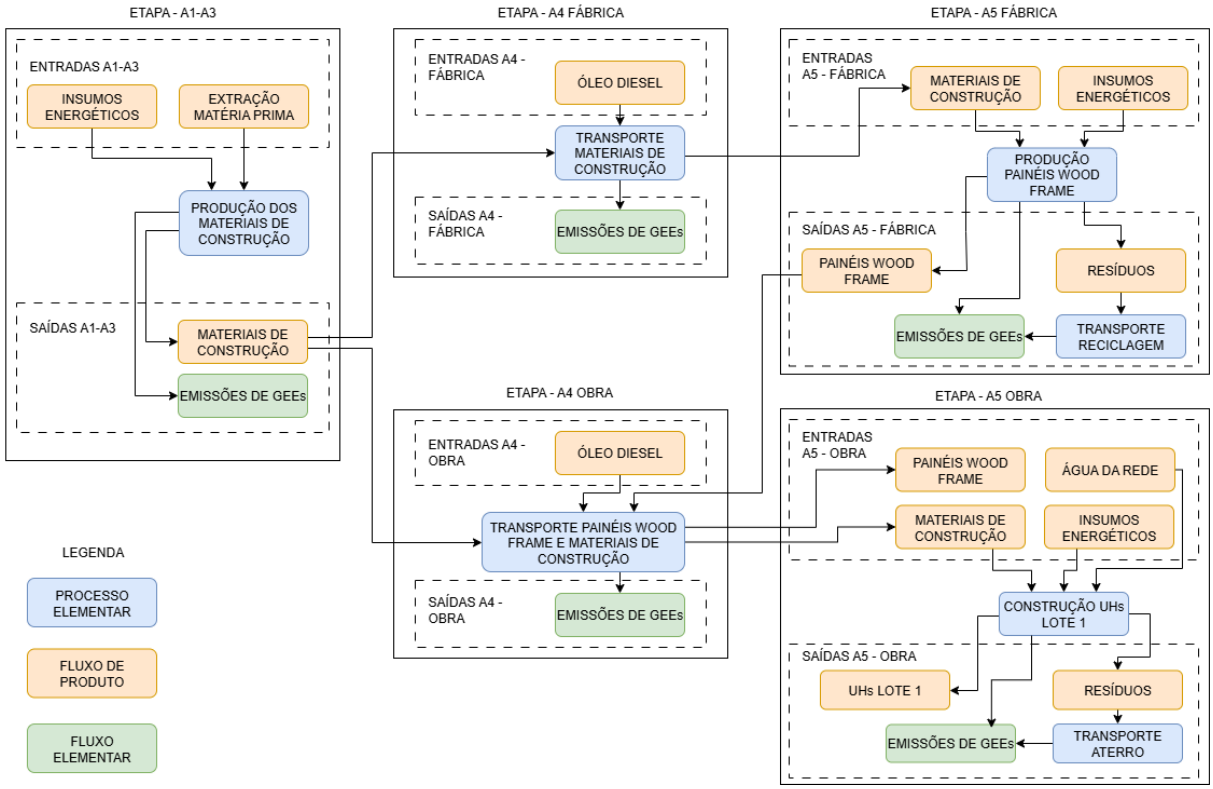
O método empregado foi a ACV, conforme a NBR ISO 14040:2025 [5]. As definições partiram das condicionantes do uso de dados nacionais e primários, quando disponível, para que as decisões de melhoria de desempenho se apoiassem em informações representativas do contexto real. Outro preceito foi definir aspectos ambientais relevantes e simplificados para viabilizar o estudo e a comunicação. Os indicadores analisados basearam-se no modelo de ACV Modular [7]: (1) Demanda de energia primária (DEP); (2) Emissões de gases de efeito estufa (GEE), expressas em kg de $CO_{2\text{-eq}}$ fóssil; (3) Demanda de água; (4) Demanda de insumos materiais; e (5) Geração de resíduos.

A estruturação do inventário seguiu as diretrizes da ISO 21930:2017 [12], estabelecendo-se a fronteira do sistema entre as etapas A1 a A5 (do berço à entrega da obra). Devido à natureza industrializada do sistema *wood frame*, as etapas A4 (transporte) e A5 (construção) foram subdivididas entre atividades em fábrica (Araucária-PR) e atividades em canteiro (Foz do Iguaçu-PR) (Figura 1).

Para as etapas de produção (A1-A3) e transporte (A4), a análise concentrou-se na DEP e nas emissões de GEE. Na etapa de construção (A5), que englobou as atividades em fábrica e a montagem em canteiro, o inventário incluiu a totalidade dos indicadores. A decisão por esse recorte e as limitações técnicas observadas nas fontes de dados secundários são detalhadas e fundamentadas na seção de Resultados e Discussões.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8673

Figura 1: Fluxograma execução Projeto Moradias



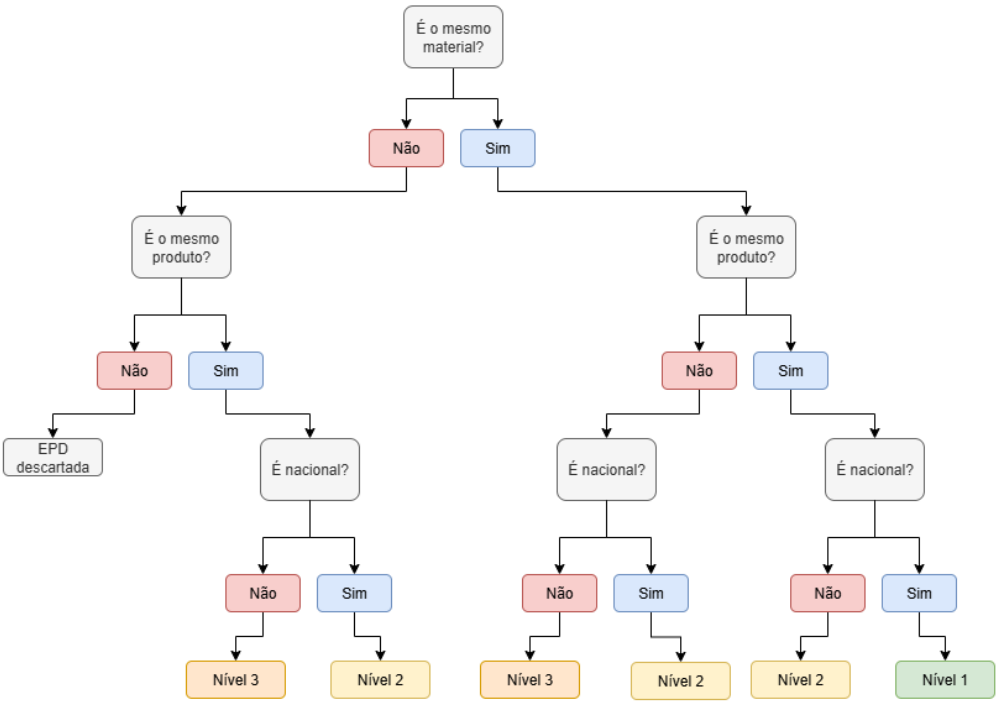
Fonte: as autoras.

A coleta de dados primários para a etapa de construção (A5) e transporte (A4) baseou-se em planilhas de monitoramento da construtora, projetos executivos, notas fiscais e faturas da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) referentes ao período de outubro de 2024 a maio de 2025.

Para a conversão dos indicadores de DEP e GEE (etapas A1 a A3), adotou-se uma ordem de prioridade: Sidac, seguida por DAPs nacionais e internacionais. Na ausência de declarações específicas, utilizaram-se materiais similares, como o uso de dados de madeira serrada de pinus para eucalipto, mediante ajustes de densidade. A confiabilidade desses dados foi validada em três níveis, baseando-se na equivalência de material, de produto e na origem nacional (Nível 1: atendimento aos três critérios; Nível 2: dois critérios; Nível 3: apenas um critério) (Figura 2).

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8673

Figura 2: Análise de confiabilidade DAPs



Fonte: as autoras.

Quanto ao consumo de energia e geração de resíduos da fábrica, aplicou-se a técnica de alocação, distribuindo os impactos proporcionalmente à produção total em m² durante os meses de fabricação dos painéis do lote 1. Para os cálculos de transporte utilizaram-se ferramentas de geoprocessamento para definição de distâncias e categorizaram-se os caminhões conforme Relatório Sidac [13].

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de inventário evidenciou a complexidade na obtenção de dados primários precisos e a incerteza inerente às fontes secundárias de impacto ambiental. Essa fragilidade também se manifesta na forte dependência de bases secundárias, conforme discutido em estudos sobre prioridades de coleta de dados para ACV no setor [8], que apontam que a falta de dados primários compromete a representatividade dos inventários e limita a capacidade de tomada de decisão.

Os achados apresentados a seguir reforçam que a precisão de ICVs no país depende simultaneamente da ampliação da disponibilidade de dados primários e do fortalecimento de bases nacionais capazes de refletir a realidade produtiva brasileira, reduzindo a necessidade de substituições, aproximações e ajustes metodológicos que, embora necessários, tornam explícitas as incertezas inerentes ao processo.

INCONSISTÊNCIAS DOCUMENTAIS E REALIDADE DO CANTEIRO

Um dos momentos mais complexos da pesquisa foi a validação dos quantitativos materiais. Metodologicamente, a confiança inicial nas notas fiscais de entrega foi substituída pela análise de planilhas executivas. Isso ocorreu porque os insumos adquiridos pela construtora contemplavam, simultaneamente, os lotes 1 e 2 do

empreendimento, sem uma separação contábil que permitisse a alocação precisa por unidade funcional.

Essa junção de lotes nas notas fiscais é uma realidade comum em grandes empreendimentos, mas um obstáculo para a ACV. A decisão de ignorar as notas fiscais em favor das planilhas de monitoramento garantiu que o inventário do lote 1 não fosse inflado por materiais destinados a etapas futuras do projeto. Todavia, os transportes (Etapa A4) foram integralmente contabilizados, pois os deslocamentos físicos ocorreram e geraram impacto imediato na DEP e GEE, independentemente da alocação contábil posterior do material.

ALOCAÇÕES ETAPA FABRIL

A natureza do sistema construtivo industrializado exigiu a alocação proporcional por área construída (m²) para o tratamento dos dados fabris. Tal abordagem constitui uma estimativa, visto que a planta operava simultaneamente para múltiplas demandas; logo, o consumo energético e os resíduos do período não são exclusivamente vinculados ao objeto de estudo. Essa limitação é inerente à ACV de produtos industrializados em plantas de produção contínua, onde a segregação por "lote de obra" raramente existe na rotina operacional da indústria.

RASTREABILIDADE LOGÍSTICA E FRAGMENTAÇÃO DA CADEIA

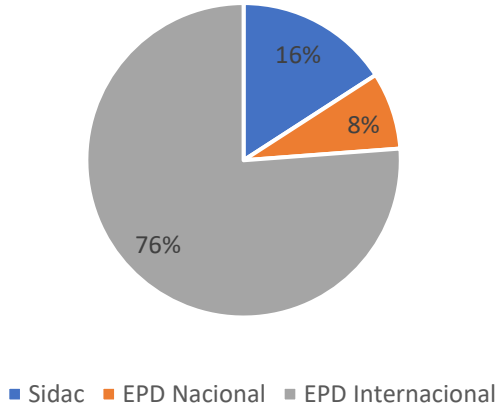
A etapa A4 (Transporte) revelou o limite da rastreabilidade na construção civil. Enquanto grandes componentes (madeira, painéis) possuem rotas claras, a multiplicidade de fornecedores de pequenos insumos (parafusos, grampos, ferragens) torna o rastreamento individual praticamente inviável.

A ausência de mecanismos de rastreabilidade obrigatórios nas transações comerciais impede que o inventário de transporte seja exato. Sendo assim, optou-se por focar nos itens de maior massa e volume, onde o impacto logístico é mais significativo. Esta escolha reforça a necessidade de processos de compra com novas informações que incluam a "distância percorrida" como um dado de nota fiscal para fins de inventário ambiental. Por outro lado, reconhece-se que a implementação dessas informações envolve desafios e pode impactar a dinâmica administrativa necessária para garantir prazos e orçamento dos projetos.

CONFIABILIDADE DAS FONTES E AUSÊNCIA DE DADOS NACIONAIS

Outra barreira metodológica residiu na procedência dos fatores de DEP e emissão de GEE. Apenas 24% das fontes utilizadas possuíam origem nacional (Sidac e EPDs brasileiras) (Figura 3). A dependência de 76% de dados internacionais introduziu uma variável crítica: a diferença entre as Regras de Categoria de Produto (PCRs) de cada país, e as matrizes energéticas associadas à produção.

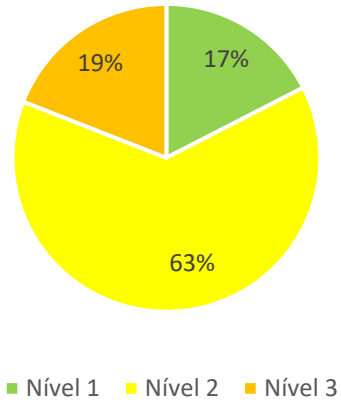
Figura 3: Origem dados de DEP e emissões GEEs sistema Wood Frame



Fonte: as autoras.

Esta dependência de dados internacionais, decorrem do restrito acesso a informações de produção, da baixa adesão das empresas a sistemas de declaração ambiental e da importação de insumos. Complementarmente à barreira geográfica, a análise de confiabilidade evidenciou a escassez de dados específicos para todos os insumos, exigindo ajustes para suprir lacunas. Apenas 17% dos itens atingiram o Nível 1 (máxima confiabilidade), enquanto a maioria (63%) enquadrou-se no Nível 2 (média confiabilidade) e 19% no Nível 3 (baixa confiabilidade) (Figura 4).

Figura 4: Níveis de confiabilidade DAPs



Fonte: as autoras.

A falta de EPDs exigiu o uso de indicadores substitutos. Para itens como pingadeiras de alumínio, perfis de aço galvanizado e componentes em PVC (forros e acabamentos), adotou-se a equivalência química. Na ausência de EPDs específicas, utilizaram-se perfis genéricos do mesmo material, considerando que o impacto ambiental principal decorre da produção do polímero ou metal, enquanto variações de extrusão ou conformação têm influência secundária.

INVISIBILIDADE HÍDRICA

A mensuração hídrica evidenciou uma limitação estrutural do indicador FW (*Freshwater Use*) presente nos EPDs. Ao comparar os dados primários obtidos nas

faturas (Sanepar) com os valores declarados nos EPDs, verificou-se uma incompatibilidade técnica que impede qualquer correlação direta entre ambos. Enquanto o consumo registrado em canteiro representa o uso real de água para operação e necessidades humanas, o indicador FW corresponde a um balanço hídrico que, conforme o *International* EPD *System* [14], não incorpora aspectos de escassez, degradação ou qualidade da água após o retorno ao ambiente, e os próprios EPDs reconhecem incertezas quanto a essa etapa.

Essa lacuna metodológica gera uma invisibilidade hídrica relevante: a água incorporada nos materiais permanece oculta nos inventários, especialmente em sistemas construtivos a seco, nos quais quase todo o impacto hídrico se concentra na etapa de produção (A1–A3). Sem EPDs nacionais confiáveis, com dados primários e métodos padronizados, a magnitude real desse impacto não é capturada, comprometendo diagnósticos e decisões de gestão hídrica ao longo do ciclo de vida.

No canteiro de obras, o consumo de água para uso humano e para processos raramente é registrado de forma segregada. Embora ambos contribuam para o impacto ambiental, suas causas e estratégias de mitigação são distintas: o primeiro depende do número de trabalhadores e da infraestrutura de abastecimento, enquanto o segundo está associado ao controle técnico dos processos. A ausência dessa separação reforça a necessidade de dados primários detalhados para que a gestão hídrica seja efetiva e baseada em evidências.

CONVERSÃO DE UNIDADES E COMPATIBILIZAÇÃO TÉCNICA

Um dos obstáculos metodológicos mais persistentes na elaboração do inventário foi a compatibilização de unidades. As listas de materiais extraídas dos projetos executivos e das planilhas da construtora apresentavam insumos em unidades comerciais ou de projeto (metros lineares, unidades, m²), distintas das unidades funcionais encontradas nos EPDs ou Sidac.

Cerca de 26% dos insumos utilizados no inventário não possuíam dados primários do fabricante, o que demandou a consulta a fontes secundárias, como catálogos técnicos, fichas de especificações e tabelas de densidade. A ausência de informações fundamentais, especialmente massa ou densidade específica, introduziu incertezas relevantes no processo, exigindo o uso de produtos similares, fabricantes alternativos ou estimativas geométricas baseadas em cálculos de volume para inferir propriedades físicas aproximadas, conforme resumido no Quadro 1.

Quadro 1: Métodos de cálculo para insumos sem dados primários

Método utilizado	Descrição da fragilidade	Insumos afetados
Cálculo do volume + densidade padrão	Ausência de massa fornecida pelo fabricante; volume estimado pelas dimensões e densidade genérica do aço.	Cantoneira 40×145 mm; conector HC 50×122 mm; prego Anker 4×40 mm; pingadeira aço galvanizado 5 cm; tarucel 10 mm.
Peso estimado por regra de três a partir de produtos similares	Peso unitário inferido a partir de conectores ou chapas de tamanhos diferentes, por falta de peso específico do modelo.	Chapa prego GNA80 (estimada pela área de conectores 10×7 e 10×14).

Peso derivado de lotes genéricos	Peso informado apenas para lotes de 100 unidades em catálogos genéricos, não do fabricante original.	Chumbador Hardbolt 10×75 mm; chumbador SKS 7,5×100 mm; parafuso TA-25; parafuso TA-45; parafuso HI-LO 4,2×32 mm; parafuso HBS 8×80 mm; parafuso TBS 8×100 mm.
Peso estimado combinando modelos de comprimentos diferentes	Peso calculado somando pesos de parafusos de outros comprimentos, devido à ausência de massa do modelo exato.	Parafuso TBS 6×100 mm; parafuso TBS 8×120 mm; parafuso TBS 8×180 mm e parafuso TBS 8×240 mm.
Peso interpolado entre modelos próximos	Peso do modelo desejado inferido por interpolação entre modelos menores e maiores.	Prego anelado 3,1×75 mm (estimado a partir dos modelos 3,1×60 e 3,1×65).
Produto não encontrado; espessura assumida	Produto não localizado em catálogo; espessura adotada por aproximação.	Pingadeira aço galvanizado 5 cm (espessura assumida de 0,5 mm).

Fonte: As autoras.

As limitações encontradas neste estudo, tanto na indisponibilidade de dados primários fornecidos pelos fabricantes quanto na necessidade de recorrer a estimativas geométricas, conversões unitárias e produtos similares, evidenciam lacunas estruturais na base de informações ambientais da construção civil brasileira. A ausência de dados básicos, como massa, densidade ou indicadores ambientais específicos, amplia a incerteza dos resultados e reforça um cenário já apontado na literatura nacional [7], que destaca a baixa maturidade das cadeias produtivas e a dificuldade de acesso a informações confiáveis para a elaboração de inventários de ciclo de vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidencia desafios estruturais na elaboração de ICVs com dados nacionais e primários. Embora a ACV seja um método robusto para apoiar decisões ambientais, sua precisão depende diretamente da qualidade e rastreabilidade das informações disponíveis. A análise mostrou que a construção de um ICV no Brasil enfrenta limitações nas frentes de coleta, revelando a desarticulação entre fluxos técnicos, financeiros e ambientais que compromete a consistência dos resultados.

A obtenção de dados primários para a etapa de construção (A5) mostrou-se tão complexa quanto o acesso às fases anteriores. As notas fiscais, por sua baixa rastreabilidade e consolidação de compras em registros únicos, não permitiram alocar impactos por lote. Assim, a priorização de planilhas executivas foi essencial para evitar distorções, ainda que evidencie a imaturidade da gestão de dados de obra para fins de sustentabilidade.

A fragilidade das bases secundárias também se manteve como gargalo nas etapas A1–A3, com dependência de dados internacionais para 76% dos insumos. Além disso, o ICV exigiu ajustes metodológicos, conversões de unidades, alocações proporcionais, uso de dados substitutos e compatibilização de formatos, que, embora ampliem incertezas, tornam explícitas as lacunas das bases nacionais.

Esse nível de transparência contrasta com os EPDs, nos quais parte dessas incertezas permanece oculta, dificultando a desagregação dos dados para estudos científicos, reduzindo a clareza das informações e comprometendo a confiabilidade necessária para ações efetivas de mitigação de impactos ambientais. Ao evidenciar essas limitações, o estudo reforça que a construção de ICVs no Brasil depende não apenas de esforço técnico, mas da consolidação de uma infraestrutura nacional de dados que permita análises mais precisas, comparáveis e alinhadas à realidade produtiva do país.

Como principais contribuições/direcionamentos, destacam-se:

- O Papel Central da Plataforma Sidac: o estudo evidencia que a precisão da ACV no Brasil depende do fortalecimento do Sidac como plataforma oficial de dados ambientais. É fundamental que as indústrias de materiais de construção passem a abastecê-lo com indicadores nacionais, especialmente para sistemas industrializados;
- Integração de Indicadores e Rastreabilidade: a incompatibilidade entre o consumo hídrico aferido em obra e os indicadores reportados nos EPDs, que utilizam metodologias, unidades e fronteiras de sistema distintas, demonstra a ausência de padronização nacional capaz de articular as diferentes fases do ciclo de vida da edificação. Sem essa harmonização, o setor continuará produzindo métricas fragmentadas e pouco comparáveis;
- Rastreabilidade como Base da Digitalização da Construção: as dificuldades encontradas na obtenção e organização de dados primários, na identificação de fluxos logísticos e na consolidação documental revelam que a rastreabilidade ainda é limitada em diversas etapas do processo construtivo. O fortalecimento de mecanismos de registro, monitoramento e integração de informações deve ser uma meta central da digitalização da construção, permitindo inventários mais precisos, verificáveis e alinhados à realidade produtiva nacional.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece ao Itaipu Parquetec pela concessão da bolsa na modalidade Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (DTI-II), vinculada ao Projeto Moradias: construção de habitações de interesse social em Foz do Iguaçu/PR em atendimento a famílias em situação de vulnerabilidade social. As autoras agradecem à construtora que forneceu os dados primários para elaboração do inventário, ao Departamento de Arquitetura e Engenharia do Parquetec pelo suporte institucional e, ainda, à supervisora Mª. Angela Barbara Tischner, pela confiança e incentivo contínuo para a conclusão deste trabalho.

DECLARAÇÃO

A primeira autora utilizou Google Gemini e Copilot para aprimorar a coesão do texto. Após a utilização das ferramentas, as autoras revisaram e editaram o conteúdo e assumem total responsabilidade pelo artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023 – Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf. Acesso em: 2 abr. 2026.

[2] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME AND GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION. (2024). **Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond Foundations: Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector**. Nairobi, 2024. DOI: doi.org/10.59117/20.500.11822/45095

[3] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector**. Nairobi, 2022. Disponível em: https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction. Acesso em: 2 abr. 2026.

[4] CIRCLE ECONOMY FOUNDATION. **The Circularity Gap Report (CGR)**, 2024. Disponível em: https://www.circularity-gap.world/2024. Acesso em: 2 abr. 2026.

[5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040**: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura. Rio de Janeiro, 2025.

[6] INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (IBICT). **Avaliação do Ciclo de Vida**. s.d. Disponível em: https://acv.ibict.br/acv/historico-da-acv/. Acesso em: 2 abr. 2026.

[7] JOHN, V. M; REIS, D. C; GOMES, B. M; SONVEZZO, C. S; OLIVEIRA, L. S; SILVA, F.B; PUNHAGUI, K. R. G; OLIVEIRA, L. A DE; DEGANI, C**.** Proposta de método prático para avaliar o desempenho ambiental no ciclo de vida da construção. Revista Concreto & Construção. **Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON**, out-dez, 2020. ISSN 1809-7197. DOI: https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/1809-7197.2020.100.0002

[8] SILVA, F.B; REIS, D.C; MACK-VERGARA, Y.L; PESSOTO, L; FENG, H; PACCA. S. A; LASVAUX, S; HABERT, G; JOHN, V. M. Primary data priorities for the life cycle inventory of construction products: focus on foreground processes. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, V 25, P. 980–997, 09 Jun. 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11367-020-01762-4

[9] BELIZARIO-SILVA, F. **Proposal of lifecycle-based environmental performance indicators for decision-making in construction**. Tese (Doutorado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo) - São Paulo, 2022. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-31102022-091740/pt-br.php. Acesso em: 2 abr. 2026.

[10] LASVAUX S; SCHIOPU N; HABERT G; CHEVALIER J; PEUPORTIER, B. Influence of simplification of life cycle inventories on the accuracy of impact assessment: application to construction products. **Journal of Cleaner Production**, V. 79, P. 142-151, 2014. ISSN 0959-6526. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.003

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044**: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

[12] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 21930**: Sustainability in buildings and civil engineering works — Core rules for environmental product declarations of construction products and services. Genebra, Suíça, 2017.

[13] GUERREIRO, L. R., CACHOLA, C. S., PACCA, S. A. **Relatório de coleta de dados para o Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção: energia e transporte.** São Paulo: Sidac, 2022. Disponível em:

https://sidac.org.br/documentos/Sidac_Energia_e_transporte.pdf. Acesso em: 2 abr. 2026.

[14] INTERNATIONAL EPD SYSTEM. **Indicators of Environmental Impact**. Disponível em: https://www.environdec.com/services/environmental-performance-indicators/gpi-5/indicators-of-environmental-impact. Acesso em: 3 abr. 2026.