SBCC 2025
II Simpósio Brasileiro de Ciência do Cimento

Pós de RCD submetidos a tratamentos físico-químicos como material cimentício suplementar

RCD powders subjected to physical-chemical treatments as supplementary cement material

Melissa Pastorini Proença
Instituto Federal do Paraná e Universidade Federal do Paraná | Foz do Iguaçu, Paraná | melissa.proenca@ifpr.edu.br

Kathleen Dall Bello de Souza Risson
Instituto Federal do Paraná e Universidade Federal da Integração Latino-Americana | Foz do Iguaçu, Paraná | kathleen.souza@ifpr.edu.br

Dayana Ruth Bola Oliveira
Centro Universitário Dinâmica das Cataratas | Foz do Iguaçu, Paraná | dayruth@gmail.com

Nayara Soares Klein
Universidade Federal do Paraná | Curitiba, Paraná | nayaraklein@gmail.com

Edna Possan
Universidade Federal da Integração Latino-Americana | Foz do Iguaçu, Paraná | edna.possan@unila.edu.br

RESUMO

Este estudo avalia o uso de pó de RCD misto submetido a tratamentos físico-químicos de pré-hidratação com ácido tânico, mecanoativação e termoativação, como material cimentício suplementar (MCS) para teores de 10, 25 e 40% de substituição em massa. Foi analisado o desempenho mecânico e ambiental em argamassas com relação água/finos fixa e otimizadas com aditivo redutor de água. Em misturas otimizadas, foi possível incorporar até 40% dos pós tratados, alcançando resistências da ordem de 50 MPa aos 28 dias. Para a mistura composta com pó de RCD pré-hidratado com ácido tânico foi obtido o menor índice de intensidade carbono (5,55 kg de CO_2/m³/MPa). O uso de aditivo favoreceu o desempenho das misturas contendo os pós tratados, com acréscimo de até 30 MPa comparado às partículas sem tratamento. O estudo destaca o potencial do aproveitamento do pó de RCD misto como MSC para reduzir emissões de carbono do cimento, especialmente associado o uso de aditivo o qual possibilita a incorporação de maiores quantidades de pós com desempenho satisfatório, minimizando a disposição irregular de resíduos, alinhando-se às práticas sustentáveis no setor.

Palavras-chave: Cimento ecoeficiente; Baixo carbono; Mecanoativação; Ácido tânico; Indicador ambiental.

ABSTRACT

This study evaluates the use of mixed CDW (Construction and Demolition Waste) powder subjected to physicochemical treatments pre-hydration with tannic acid, mechanochemical activation, and thermal activation, as a supplementary cementitious material (SCM) at replacement levels of 10%, 25%, and 40% by mass. The mechanical and environmental performance was analyzed in mortars with a fixed water-to-fines ratio, optimized using a water-reducing admixture. In optimized mixtures, it was possible to incorporate up to 40% of the treated powders, reaching compressive strengths around 50 MPa at 28 days. The mixture containing CDW powder pre-hydrated with tannic acid achieved the lowest carbon intensity index (5.55 kg of CO_2/m³/MPa). The use of admixture enhanced the performance of mixtures containing the treated powders, with an increase of up to 30 MPa compared to untreated particles. The study highlights the potential of using mixed CDW powder as SCM to reduce cement-related carbon emissions, especially when combined with admixtures, which allow for the incorporation of larger amounts of powder with satisfactory performance, minimizing irregular waste disposal and aligning with sustainable practices in the sector.

Keywords: Eco-efficient cement; Low carbon; Mechanoactivation; Tannic acid; Environmental indicator.

1 INTRODUÇÃO

A crise climática impõe um desafio ao avanço do desenvolvimento sustentável, especialmente pelo aumento das emissões de carbono (Hansen *et al.*, 2023; Zhao *et al.*, 2025). No setor da construção civil concentra-se cerca de 34% das emissões de CO_2 (UNEP, 2025-), sendo a indústria cimenteira responsável por 8% (IEA, 2018). O

consumo de recursos naturais e a geração de resíduos de construção e demolição (RCD) também são passivos do setor. Só no Brasil são gerados anualmente 100 milhões de toneladas RCD, dos quais apenas 30% são reciclados (ABRECON, 2022).

No processo de reciclagem do RCD ou pela cominuição adicional do material, é gerado uma fração de pó (partículas com diâmetro inferior a 0,15 mm), que pode ser explorado como material cimentício suplementar (MCS) (Oliveira *et al.*, 2023, 2024; Yang; Liu; Ma, 2020), combinado ou não à tratamentos físico-químicos que melhorem as características das partículas a fim de ampliar o potencial de aplicação (Li *et al.*, 2022; Proença *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2022).

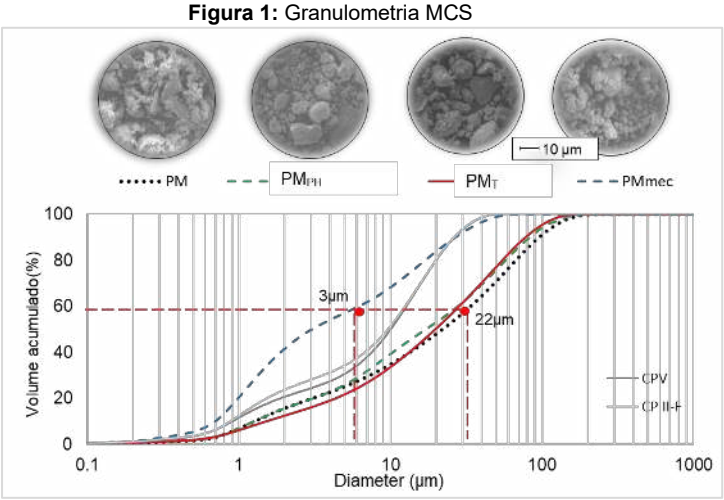
Os MCS, são resíduos e subprodutos de diferentes indústrias (Battagin; Rodrigues, 2014), e quando finamente cominuídos podem compor o cimento Portland (Paris; Roessler, 2013). Esses materiais atuam na matriz cimentícia sob os efeitos de atividade pozolânica (Hoppe Filho *et al.*, 2021; Juenger; Siddique, 2015; Mohammed, 2017), atividade hidráulica (Oliveira *et al.*, 2023a) e efeito fíler (Berodier; Scrivener, 2014; XU *et al.*, 2025), podendo ser explorados de duas formas: na composição do cimento Portland substituindo clinquer, e na composição de misturas (concretos, argamassas) reduzindo consumo de cimento Portland (Gartner; Hirao, 2015) com promoção da economia circular. Estratégias de descarbonização e circularidade são fundamentais para a alcance das metas climáticas e sustentabilidade do setor da construção, pois além de valorar os resíduos da construção, promovem a redução do consumo de clínquer, refletindo diretamente na mitigação das emissões de carbono, alinhado aos objetivos de desenvolvimento sustentável e as metas do Acordo de Paris (Scrivener; John; Gartner, 2018; Snellings; Suraneni; Skibsted, 2023).

Este artigo tem como objetivo avaliar o uso de pó de RCD de origem mista (composição cimentícia e cerâmica), submetido aos tratamentos de pré-hidratação com ácido tânico, mecanoativação e termoativação como MCS na composição de argamassas em substituição ao cimento Portland nos teores de 10, 25 e 40%. Realizou-se análises no que tange o desempenho ambiental e mecânico à compressão (em argamassas na proporção 1:3), em misturas com e sem aditivo redutor de água. Entende-se que um consumo fixo de água e a falta de aditivo dispersante pode desfavorecer misturas que contenham MCS, quando analisado o desempenho mecânico (John *et al.*, 2019), porém a normalização brasileira através da NBR 7215 (ABNT, 2019), fixa uma relação água/cimento, quando se analisa o desempenho mecânico à compressão do cimento Portland, buscando contornar tal questão este estudo faz duas abordagens com a produção de matrizes otimizadas através do uso de aditivo redutor de água, com finalidade de explorar o efetivo potencial dos MCS e misturas com relação fixa de 0,48 padronizadas pela NBR 7215 (ABNT, 2019).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento de obtenção e tratamento dos pós mistos utilizados neste estudo é descrito em Proença *et al.* (2024). A partir dos pós de RCD misto (PM), (Figura 1 e Tabela 1), foram produzidas composições de argamassas com teores de 10%, 25% e 40% de substituição em massa ao CPV-ARI (Cimento Portland de alta resistência inicial), com massa específica de 3,12 g/cm³, d50 de 10,05 µm, e teor máximo de 10% de adição de fíler calcário, resultando em 12 misturas de CPV-ARI + MCS.

Figura 1: Granulometria MCS



Fonte: As autoras, 2024.

Tabela 1: Composição química dos materiais

Amostra	PM	$PM_{pré\text{-}hidratado}$	PM_{mec}	PM_{termo}	CPV-ARI	CPII-F-32
SiO_2	39,55	39,59	39,55	43,58	17,78	16,47
Al_2O_3	12,88	13,02	12,88	14,37	4,49	3,72
Fe_2O_3	6,65	6,74	6,65	7,40	2,38	1,75
CaO	16,68	16,83	16,68	18,87	59,52	59,77
MgO	3,64	3,68	3,64	4,10	6,76	3,89
TiO_2	1,88	1,90	1,88	2,11	0,26	0,16
MnO	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Na_2O	0,28	0,31	0,28	0,33	0,12	< LQ
K_2O	1,00	1,02	1,00	1,14	0,73	0,87
P_2O_5	0,11	0,12	0,11	0,13	0,11	< LQ
SO_3	0,45	0,39	0,45	0,47	3,09	2,71
PF	17,08	17,41	17,08	8,31	5,41	10,48

*LQ = Limite quantificável

Fonte: As autoras, 2024.

Foram produzidas argamassas (Figura 2) com proporção 1:3 conforme NBR 7215 (ABNT, 2019), considerando relação a/f (água/finos, sendo os finos CPV-ARI + MCS) de 0,48, como referência aos ensaios de resistência à compressão do cimento Portland..Também se fez um proporcionamento otimizado, onde foi reduzida a relação água/finos, e realizada a incorporação de aditivo redutor de água (superplastificante -SP) a base de

policarboxilato (3ª geração), mantendo-se a consistência das misturas de argamassa entre 165 ± 10 mm, conforme consumos de materiais da Tabela 2. . A argamassa de referência foi produzida com CP II F-32 (d50 10,75 µm, e massa específica de 3,08 g/cm³), a escolha deste cimento deu-se em função de ser a composição com maior teor (até 25%) de material inerte, dentre os cimentos comerciais brasileiros, como verificado em estudo anterior de Proença *et al.* (2024), os pós de RCD utilizados são considerados inertes.
Para dosagem do aditivo redutor de água (SP) foi avaliado o ponto de saturação para pastas dos cimentos compostos, através do mini slump (Kantro, 1980), sendo verificado o teor ideal de 0,9% (nas misturas o teor de água do aditivo foi descontado). Na análise da resistência à compressão as amostras de argamassa foram colocadas em cura submersa até a idade de 28 dias. A resistência à compressão foi determinada tomando-se a média de 4 amostras, avaliada por análise estatística pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Figura 2: Projeto Experimental



Fonte: As autoras, 2025.

Tabela 2: Quantitativos dos materiais para produção de 1m³ de argamassa

Composição		10% de MCS - Consumo (Kg/m³)					25% de MCS - Consumo (Kg/m³)					40% de MCS - Consumo (Kg/m³)				
		CPV	MCS	SP	Areia	a/f	CPV	MCS	SP	Areia	a/f	CPV	MCS	SP	Areia	a/f
Argamassa Otimizada	PM	500,47	55,61	5,00	1668,22	0,33	400,27	133,42	4,80	1601,10	0,40	322,60	215,06	4,84	1612,98	0,37
	PM_{PH}	501,15	55,68	5,01	1670,50	0,33	414,67	138,22	4,98	1658,67	0,33	316,27	210,85	4,74	1581,36	0,41
	PM_M	501,39	55,71	5,01	1671,29	0,33	413,76	137,92	4,97	1655,03	0,34	325,19	216,79	4,88	1625,93	0,36
	PM_T	494,40	54,93	4,94	1648,00	0,36	410,15	136,72	4,92	1640,62	0,36	320,93	213,95	4,81	1604,64	0,40
Argamassa padrão*	PM	464,12	51,57		1547,08		384,67	128,22		1538,67		306,07	204,05		1530,36	
	PM_{PH}	464,23	51,58		1547,44	0,48	384,89	128,30		1539,57	0,48	306,35	204,24		1531,77	0,48
	PM_M	464,20	51,58		1547,32		384,82	128,27		1539,27		306,26	204,17		1531,30	
	PM_T	465,31	51,70		1551,02		387,12	129,04		1548,47		309,18	206,12		1545,92	

Fonte: As autoras, 2024.

Após a cura submersa das amostras em água saturada com cal, fez-se a determinação da resistência à compressão axial aos 28 dias em prensa elétrica digital com capacidade de 100 tf, (Contenco, modelo I-3025-B). Quanto aos indicadores ambientais realizou-se a análise das emissões de dióxido de carbono das misturas compostas, a partir dos dados da literatura (Tabela 3). Os dados do sistema SIDAC (2024) consideram uma abordagem simplificada de análise do ciclo de vida do berço ao portão, fornecendo as emissões de CO_2 (Belizario-Silva *et al.*, 2023), os dados de Proença (2023) correspondem as emissões de carbono associadas ao tratamento de partículas, sendo gerados a partir de dados secundários da literatura, e os dados da EFCA, (2021) são dados primários relacionados ao produto.

Tabela 3: Dados das emissões dos materiais em kg de CO_2/kg de material

Material	CPV ARI (média)	CP II F (mínima)	CP II F (máxima)	PM	PM_M	PM_T	PM_{PH}	Aditivo SP	Areia
Emissão (kg de CO_2/kg)	0,776	0,652	0,873	0,006	0,031	0,146	0,081	1,530	0,013
Fonte	SIDAC, 2024			PROENÇA, 2023				EFCA, 2021	SIDAC, 2024

Fonte: As autoras, 2024.

Para determinar as emissões de carbono por metro cúbico das misturas produzidas, utilizou-se a equação 1.

$$E_{Argamassa} = E_{CPV} * C_{CPV} = +E_{MCS} * C_{MCS} + E_{agregado} * C_{agregado} + E_{aditivo} * Caditivo \quad (1)$$

Onde: $E_{Argamassa}$ = Emissão de carbono em $kgCO_2/m^3$; E_{CPV}= Emissões do CPV-ARI em $kgCO_2/Kg$; C_{CPV}= Consumo de CPV-ARI em kg/m^3; E_{MCS}= Emissões do pó de RCD como MCS em $kgCO_2/Kg$; C_{MCS}= Consumo de MCS (pós de RCD) em kg/m^3; $E_{agregado}$= Emissões do agregado miúdo em $kgCO_2/Kg$ agregado; $C_{agregado}$= Consumo de agregado em kg/m^3;$E_{aditivo}$=Emissões do aditivo em $kgCO_2/kg$;$C_{aditivo}$=Consumo de aditivo SP em kg/m^3.

Na sequência podem ser determinados os índices de intensidade de carbono e ligante, conforme as equações 2 e 3 de Damineli *et al.* (2010).

$$IL = \frac{C_{CPV}+C_{MCS}}{fck} \quad (2)$$

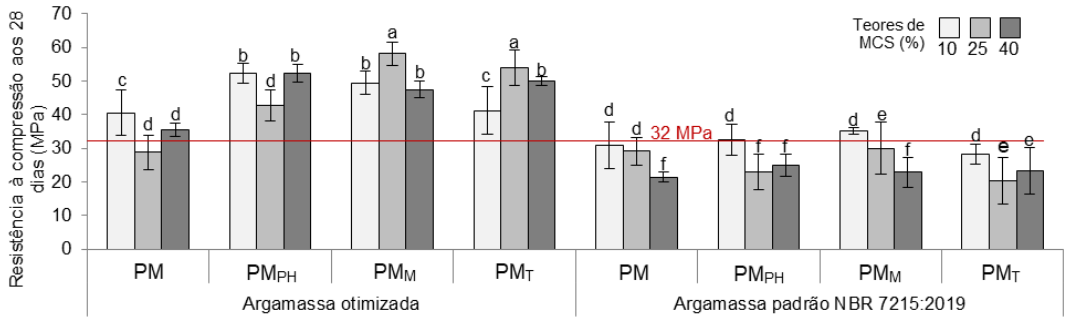
$$IC = \frac{E_{Argamassa}}{fck} \quad (3)$$

Onde: IL = Índice de ligante (considera o consumo de CPV-ARI + consumo de MCS), em $kg/m^3/MPa$; fck = Resistência à compressão axial aos 28 dias; IC = Índice de intensidade de carbono em $kg/m^3/MPa$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tanto o tratamento de partículas quanto a otimização da mistura conferem melhora no desempenho mecânico à compressão das argamassas (Figura 3). Observa-se que em matrizes otimizadas os tratamentos de partículas empregados possibilitaram maiores ganhos de resistência em relação à referência e às misturas sem otimização, indicando que o emprego eficiente dos pós de RCD como MCS depende de proporcionamento adequado combinado ao uso de aditivos dispersante de partículas.
Constatou-se que misturas de argamassa padrão compostas com até 10% de MCS tem desempenho similar ao CPII-F-32. As misturas otimizadas apresentaram desempenho significativamente superior ao CPII-F-32 em todos os teores, chegando a 81% nas misturas com 25% de PM_M (pó de RCD misto mecanoativado). Considerando a composição ligante o melhor desempenho em teor de 40%, foi de 51 MPa para a argamassa contendo o PM_{PH} (pó de RCD misto pré-hidratado).

Figura 3: Desempenho mecânico das argamassas compostas com pó misto tratado como MCS

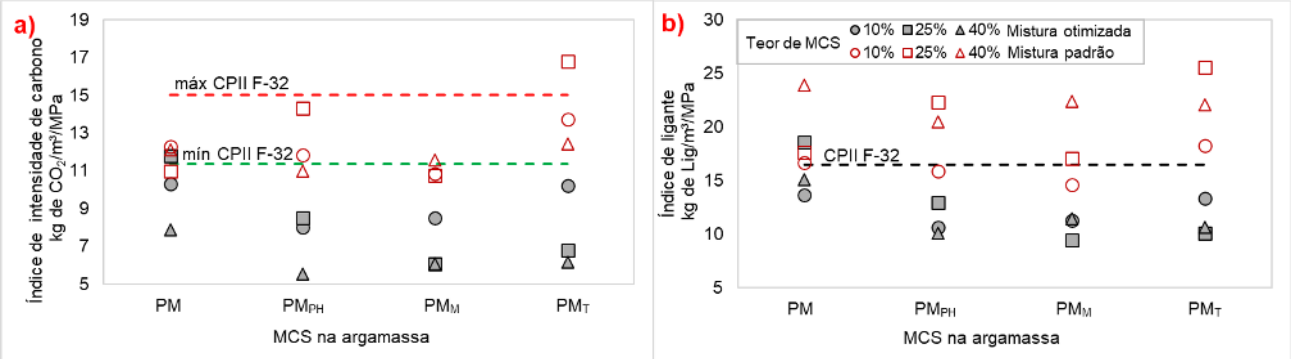


Fonte: Autores, 2025.

Para argamassas com traço 1:3 com relação a/f de 0,50 Ma *et al.* (2022) e Zhang *et al.* (2023) utilizando resíduos de origem cimentícia e de concreto, respectivamente, observaram a perda de resistência à compressão nas substituições parciais do cimento Portland, sendo que para taxas de até 10% a perda de desempenho não foi significativa, o que também foi constatado neste estudo nas misturas sem otimização. De um modo geral observa-se que o aumento no teor de MCS em misturas padrão leva a redução de desempenho mecânico como identificado por Wu *et al.* (2021), Ma *et al.* (2022) e Zhang *et al.* (2023).
Oliveira, (2022), utilizando a mistura de argamassa padrão da NBR 7215 (ABNT, 2019) e avaliando substituições de cimento por pós cerâmicos e mistos, obteve desempenho significativamente melhorado em misturas otimizadas. Como os pós de RCD podem ser considerados inertes (verificado em Proença *et al.*, 2024) a incorporação como MCS deve levar a formação de menor quantidade de produtos de hidratação, mesmo que os pós de RCD possam aumentar o grau de hidratação com o efeito de fíler, tal efeito é representativo em dosagens relativamente mais baixas destes pós, enquanto que teores acima de 20% começam a ser prejudiciais (Zhang *et al.* 2023), em razão da diluição do clínquer reativo pelo pó inerte e pouco reativo como verificado nas argamassas padrão. Nas misturas otimizadas a redução do teor de água permitiu menor quantidade de água disponível para gerar porosidade na matriz, pois como as substituições são inertes, o excesso de água não promoverá hidratação, desta forma com o aditivo dispersante evitando a formação de aglomerados e auxiliando na fluidez, há de se melhorar o efeito de nucleação das partículas potencializando o efeito fíler.
Quanto aos indicadores ambientais verifica-se (Figura 4a) que todas as argamassas otimizadas se encontram abaixo da linha máxima para o CPII-F-32, enquanto para as argamassas não otimizadas ocorrem índices

superiores ou mais elevados, isto deve-se ao baixo desempenho mecânico obtido, o que ressalta a necessidade de utilizar aditivos dispersantes, e otimizar as misturas quando se está aplicando pó de RCD como MCS.

Figura 4: Índices: a) Intensidade de Carbono; b) Ligante



Fonte: As autoras, 2025.

De um modo geral considerando o maior potencial de substituição, o desempenho mecânico e o índice de intensidade de carbono, os ligantes compostos de melhor desempenho possuem teor de 40% de PM_{PH} (IC=5,55 $kgCO_2/m^3/MPa$, fc= 52 MPa) e de 40% PM_M (IC=6,06 $kgCO_2/m^3/MPa$, fc= 48 MPa) sendo ligantes de resistência superior à 40 MPa. Verificou-se (Figura 4b) o menor índice de ligante 9,48 kg.lig/m³/MPa para a composição otimizada com cimento composto de 25% de PM_M. Estimando-se os índices de ligante da literatura do estudo de Zhang *et al.* (2022) verificou-se valores de 14,06 e 12,16 kg.lig/m³/MPa para argamassas com 30% de pó de concreto moído e termoativado à 800 °C. Para as argamassas de Wang *et al.* (2022) com 10% de substituição de cimento Portland por pó de concreto tratado com ácido tânico à 0,5% o IL é de 13,02 kg.lig/m³/MPa os índices ficam próximos aos de Wu *et al.* (2021) com pós termoativados. Verifica-se que os valores de IL e IC encontrados neste estudo estão inferiores aos encontrados na literatura, especialmente para misturas otimizadas. A redução destes índices (podendo chegar até 42% no IL e até 52% no IC) quando otimizadas as misturas é significativa ao comparar-se a referência (CPII-F-32) com IL de 16,46 kg.lig/m³/MPa e IC mínimo de 11,37 $kgCO_2/m^3/MPa$, o que somado aos dados obtidos de índices de intensidade de carbono confirmam a viabilidade e a ecoeficiência da aplicação dos pós tratados de RCD como MCS.

3.1 Considerações Finais

Diante do objetivo de verificar o potencial mecânico e desempenho ambiental das misturas de argamassa compostas com pó de RCD misto, submetido aos tratamentos de pré-hidratação, mecanoativação e termoativação como MCS, pode-se concluir:

- Os tratamentos físico-químicos empregados promovem melhoria significativa no potencial de utilização do PM como MCS, especialmente em misturas de argamassas otimizadas com redução de água e uso de aditivo dispersante;
- O melhor desempenho pode ser atribuído ao cimento composto de 40% de PM pré-hidratado com ácido tânico, alcançando 52 MPa, com um índice de intensidade de carbono de 5,55 kg de $CO_2/m^3/MPa$.
- Misturas de argamassas com relação a/f padronizada têm desempenho semelhante ao CPII-F-32, para até 10% de incorporação de MCS.

De um modo geral o estudo mostra o potencial do pó de RCD misto na composição de cimentos menos emissivos, sobretudo em matrizes otimizadas, promovendo também o aproveitamento da fração de pó do RCD, contribuindo para a descarbonização no setor da construção civil.

Referências

ABNT. **NBR 7215: Cimento Portland — Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2019.

ABRECON. **Pesquisa setorial ABRECON 2020: a reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil**.2022.

BATTAGIN, A. F.; RODRIGUES, H. Recomendações sobre o uso dos distintos tipos de Cimento Portland nas diferentes aplicações. **Concreto & Construções**, v. 73, 2014.

BELIZARIO-SILVA, Fernanda.; OLIVEIRA, L. S.; REIS, D. C.; PATO, G. T. G.; MARINHO, A. C.; DEGANI, C. M.; CALDAS, L. R.; PUNHAGUI, K. R. G.; 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**, v. 421, p. 138461, 2023. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138461.

BERODIER, E.; SCRIVENER, K. Understanding the Filler Effect on the Nucleation and Growth of C-S-H. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 97, n. 12, p. 3764–3773, dez. 2014.

DAMINELI, Bruno L.; KEMEID, Fernanda M.; AGUIAR, Patricia S.; JOHN, Vanderley M. Measuring the eco-efficiency of cement use. Cement and Concrete Composites, v. 32, n. 8, p. 555–562, 2010. DOI: 10.1016/j.cemconcomp.2010.07.009.

EFCA. **Environmental Product Declaration** - Concrete admixtures - Plasticizer and superplasticizer 2021.

HANSEN, J. E.; SATO, M.; SIMONS, L.; NAZARENKO, L. S.; VON SCHUCKMANN, K.; LOEB, N. G.; OSMAN, M. B.; KHARECHA, P.; JIN, Q.; TSELIOUDIS, G.; LACIS, A.; RUEDY, R.; RUSSEL, G.; CAO, J.; LI, J. Global warming in the pipeline. **Oxford Open Climate Change**, v. 3, n. 1, 2023.

HOPPE FILHO, J. et al. Red ceramic waste as supplementary cementitious material: Microstructure and mechanical properties. **Construction and Building Materials**, v. 296, p. 123653, ago. 2021.

IEA. **Technology roadmap: Low-carbon transition in the cement industry**. 2018.

JOHN, Vanderley M.; QUATTRONE, Marco; ABRÃO, Pedro C. R. A.; CARDOSO, Fábio A. Rethinking cement standards: Opportunities for a better future. **Cement and Concrete Research**, v. 124, p. 105832, 2019. DOI: 10.1016/J.CEMCONRES.2019.105832.

KANTRO, DL. Influence of Water-Reducing Admixtures on Properties of Cement Paste—A Miniature Slump Test. **Cement, Concrete, and Aggregates**, v. 2, n. 2, p. 95–102, 1980. DOI: 10.1520/cca10190j.

LI, Zhong; BIAN, Yadong; ZHAO, Jihui; WANG, Yiren; YUAN, Zhenxia. Recycled concrete fine powder (RFP) as cement partial replacement: Influences on the physical properties, hydration characteristics, and microstructure of blended cement. **Journal of Building Engineering**, v. 62, p. 105326, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105326.

MA, Zhiming; SHEN, Jiaxin; WU, Huixia; ZHANG, Peng. Properties and activation modification of eco-friendly cementitious materials incorporating high-volume hydrated cement powder from construction waste. **Construction and Building Materials**, v. 316, p. 125788, 2022. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2021.125788.

OLIVEIRA, Dayana Ruth Bola. **Aproveitamento Da Fração Fina De Resíduo De Concreto Como Substituto Ao Cimento Portland**. 2022. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

OLIVEIRA, Dayana Ruth Bola; LEITE, Gabriela; POSSAN, Edna; MARQUES FILHO, José. Concrete powder waste as a substitution for Portland cement for environment-friendly cement production. **Construction and Building Materials**, v. 397, p. 132382, 2023. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2023.132382.

OLIVEIRA, Dayana Ruth Bola; PROENÇA, Melissa Pastorini; MARQUES FILHO, José; POSSAN, Edna. Mixed construction and demolition powder as a filler to Portland cement: study on packaged pastes. **Ambiente Construído**, v. 24, 2024. DOI: 10.1590/s1678-86212024000100715.

PARIS, JERRY M., JUSTIN G. ROESSLER. A review of waste products utilized as supplements to Portland cement in concrete. **Fuel**, v. 106, p. 195–203, abr. 2013.

PROENÇA, Melissa Pastorini. **Pós de RCD tratados por processos físico-químicos para a composição de matrizes cimentícias de baixo carbono**. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2023.

PROENÇA, Melissa Pastorini; OLIVEIRA, Dayana Ruth Bola; DE SOUZA RISSON, Kathleen Dall Bello; POSSAN, Edna. CDW Powder Activated by Mechanical, Thermal and Tannic Acid Treatment: An Option for Circularity in Construction. **Waste and Biomass Valorization**, n. 0123456789, 2024. DOI: 10.1007/s12649-024-02802-y.

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. DOI: 10.1016/j.cemconres.2018.03.015.

SIDAC. **Dados Do Produto**. 2024. Disponível em: https://sidac.org.br/busca. Acesso em: 2 jun. 2024.

SNELLINGS, Ruben; SURANENI, Prannoy; SKIBSTED, Jørgen. Future and emerging supplementary cementitious materials. Cement and Concrete Research, v. 171, p. 107199, 2023. DOI: 10.1016/j.cemconres.2023.107199.

UNEP. **Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025: Not just another brick in the wall -The solutions exist**. Scaling them will build on progress and cut emissions fast. Paris. 2025.

WANG, Liang; WANG, Jialai; WANG, Hao; FANG, Yi; SHEN, Wenfeng; CHEN, Peiyuan; XU, Ying. Eco-friendly treatment of recycled concrete fines as supplementary cementitious materials. **Construction and Building Materials**, v. 322, p. 126491, 2022. DOI: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2022.126491.

WU, Huixia; XIAO, Jianzhuang; LIANG, Chaofeng; MA, Zhiming. Properties of cementitious materials with recycled aggregate and powder both from clay brick waste. **Buildings**, v. 11, n. 3, 2021. DOI: 10.3390/buildings11030119.

YANG, Dingyi; LIU, Miao; MA, Zhiming. Properties of the foam concrete containing waste brick powder derived from construction and demolition waste. **Journal of Building Engineering**, v. 32, p. 101509, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101509.

ZHANG, Dongsheng; ZHANG, Shuxiang; HUANG, Bowen; YANG, Qiuning; LI, Jiabin. Comparison of mechanical, chemical, and thermal activation methods on the utilisation of recycled concrete powder from construction and demolition waste. **Journal of Building Engineering**, v. 61, p. 105295, 2022. DOI: 10.1016/j.jobe.2022.105295.

ZHANG, Hongru; ZHANG, Cuirong; HE, Bingjian; YI, Shifan; TANG, Lingyan. Recycling fine powder collected from construction and demolition wastes as partial alternatives to cement: A comprehensive analysis on effects, mechanism, cost and CO2 emission. **Journal of Building Engineering**, v. 71, p. 106507, 2023. DOI: 10.1016/j.jobe.2023.106507.

ZHAO, Yiyu; LI, Clyde Zhengdao; SHEN, Geoffrey Qiping; TENG, Yue; WU, Hengqin; LIU, Rongsheng. Managing carbon emissions in construction: Current status and emerging trends. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 211, n. December 2024, p. 115237, 2025. DOI: 10.1016/j.rser.2024.115237.