v7.n9.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO CIMENTO TERNÁRIO

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF TERNARY CEMENT

EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL CEMENTO TERNARIO

Kalebe Kelvy Freire Ferreira[1], Jacques da Silva Albagli[2], Daniel do Nascimento[3], Juarez de Souza Cruz Neto[3], Sabino Alves de Aguiar Neto[4], Tatiane Emilio Checchia[5], Raduan Krause Lopes[6], Jayne Carlos Piovesan[6], Aedjota Matos de Jesus[4]

e799074
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i9.9074

PUBLICADO: 09/2026

RESUMO

A crescente demanda pela produção de cimento Portland implica emissões de dióxido de carbono, sendo a indústria cimenteira responsável por aproximadamente 8% das emissões de CO_2 para a atmosfera terrestre. Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a Avaliação do Ciclo de Vida aplicada ao cimento ternário, com foco em destacar sua sustentabilidade na construção civil e seu desempenho ambiental. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, fundamentada em uma revisão bibliográfica baseada na análise de publicações realizadas entre 2014 e 2024 com foco em temas como cimento ternário e ciclo de vida. Os resultados indicam que o LC^3 atende às metas globais de descarbonização, especialmente em cenários que dispõem de materiais locais, como argilas calcinadas e calcário. Contudo, a dependência de resíduos industriais, as limitações regionais e a necessidade de avanços tecnológicos permanecem como desafios a serem enfrentados. Conclui-se que o LC^3 é uma alternativa para o setor da construção civil, contribuindo para a redução dos impactos ambientais e promovendo a sustentabilidade na indústria cimenteira.

PALAVRAS-CHAVE: LC^3. Emissões de CO_2. Sustentabilidade. Construção civil.

ABSTRACT

The growing demand for Portland cement production implies carbon dioxide emissions, with the cement industry being responsible for approximately 8% of CO_2 emissions into the Earth's atmosphere. This study aimed to conduct a literature review on Life Cycle Assessment applied to ternary cement, focusing on highlighting its sustainability in civil construction and its environmental performance. The research adopted a qualitative approach, grounded in a literature review based on the analysis of publications carried out between 2014 and 2024 focusing on topics such as ternary cement and life cycle. The results indicate that LC^3 meets global decarbonization goals, especially in scenarios that have local materials, such as calcined clays and limestone. However, dependence on industrial waste, regional limitations and the need for technological advances remain as challenges to be faced. It is concluded that LC^3 is an alternative for the civil construction sector, contributing to the reduction of environmental impacts and promoting sustainability in the cement industry.

[1] Graduando em Engenharia Civil – UNIR.
[2] Mestrando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente – UNIR.
[3] Mestrando em Engenharia Civil – UFAM.
[4] Doutor em Engenharia Civil – UFPA.
[5] Doutoranda em Desenvolvimento Regional – UNIR.
[6] Doutor(a) em Engenharia Civil – UNISINOS.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

KEYWORDS: *LC^3. CO_2 emissions. Sustainability. Civil construction.*

RESUMEN
La creciente demanda de producción de cemento Portland implica emisiones de dióxido de carbono, siendo la industria cementera responsable de aproximadamente el 8 % de las emisiones de CO_2 a la atmósfera terrestre. Este estudio tuvo como objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre la Evaluación del Ciclo de Vida aplicada al cemento ternario, con el propósito de destacar su sostenibilidad en la construcción civil y su desempeño ambiental. La investigación adoptó un enfoque cualitativo, fundamentado en una revisión bibliográfica basada en el análisis de publicaciones realizadas entre 2014 y 2024, centradas en temas como el cemento ternario y el ciclo de vida. Los resultados indican que el LC^3 cumple con las metas globales de descarbonización, especialmente en escenarios que disponen de materiales locales, como arcillas calcinadas y piedra caliza. Sin embargo, la dependencia de residuos industriales, las limitaciones regionales y la necesidad de avances tecnológicos siguen siendo desafíos que deben afrontarse. Se concluye que el LC^3 constituye una alternativa para el sector de la construcción civil, contribuyendo a la reducción de los impactos ambientales y promoviendo la sostenibilidad en la industria cementera.

PALABRAS CLAVE*: LC^3. Emisiones de CO_2. Sostenibilidad. Construcción civil.*

INTRODUÇÃO

A demanda pela fabricação de cimento Portland aumentou devido à elevada utilização de concreto na construção civil, o que implica elevada emissão de dióxido de carbono (CO_2), visto que a indústria cimenteira é responsável por 8% das emissões de CO_2 para a atmosfera terrestre. Isso é atribuído à produção de clínquer, que é o principal componente do cimento responsável pela propriedade cimentícia do material (Uwasu; Hara; Yabar, 2014).

O CO_2 é um dos principais componentes dos gases de efeito estufa (GEE), que contribuem para o aquecimento global e geram diversos problemas ambientais (Petroche; Ramirez, 2022). Como resultado, nos últimos anos, diversos órgãos públicos e privados buscam diminuir a emissão de CO_2 causada pela indústria cimenteira de maneira sustentável (Scrivener; John; Gartner, 2018).

Uma solução adotada nessa perspectiva é a utilização de cimentos verdes, que visam reduzir a emissão de CO_2 por meio da implementação de resíduos na sua fabricação. Um dos cimentos verdes que se destaca é o cimento de fíler calcário e argila calcinada (LC^3), que utiliza argilas cauliníticas calcinadas e calcário para substituir o clínquer. Em razão disso, o LC^3 apresenta 50% menos clínquer em sua composição, o que o torna uma alternativa viável para o futuro da indústria cimenteira (Muzenda *et al*., 2020; Avet; Scrivener, 2018).

Quanto à resistência, os cimentos ternários mostram diferenças entre a resistência inicial e a resistência a longo prazo, dependendo da composição. Segundo Radwan *et al*. (2020), as misturas ternárias contendo cinzas volantes (CV) e escória granulada de alto-forno (EGA)

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

apresentaram resistência inicial inferior ao cimento Portland (CP), mas resultados semelhantes ou superiores após 90 dias devido ao efeito de hidratação latente dos materiais suplementares.

No caso do LC^3, Pillai *et al*. (2019) destacam que a resistência inicial é comparável à de cimentos mistos contendo CV, enquanto a resistência a longo prazo é superior. Essa evolução é atribuída à sinergia entre os produtos de hidratação do clínquer e do metacaulim presentes no LC^3, que contribuem para a formação de microestruturas mais densas e refinadas. Além disso, Marani, Zhang e Nehdi (2023) destacam que o LC^3 mantém desempenho estável a longo prazo mesmo em condições agressivas, como exposição a cloretos.

Todavia, o fato de esse cimento verde consumir menos clínquer não significa que ele emita menos CO_2. Nesse sentido, a avaliação do ciclo de vida (ACV) é utilizada para verificar essa premissa em relação ao LC^3, pois essa técnica é utilizada em medições para que se possa identificar e comparar os impactos ambientais após a substituição do clínquer por outros materiais cimentícios (Arruda Junior; Braga; Barata, 2023). Porém, na literatura brasileira pouco se encontram estudos sobre a realização de avaliação do ciclo de vida no LC^3 (Stafford *et al*., 2016).

Diante desse contexto, este artigo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a ACV aplicada ao cimento ternário, tendo como base a literatura disponível. Para isso, buscou-se enfatizar sua sustentabilidade na construção civil e seu desempenho visando melhorar o meio ambiente.

METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, centrada na análise de documentos coletados, e possui um caráter descritivo. A escolha por essa abordagem se justifica pela natureza do estudo, que busca analisar o ciclo de vida do cimento ternário na construção civil. Nesse sentido, a estratégia de pesquisa empregada é o estudo de revisão bibliográfica, uma vez que se concentra na investigação detalhada de um tema específico, o que permite a análise crítica e a síntese de conhecimentos previamente publicados (Günther, 2006).

Para o desenvolvimento desta revisão bibliográfica, foram selecionados artigos indexados na Web of Science, com foco nas publicações disponíveis publicadas nos últimos dez anos (entre 31/08/2014 e 31/08/2024). Para isso, a busca pelos artigos foi conduzida no mês de setembro de 2024, garantindo a inclusão das pesquisas mais recentes e relevantes sobre o tema. A escolha desse intervalo de tempo permite abranger um período de produção científica, tal que contempla estudos mais recentes publicados nos últimos dez anos.

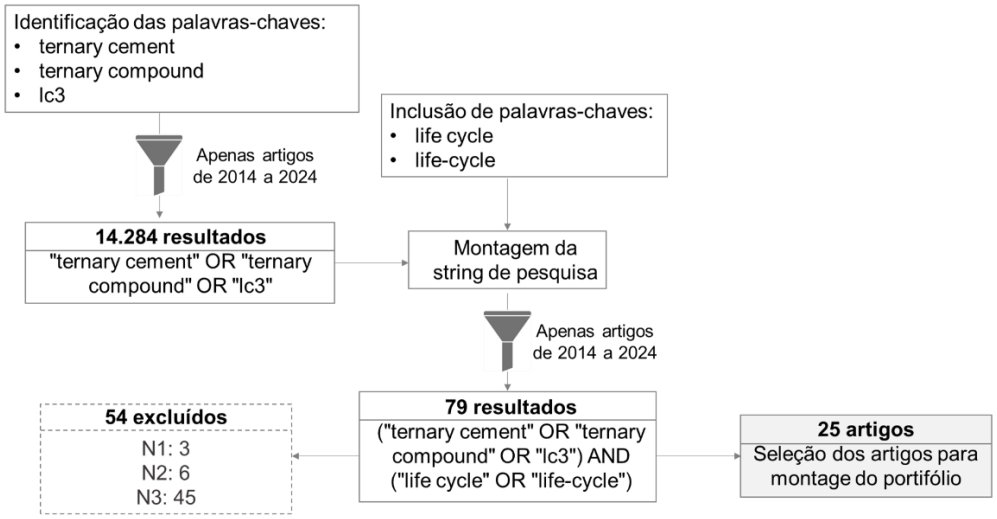
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A busca foi realizada com os termos indexados na língua inglesa, uma vez que possui maior abrangência e alcance, no qual foram utilizados dois grupos: o primeiro associado ao cimento ternário (ternary cement, ternary compound e lc3), enquanto o segundo, relacionado ao ciclo de vida (life cycle, life-cycle). Para realizar a busca foram utilizados operadores booleanos AND (e) e OR (ou), tal que o operador AND foi utilizado entre os grupos, ao passo que o operador OR foi utilizado entre os sinônimos de cada grupo, o que resultou em 6 termos de busca (strings de pesquisa). Neste sentido, a linguagem de busca utilizada se deu pela seguinte expressão: ("ternary cement" OR "ternary compound" OR "lc3") AND ("life cycle" OR "life-cycle").

Adotou-se como critérios de inclusão os artigos originais que abordavam a temática específica e que foram publicados em inglês ou português entre 2014 e 2024. Por conseguinte, adotou-se como critério de exclusão os artigos que não estavam alinhados com o objeto de estudo (N1), assim como os artigos de revisão (N2) e artigos que não tratavam sobre cimentos ternários (N3). Os artigos foram selecionados a partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, tal que os artigos que não atenderam aos critérios estabelecidos foram excluídos, inclusive aqueles que estavam duplicados.

A Figura 1 apresenta a estrutura das etapas de busca e filtragem dos artigos encontrados na Web of Science, tal como apresenta a obtenção de respostas das buscas realizadas. Após a aplicação das strings, as publicações foram exportadas para uma planilha para uma triagem e, posteriormente, os dados foram tratados e compilados.

Figura 1: Esquematização do processo de busca por artigos referentes à avaliação do ciclo de vida do cimento ternário na Web of Science, entre os anos de 2014 e 2024



Fonte: Autores, 2024.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Redução de impactos ambientais em cimentos ternários

A substituição do CP por cimentos ternários, como o LC^3, é uma estratégia eficaz para reduzir as emissões de CO_2. Sistemas cimentícios que incorporam materiais suplementares, como CV, EGA e argilas calcinadas, demonstram redução na pegada de carbono. Berriel *et al*. (2018) demonstram que o LC^3 reduz emissões de CO_2 em até 30%, substituindo 50% do clínquer por argila calcinada e calcário. Estudos como os de Martinez, Horvath e Monteiro (2023) apontam que uma combinação de 35% de metacaulim e 15% de calcário pode reduzir as emissões em 39%.

Radwan *et al*. (2021) destacam que cimentos com até 30% de CV e 50% de EGA alcançam redução de até 60% nas emissões, enquanto Rodrigues *et al*. (2022) observam que misturas quaternárias com CV e EGA apresentam uma redução de 21%. Além disso, Gu *et al*. (2020) mostram que o LC^3 reduz as emissões de CO_2 em 44,77%, devido às substituições de clínquer por argilas calcinadas, calcário e gesso. A incorporação de escória de ferroníquel (EF) também contribui, com redução adicional de 4,75% nas emissões.

Estudos como os de Huang *et al*. (2024), mostram que o processo de fabricação do LC^3 utiliza temperaturas de calcinação mais baixas (700–850 °C), resultando em emissões entre 29,34% e 41,56% menores em comparação ao CP, além de economia de energia. Por sua vez, Marani, Zhang e Nehdi (2023) associam o uso de materiais de mudança de fase microencapsulados (MPCMs) com reduções de mais de 30% nas emissões.

Além disso, Schiefer e Plank (2023) e Hafez *et al*. (2024) reforçam o alinhamento do LC^3 com metas globais de descarbonização, destacando reduções de até 35% na pegada de carbono de concretos reforçados com fibras de aço. Estudos como os de Zhou *et al*. (2022) e Díaz *et al*. (2018) comprovam os benefícios ambientais do LC^3 em contextos regionais, enquanto Arruda Junior, Braga e Barata (2023) destacam emissões médias de 415 kg CO_2/ton, abaixo das metas do setor para 2040.

Fatores que influenciam a redução de emissões

Diversos fatores impactam a redução de emissões de CO_2 em cimentos ternários, incluindo a proporção de clínquer substituído, os materiais utilizados e as condições de produção. Conforme Radwan *et al*. (2021), volumes de EGA entre 50 e 70% mostram as maiores reduções, enquanto Kanagaraj *et al*. (2024) destacam o potencial das argilas calcinadas no LC^3 para reduzir emissões em 30 a 40%.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Já Malacarne *et al*. (2021) apontam que o LC^3 consome 40% menos energia devido à calcinação em temperaturas mais baixas, enquanto escórias pré-produzidas também reduzem o consumo energético. Em contrapartida, Radwan *et al*. (2020) observam que a dependência de resíduos industriais, como escória e CV, pode limitar o uso desses cimentos em regiões onde tais materiais não são de fácil acesso.

Berriel *et al*. (2016) e Sánchez *et al*. (2019) destacam que a disponibilidade local de argilas calcinadas e calcário facilita a aplicação do LC^3 em cenários regionais, como Cuba e Brasil, reduzindo as de emissões associadas ao transporte. Bhattacherjee *et al*. (2021) ressaltam que a substituição do clínquer é o fator que faz com que se emita menos CO_2, pois a produção de clínquer é a fase mais intensiva em energia da produção do cimento.

Outros fatores incluem a eficiência tecnológica, conforme indicado por Huang *et al*. (2024), segundo o qual técnicas avançadas resultam em maior redução de emissões. Marani, Zhang e Nehdi (2023) mostram que os MPCMs contribuem para a redução de carbono, enquanto Jungclaus *et al*. (2024) exploram o potencial de carbonatação do concreto para sequestrar CO_2 durante o ciclo de vida.

Além disso, a escolha de aditivos e combustíveis impacta as emissões, e os superplastificantes otimizam a trabalhabilidade e a hidratação, mas podem aumentar os impactos ambientais, conforme observado por Zhou *et al*. (2022). Por fim, estudos como os de Bhandari *et al*. (2023) e Berriel *et al*. (2015) destacam a importância de tecnologias e combustíveis alternativos na eficiência energética e na redução das emissões de CO_2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo apresenta uma análise da sustentabilidade do cimento ternário, com foco no LC^3. A pesquisa reforça as vantagens ambientais e econômicas do cimento ternário como alternativa ao CP, destacando que a substituição parcial do clínquer por argilas calcinadas, calcário e outros materiais suplementares reduz as emissões de CO_2 e o consumo de energia. A metodologia de revisão bibliográfica utilizada demonstra a relevância do ciclo de vida como ferramenta para medir e comparar impactos ambientais, validando as vantagens do cimento ternário em termos de emissões reduzidas, durabilidade e eficiência energética.

Entre os principais resultados, o estudo evidenciou que os cimentos ternários podem reduzir as emissões de carbono em até 50%, dependendo da composição e das condições de produção, alinhando-se às metas globais de descarbonização. Contudo, limitações como a dependência de materiais regionais e a necessidade de avanços tecnológicos para maximizar o potencial de sustentabilidade do LC^3 são desafios a serem superados. Além disso, a revisão

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ressalta que, embora existam estudos internacionais, a literatura brasileira ainda carece de investigações sobre a aplicação e os impactos do cimento ternário.

Portanto, o trabalho conclui que os cimentos ternários, com destaque para o LC^3, representam uma solução para o setor de construção civil, contribuindo para a redução da pegada de carbono e o avanço de práticas sustentáveis na indústria cimenteira. Futuras pesquisas podem explorar a implementação do LC^3 em escala industrial e seu desempenho em diferentes contextos regionais, promovendo sua adoção como um cimento verde de baixo impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

ARRUDA JUNIOR, Euler Santos; BRAGA, Nállyton Tiago de Sales; BARATA, Márcio Santos. Life cycle assessment to produce LC^3 cements with kaolinitic waste from the Amazon region, Brazil. **Case studies in construction materials**, v. 18, p. e01729, 2023.
AVET, François; SCRIVENER, Karen. Investigation of the calcined kaolinite content on the hydration of Limestone Calcined Clay Cement (LC3). **Cement and concrete research**, v. 107, p. 124-135, 2018.

BERRIEL, S. Sánchez et al. Assessing the environmental and economic potential of Limestone Calcined Clay Cement in Cuba. **Journal of cleaner production**, v. 124, p. 361-369, 2016.

BERRIEL, S. Sánchez et al. Introducing low carbon cement in Cuba-A life cycle sustainability assessment study. In: **Calcined clays for sustainable concrete: proceedings of the 2nd international conference on calcined clays for sustainable concrete**. Springer Netherlands, 2018. p. 415-421.

BERRIEL, Sofía Sánchez et al. Assessment of sustainability of low carbon cement in Cuba. Cement pilot production and prospective case. In: **Calcined clays for sustainable concrete: proceedings of the 1st international conference on calcined clays for sustainable concrete**. Springer Netherlands, 2015. p. 189-194.

BHANDARI, Ishan et al. A systematic study on sustainable low carbon cement–Superplasticizer interaction: Fresh, mechanical, microstructural and durability characteristics. **Heliyon**, 2023.
BHATTACHERJEE, Shantanu et al. Sustainable materials for 3D concrete printing. **Cement and concrete composites**, v. 122, p. 104156, 2021.

DÍAZ, Yudiesky Cancio et al. Sustainability of Cuban construction supply chain by means of LC 3 cement: case studies in Villa Clara Province. In: **Calcined clays for sustainable concrete: proceedings of the 2nd international conference on calcined clays for sustainable concrete.** Springer Netherlands, 2018. p. 105-109.

GU, Yu-cun et al. Immobilization of hazardous ferronickel slag treated using ternary limestone calcined clay cement. **Construction and building materials**, v. 250, p. 118837, 2020.

GÜNTHER, Hartmut. **Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?** Psicologia: teoria e pesquisa, v. 22, p. 201, 2006.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

HAFEZ, Hisham et al. Decarbonization potential of steel fibre-reinforced limestone calcined clay cement concrete one-way slabs. **Construction and building materials**, v. 435, p. 136847, 2024.

HUANG, Xiaoxu et al. Performance assessment of LC3 concrete structures considering life-cycle cost and environmental impacts. **Journal of cleaner production**, v. 436, p. 140380, 2024.

JUNGCLAUS, Matthew A. et al. Whole-life carbon emissions of concrete mixtures considering maximum CO2 sequestration via carbonation. **Resources, conservation and recycling**, v. 206, p. 107605, 2024.

KANAGARAJ, Balamurali et al. Limestone calcined clay cement (LC3): A sustainable solution for mitigating environmental impact in the construction sector. **Resources, conservation & recycling advances**, v. 21, p. 200197, 2024.

MALACARNE, Camila Salvi et al. Environmental and technical assessment to support sustainable strategies for limestone calcined clay cement production in Brazil. **Construction and building materials**, v. 310, p. 125261, 2021.

MARANI, Afshin; ZHANG, Lei; NEHDI, Moncef L. LC3 with microencapsulated phase change materials for reducing embodied and operational carbon. **Cement and concrete research**, v. 172, p. 107234, 2023.

MARTINEZ, Daniela M.; HORVATH, Arpad; MONTEIRO, Paulo JM. Comparative environmental assessment of limestone calcined clay cements and typical blended cements. **Environmental research communications**, v. 5, n. 5, p. 055002, 2023.

MUZENDA, Tafadzwa Ronald et al. The role of limestone and calcined clay on the rheological properties of LC3. **Cement and concrete composites**, v. 107, p. 103516, 2020.

PETROCHE, Daniel M.; RAMIREZ, Angel D. The environmental profile of clinker, cement, and concrete: a life cycle perspective study based on Ecuadorian data. **Buildings**, v. 12, n. 3, p. 311, 2022.

PILLAI, Radhakrishna G. et al. Service life and life cycle assessment of reinforced concrete systems with limestone calcined clay cement (LC3). **Cement and concrete research**, v. 118, p. 111-119, 2019.

RADWAN, Mohammed KH et al. Eco-mechanical performance of binary and ternary cement blends containing fly ash and slag. In: **Proceedings of the institution of civil engineers-engineering sustainability**. Thomas Telford Ltd, 2020. p. 23-36.

RADWAN, Mohammed KH et al. Sustainable ternary cement blends with high-volume ground granulated blast furnace slag–fly ash. **Environment, development and sustainability**, p. 1-35, 2021.

RODRIGUES, Anna Luiza Macachero Victor et al. Environmental and mechanical evaluation of blended cements with high mineral admixture content. **Frontiers in materials**, v. 9, p. 880986, 2022.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

SÁNCHEZ, Sofía et al. Sustainability assessment in Cuban cement sector-a methodological approach. In: **IOP Conference series: Earth and environmental science.** IOP Publishing, 2019. p. 012128.

SCHIEFER, Christopher; PLANK, Johann. On the CO2 footprint of polycarboxylate superplasticizers (PCEs) and its impact on the eco balance of concrete. **Construction and building materials**, v. 409, p. 133944, 2023.

SCRIVENER, Karen L.; JOHN, Vanderley M.; GARTNER, Ellis M. Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO2 cement-based materials industry. **Cement and concrete research**, v. 114, p. 2-26, 2018.

STAFFORD, Fernanda N. et al. Life cycle assessment of the production of cement: A Brazilian case study. **Journal of cleaner production**, v. 137, p. 1293-1299, 2016.

UWASU, Michinori; HARA, Keishiro; YABAR, Helmut. World cement production and environmental implications. **Environmental development**, v. 10, p. 36-47, 2014.

ZHOU, Yingwu et al. Sustainable lightweight engineered cementitious composites using limestone calcined clay cement (LC3). **Composites part b: engineering**, v. 243, p. 110183, 2022.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.