EMISSÃO DE CARBONO DE PAREDES ESTRUTURAIS DE ALVENARIA DE CONCRETO: AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ESPECIFICAÇÕES[1]

CALDAS, Lucas Rosse

(1) Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), lucas.caldas@fau.ufrj.br

RESUMO

É urgente a necessidade de se medir e avaliar a emissão de carbono dos sistemas construtivos utilizados em projetos de Habitação de Interesse Social (HIS). Esta pesquisa tem como objetivos: (1) avaliar e comparar a emissão de carbono de diferentes especificações de paredes estruturais de alvenaria de concreto revestidos com argamassa no Brasil; (2) avaliar como diferentes atores do setor (projetistas, construtores e gestores públicos) podem fazer uso desses dados de emissão de carbono para a tomada de decisão. Foi utilizada a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) principalmente com base nos dados do Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção (Sidac) para a modelagem e cálculos. Observou-se uma diferença de até 180% entre o menor (17,2 kgCO2/m²: parede com blocos de concreto de 4 MPa, revestimento de 1,2 cm e argamassa industrializada) e maior valor (48,0 kgCO2/m²: parede com blocos de concreto de 12 MPa, revestimento de 2,5 cm e argamassa rodada em obra). Este trabalho contribui por ajudar a difundir a discussão do tema de emissão de carbono no setor da construção e mostrar a importância e a influência da escolha dos dados para a modelagem adequada e futura tomada de decisão.

Palavras-chave: ACV; Blocos de concreto; revestimento; especificação; HIS.

ABSTRACT

It is urgent to measure and evaluate the carbon emissions of construction systems used in Social Housing (SH) projects. This research aims to: (1) evaluate and compare the carbon emissions of different specifications of structural concrete masonry walls with plaster in Brazil; (2) assess how different actors (designers, builders, and public managers) can use these carbon emission data for decision-making. The Life Cycle Assessment (LCA) methodology was used, mainly based on data from the Environmental Performance Information System for Construction (Sidac) for modeling and calculations. A difference of up to 180% was observed between the lowest (17.2 kgCO2/m²: wall with 4 MPa concrete blocks, 1.2 cm coating, and industrialized mortar) and the highest value (48.0 kgCO2/m²: wall with 12 MPa concrete blocks, 2.5 cm coating, and on-site mixed mortar). This work contributes by helping to spread the discussion on carbon emissions in the construction sector and showing the importance and influence of data choice for proper modeling and future decision-making.

***Keywords**: LCA; Concrete blocks; plastering; specification; SH.*

[1] CALDAS, Lucas Rosse. Emissão de carbono de paredes estruturais de alvenaria de concreto: avaliação de diferentes especificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2025, São Paulo. Anais... São Paulo: FAUUSP, 2025. p. 1-8. DOI 10.46421/sbqp.v9i.7368

1 INTRODUÇÃO

O setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO)é responsável aproximadamente 40% da emissão global de carbono ligado ao consumo de energia (UNEP, 2024). Desta forma, é preciso urgentemente medir e propor metas de redução de carbono para o setor, especialmente o chamado carbono incorporado dos materiais de construção (Silva; Oliveira, 2022). Para isto, a metodologia de avaliação do ciclo de vida (ACV) é mais empregada, dada a sua visão holística e robustez científica (Caldas *et al*., 2020). Com ela é possível quantificar a emissão de carbono (normalmente em kgCO2 ou kgCO2-eq) de algum produto.

No contexto brasileiro, sobretudo o de Habitações de Interesse Social (HIS) deve merecer um destaque especial, pois é onde se espera um grande consumo de materiais e emissão de carbono nos próximos anos, para se atender parte do déficit habitacional existente no país. Dentre os sistemas construtivos utilizados neste segmento, a alvenaria estrutural é um dos principais, como uma opção mais racionalizada (Mohamad, *et al.*, 2017). Neste sistema construtivo, pode ser empregado diferentes configurações, seja do bloco (cerâmico ou concreto), especificação do bloco (ex. dimensões e resistência), especificação e espessura da argamassa de revestimento e assentamento, entre outros. Essas diferentes especificações poderão levar a consideráveis discrepâncias entre valores de emissão de carbono dessas paredes de alvenaria e consequentemente na emissão de carbono de todo o projeto da edificação. Diversos estudos já avaliaram estes sistemas construtivos, como Souza et al. (2016), Caldas et al. (2017) e Silva e Oliveira (2022), no entanto, não foram encontradas pesquisas que se aprofundaram em termos do tipo de bloco e argamassa utilizadas.

A partir do contexto apresentado, a presente pesquisa tem como objetivos: (1) avaliar, quantificar e comparar a emissão de carbono de diferentes especificações de paredes estruturais de alvenaria de concreto revestidos com argamassa no Brasil; (2) avaliar como diferentes atores do setor (projetistas, construtores e gestores públicos) podem fazer uso desses dados de emissão de carbono para a tomada de decisão.

A presente pesquisa traz uma importante contribuição científica no processo de avaliação e quantificação de emissões de carbono por apresentar diferentes especificações usualmente empregadas no país e por mostrar como que alguns parâmetros (tipo de bloco tipo e espessura de argamassa, entre outros) podem influenciar nos valores e na qualidade deste tipo de avaliação e como os diferentes atores podem fazer uso dos dados aqui apresentados.

2 METODOLOGIA

Foi calculada a emissão de carbono de diferentes especificações de paredes estruturais de bloco de concreto considerando as etapas de extração das matérias primas (A1), transporte (A2), manufatura (A3) e execução (A5) (considerando apenas as perdas dos materiais) conforme a metodologia da EN 15804:2019 e outros estudos anteriores (Caldas et al., 2017; Silva; Oliveira, 2022; Souza et al., 2016). A etapa de transporte até o canteiro (A4) não foi contabilizada por esses materiais normalmente se localizarem em regiões próximas ao canteiro e para não se adicionar mais uma variável nesta comparação. O consumo de material é apresentado na Tabela 1 e os Fatores de Carbono (FCs) utilizados na modelagem estão apresentados na Tabela 2.

Deu-se preferência pelo uso dos dados do Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção – Sidac (Belizário et al., 2023) por ser um sistema produzido para avaliar a realidade dos materiais brasileiros e possuir mais especificações dos blocos de concreto e argamassas utilizadas no país.

Tabela 1 – Consumo de material para o processo de produção de 1 m² de parede de alvenaria de blocos de concreto com revestimento de argamassa

Material	Qtd. (s/ perdas)	Qtd. (c/ perdas)	Unidade
Bloco de concreto estrutural (14 x 19 x 39)	12,5	13,6	Blocos/m²
Argamassa de revestimento (2,5 cm de espessura)	0,050	0,094	m³/m²
Argamassa de revestimento (1,2 cm de espessura)	0,025	0,047	m³/m²
Argamassa de assentamento	0,0118	0,0118	m³/m²

Fonte: Adaptado de Belizário e Oliveira (2022)

Tabela 2 – FCs utilizados na modelagem da emissão de carbono das paredes de alvenaria de blocos de concreto com revestimento de argamassa

Material	Unidade	FC (kgCO2-eq/Unidade)	Fonte
Bloco de concreto estrutural fbk 04 MPa (14 x 19 x 39) cm	kgCO2/ unidade	0,73	Sidac[1]
Bloco de concreto estrutural fbk 08 MPa (14 x 19 x 39) cm		1,03	
Bloco de concreto estrutural fbk 10 MPa (14 x 19 x 39) cm		1,20	
Bloco de concreto estrutural fbk 12 MPa (14 x 19 x 39) cm		1,34	
Bloco de concreto estrutural fbk Médio (14 x 19 x 39) cm		1,08	
Argamassa de revestimento 1:2:8	kgCO2/m³	300,50	
Argamassa de revestimento industrializada		139,00[2]	EPD Vontorantim Matrix Revestimento Fachada - Cajamar Unit

Fonte: Autor (2025)

[1] Foi calculada a média entre valores mínimos e máximos. [2] Considerou-se que o resultado obtido da DAP (Declaração Ambiental de Produto) como CO_2 e não como CO_2-eq, para possibilitar a modelagem.

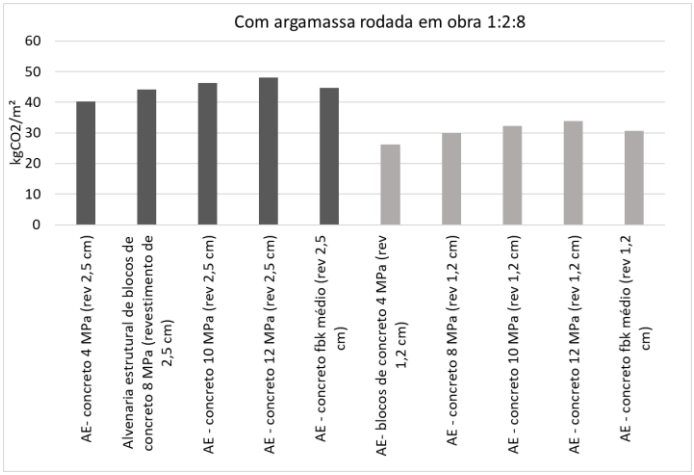
Foram avaliadas as seguintes especificações de paredes:

- Tipo de bloco (em termos da resistência à compressão (fbk) do bloco).
- Espessura da argamassa de revestimento (2,5 cm de cada lado e 1,2 cm de cada lado).
- Tipo de argamassa de revestimento (dosada em obra e industrializada).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

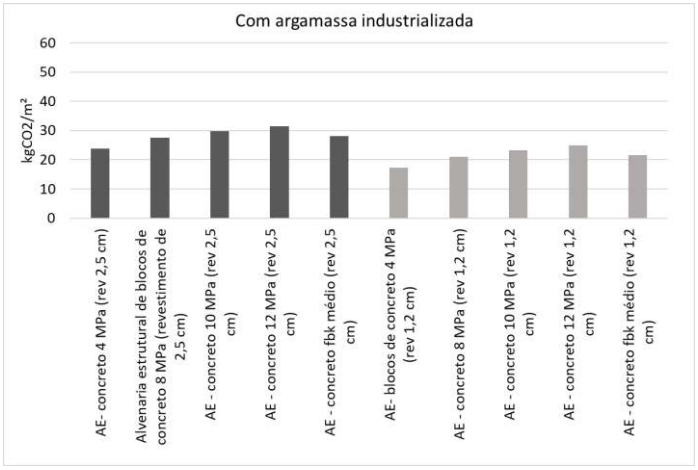
Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os resultados encontrados para as diferentes configurações de paredes estruturais de alvenaria de concreto avaliadas com argamassa rodada em obra e industrializada, respectivamente.

Figura 1 – Comparação da emissão de carbono de diferentes configurações de paredes estruturais de alvenaria de concreto com argamassa rodada em obra



Fonte: Autor (2025)

Figura 2 – Comparação da emissão de carbono de diferentes configurações de paredes estruturais de alvenaria de concreto com argamassa industrializada



Fonte: Autor (2025)

Foi possível ver uma diferença de até 85% entre o menor (17,2 kgCO2/m²: parede com blocos de concreto de 4 MPa, revestimento de 1,2 cm e argamassa industrializada) e maior valor (48,0 kgCO2/m²: parede com blocos de concreto de 12 MPa, revestimento de 2,5 cm e argamassa rodada em obra). Silva e Oliveira (2022)

encontraram valores que variam de 38,8 e 49,3 kgCO2/m² de uma parede de alvenaria de blocos cerâmicos revestida com argamassa rodada em obra (com 2,5 cm de espessura) e utilizando dados do Sidac, mostrando que os valores encontrados estão coerentes. As argamassas rodadas em obra representaram 42% a 70%, enquanto a industrializada 26 a 55% do total de emissão de CO2 das paredes. Esses resultados mostram que as diferenças de especificações podem levar a discrepâncias muito grandes nos valores de emissão de carbono dessas paredes e, consequentemente podem levar a distorções quando uma edificação inteira é avaliada. A seguir são discutidas as implicações dos parâmetros que podem ser considerados na modelagem de carbono.

3.1 Influência do tipo do bloco

Quando diferentes tipos de blocos são avaliados há uma diferença de aproximadamente 30% entre o caso com bloco de 4 MPa e 12 MPa (26,2 kgCO2/m² x 33,9 kgCO2/m², respectivamente), para o caso da argamassa rodada em obra e com 1,2 cm de espessura e 45% para o caso da argamassa industrializada com 1,2 cm de espessura (17,2 kgCO2/m² x 24,9 kgCO2/m²). Como a pegada de carbono da argamassa industrializada é menor que da rodada em obra, o bloco de concreto ganha uma importância maior no resultado.

A escolha do tipo de bloco de concreto é uma decisão projetual e deve ser pensada de uma maneira que garanta segurança e durabilidade da estrutura e ao mesmo tempo sem aumentar o custo e no contexto da pesquisa a emissão de carbono. Blocos mais resistentes possuem um maior consumo de cimento Portland, o que leva a sua maior emissão de carbono. No caso do sistema de alvenaria estrutural, a escolha da resistência do bloco está muito associada à altura da edificação (MOHAMAD, *et al.*, 2017). Desta forma, existe a necessidade de se avaliar o projeto da edificação como um todo, para a escolha das melhores soluções.

3.2 Influência do tipo e espessura da argamassa

Estudos anteriores já mostraram a maior participação da camada de reboco na emissão de carbono de paredes de alvenaria (Silva; Oliveira, 2022; Caldas et al., 2017). No entanto, com dados menos adaptados à realidade brasileira. Por exemplo, a disponibilidade de dados oficiais por diferentes especificações de bloco de concreto (em termos de seus fbk) só ocorreu com o lançamento do Sidac. Silva e Olivera (2022) fizeram uma avaliação para paredes de blocos cerâmicos de 14 x 19 x 39 cm.

A diminuição da espessura do revestimento argamassado de 2,5 cm para 1,2 cm leva a uma redução considerável do consumo de materiais e emissão de carbono, chegando a 54% para o melhor dos casos, entre as paredes com blocos de 4 MPa (40,3 kgCO2/m² x 26,2 kgCO2/m², respectivamente). No entanto, pode levar a perda de desempenho, seja térmico, acústico, estanqueidade, segurança ao fogo, entre outros. Desta forma, essa estratégia deve ser pensada com cautela. Uma combinação entre uma maior resistência do bloco e espessuras menores, pode ser pesquisada. É preciso também entender bem a compatibilidade de deformação entre a interface bloco e argamassa, para evitar possíveis manifestações patológicas. Todas essas questões podem implicar na necessidade de mais manutenções e um maior consumo de materiais e emissão de carbono ao longo de

todo o ciclo de vida da parede.

As argamassas industrializadas conseguem reduzir o consumo de cimento na mistura e evitar o uso de cal através do uso de aditivos químicos (Cirilo; Melo, 2018), sendo considerada uma estratégia de desmaterialização da construção, pois é possível conseguir um desempenho adequado ou até mesmo superior, com um menor consumo de material (Caldas et al., 2020). Houve uma redução de até 38% entre os melhores caso, quando a argamassa industrializada é empregada no lugar da rodada em obra, entre as paredes com blocos de 4 MPa (23,7 kgCO2/m² x 17,2 kgCO2/m², respectivamente). Isto mostra a importância de se investir na industrialização da construção brasileira, para se diminuir o consumo de materiais e as emissões associadas. É preciso destacar que na modelagem da presente pesquisa foi utilizado um dado de um DAP, que não segue as mesmas regras metodológicas do Sidac. Sendo assim, é importante que no futuro, seja incorporado no sistema, outros tipos de argamassa.

O uso de processos mais racionalizados (que não foram avaliados na presente pesquisa) como chapisco rolado ou um processo de execução projetado, pode levar a ganhos consideráveis também (entre 15% e 64%), como é apresentado nos estudos de Albuquerque et al. (2018) e Caldas et al. (2020), pois reduz consideravelmente o desperdício de materiais.

3.3 Influência do tipo do fabricante

Embora não tenha sido avaliado no presente artigo de forma quantitativo é importante discutir a influência do fabricante na emissão de carbono dos materiais. Sabe-se que para um mesmo material e especificação (ex. blocos de 12 MPa), diferentes fabricantes podem produzir produtos com diferentes pegadas de carbono, chegando a uma diferença superior a cinco vezes (CBCS, 2014). Essa diferença irá repercutir na emissão total da parede e da edificação. Para o caso dos sistemas de alvenaria estrutural, a argamassa foi o elemento mais impactante. Desta forma, a escolha dos fabricantes de cimento e cal (para o caso das argamassas dosadas em obra) serão elementos-chave. O cimento irá influenciar também diretamente na produção dos blocos, o que pode resultar em uma diferença considerável.

3.4 Uso dos valores de carbono pelos atores envolvidos do setor da AECO

A partir dos resultados encontrados nesta pesquisa é sugerido aqui algumas recomendações para escolha dos valores de emissão de carbono pelos diferentes atores do setor da AECO, como forma de melhorar a qualidade da avaliação e a tomada de decisão. Foram selecionados projetistas, construtores e associações/governos, conforme é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – FCs utilizados na modelagem das paredes de alvenaria

Ator	Tipo de dado disponível para análise	Fonte do dado	Recomendação para escolha do valor de Emissão de Carbono

Projetistas	Dados com pouca especificidade. Por exemplo, paredes de blocos de concreto com a espessura definida, mas dificilmente será possível saber o tipo de bloco ou das argamassas.	Projeto básico/concepção	Utilizar dados médios ou medianos quando não se tem dados específicos. Normalmente chama-se de "dados genéricos"
Construtores	Dados com bastante especificação que viabiliza a compra dos produtos e escolha dos fabricantes.	Projeto executivo/ *As-built*	Utilizar dados dos produtos específicos (ex. em termos do fbk ou traço utilizado). No melhor caso: usar dados do fabricante (ex. via DAPs ou Declarações específicas simplificadas)
Associações/ Governos	Dados macro. Ex. quantidade de cimento, argamassa e blocos consumidos no ano do setor.	Estudos setoriais	Utilizar faixas de valores para verificar cenários de metas de redução de carbono em intervalos

Fonte: Autor (2025)

4 CONCLUSÕES

O presente estudo apresenta valores de emissão de carbono de diferentes paredes estruturais de alvenaria de concreto utilizadas no Brasil. Os dados apresentados podem ser úteis para diferentes atores da AECO para realizarem seus estudos e modelos de emissão de carbono, desde projetistas até gestores à nível macro (ex. a gestão pública). É especialmente importante essa discussão para o setor de HIS no Brasil que faz um grande uso deste sistema construtivo. Foi possível verificar que pode existir uma diferença bastante considerável, de até 85% entre o menor valor 17,2 kgCO2/m² (com bloco fbk de 4 MPa, argamassa de 1,2 cm de espessura e industrializada) e maior 48,0 kgCO2/m² (com bloco fbk de 12MPa, argamassa de 2,5 cm de espessura rodada em obra). Essas diferenças podem ser vistas como oportunidades de melhoria do sistema para a redução da emissão de carbono, como por exemplo, o uso de menores espessuras de argamassa ou traços menos ricos ou mais otimizados (ex. argamassa industrializada), sempre incluindo a questão do desempenho e durabilidade. O trabalho contribui por ajudar a difundir a discussão do tema de emissão de carbono no setor da AECO e mostrar a importância e a influência da escolha dos dados para a modelagem adequada e futura tomada de decisão. É preciso ressaltar que os valores aqui apresentados não devem ser entendidos como "valores fechados" e que eles podem variar conforme mudanças e premissas adotadas na modelagem ou coleta de dados. É interessante que novos materiais como o graute e reforços metálicos sejam incluídos no escopo da avaliação e podem ser objeto de estudos futuros.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à CAPES e à FAPERJ, pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, H. R.; LIRA, J.; SPOSTO, R. M. Emissões de CO2 de sistemas de revestimento de argamassa: estudo de caso de aplicação de argamassa projetada comparativamente à aplicação convencional. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 377-393, out./dez. 2018. doi: https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000400311

BELIZARIO-SILVA, F.; OLIVEIRA, L. S.; DA COSTA D. R.; GOMES, G.P.T.; MARINHO, A. C.; DEGANI, C. M.; CALDAS, L. R.; PUNHAGUI, K. R.; PACCA, S. A.; JOHN, V. M. The Sidac system: Streamlining the assessment of the embodied energy and CO2 of Brazilian construction products. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 421, p. 138461,out. 2023. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138461.

CALDAS, L. R.; CARVALHO, M. T. M.; TOLEDO FILHO, R. D. Avaliação de estratégias para a mitigação dos impactos ambientais de revestimentos argamassados no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 343-362, jul./set. 2020. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000300433

CALDAS, L. R.; LIRA, J. S. M. M.; SPOSTO, R. M. Avaliação do Ciclo de Vida de habitações de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e painéis pré-moldados de concreto considerando diferentes zonas bioclimáticas. **Revista Latino-Americana em Avaliação do Ciclo de Vida**, Brasília, v.1, n.1, p. 138-167, 2017. doi: https://doi.org/10.18225/lalca.v1i1.3823

CBCS. **Projeto Avaliação de Ciclo de Vida Modular de Blocos e Pisos de Concreto**. 2014. Disponível em: Acessado 13 Fev 202 <CBCS_ACV-blocos-concreto.pdf>.

CIRILO, F.; MELO, A. T. S. Comparativo de desempenho ambiental entre argamassa industrializada e argamassa virada em obra. In: **CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE GESTÃO DO CICLO DE VIDA**, 6., Brasília, 2018. Anais [...] Brasília: IBICT, 2018.

MOHAMAD, G.; MACHADO, D. W. N.; JANTSCH, A. C. A. **Alvenaria Estrutural: construindo o conhecimento.** São Paulo: Blucher, 2017. 167 p.

SILVA, F. B. & OLIVEIRA, L. A. de Desempenho ambiental de sistemas construtivos: um estudo de caso para uma parede de alvenaria. TECSIC 2023. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS, 23 e 24 AGO 2023, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2022. P. 96-101.

SOUZA, D. M. DE.; LAFONTAINE, M.; CHARRON-DOUCET, F.; CHAPPERT, B.; KICAK, K.; DUARTE; F., & LIMA, L. Comparative life cycle assessment of ceramic brick, concrete brick and cast-in-place reinforced concrete exterior walls. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 137, 20, p. 70-821,nov. 2016. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.069.

UNEP - United Nations Environment Programme; YALE CENTER FOR ECOSYSTEMS + ARCHITECTURE. **Building Materials and the Climate:** Constructing a New Future. Acessado 13 Dez 2024 <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/43293.