XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

RESÍDUOS DE LOUÇA SANITÁRIA COMO COMPONENTES DE CONCRETOS E ARGAMASSAS[1]

ORTIGARA, Yuri Vilas Boas (1); FONTANINI, Patricia Stella Pucharelli (2)

(1) IFSULDEMINAS / UNICAMP, yuri.ortigara@ifsuldeminas.edu.br
(2) UNICAMP, patricia@fec.unicamp.br

RESUMO

O uso de resíduos industriais na produção de compósitos cimentícios pode apresentar vantagens, econômicas, técnicas e ambientais, o que desperta o interesse da comunidade acadêmica. Esta Revisão Sistemática da Literatura – RSL, buscou identificar as formas de reaproveitamento dos resíduos de louças sanitárias -RLS na fabricação de concretos e argamassas, de forma a categorizar os estudos já desenvolvidos, bem como identificar as principais técnicas de caracterização destes resíduos. A proposta de categorização e levantamento sistematizado de fatores oferecidos nesta pesquisa pode auxiliar a diagnosticar possibilidades de reaproveitamento dos resíduos, bem como identifica lacunas do conhecimento científico. Os resultados apontam para um baixo número de artigos publicados, porém com resultados promissores para a incorporação dos RLS nos compósitos.

Palavras-chave: *Resíduo. Louça Sanitária. Materiais alternativos. Concreto. Argamassa.*

ABSTRACT

The use of industrial waste in the production of cementitious composites can present economic, technical and environmental advantages, which arouses the interest of the academic community. This Systematic Literature Review - RSL, sought to identify the ways to reuse the waste from sanitary ware - NRS in the manufacture of concrete and mortar, in order to categorize the studies already developed, as well as to identify the main techniques for characterizing these residues. The proposed categorization and systematic survey of factors offered in this research can help to diagnose possibilities for reusing waste, as well as identifying gaps in scientific knowledge. The results point to a low number of published articles, but with promising results for the incorporation of RLS in composites.

Keywords*: Waste. Sanitary ware.Alternative Materials. Concrete. Mortar.*

1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas para redução nos impactos ambientais causados pelo uso de materiais cimentícios, tem despertado cada vez mais o interesse de pesquisadores, buscando sobretudo, poupar recursos naturais não renováveis que são amplamente utilizados para fabricação de concretos e argamassas(KOENDERS; PEPE; MARTINELLI, 2014). Muitos pesquisadores têm se dedicado a encontrar alternativas para a reutilização resíduos de produções industriais em substituição aos

[1] ORTIGARA, Yuri Vilas Boas; FONTANINI, Patricia Stella Pucharelli. Resíduos de louça sanitária como componentes de concretos e argamassas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

materiais naturais na composição de concretos e argamassas.

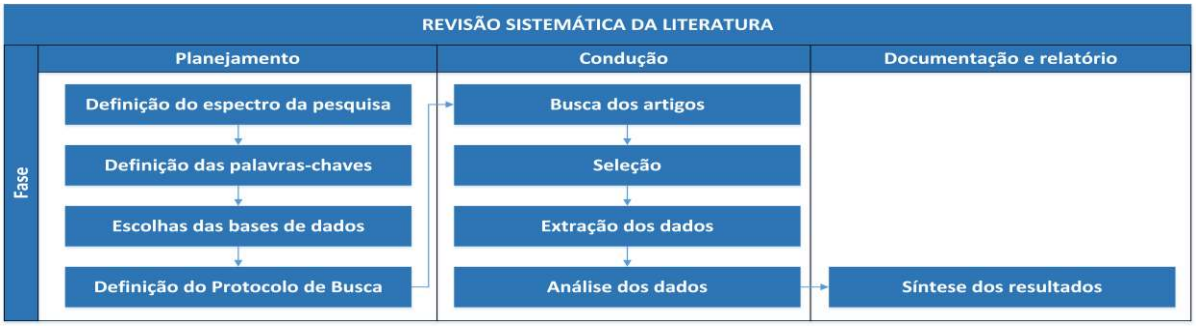
O material deve passar por processos rigorosos de caracterização em laboratório para que sejam avaliadas suas reais propriedades tanto do ponto de vista individual do material como nas propriedades do compósito produzido, evidenciando perdas ou ganhos nas diversas propriedades (TU; CHEN; HWANG, 2006).

O objetivo desta pesquisa foi revisar sistematicamente a literatura sobre as formas de reaproveitamento dos resíduos de louças sanitárias (RLS) na fabricação de concretos e argamassas, de forma a categorizar os estudos já desenvolvidos, bem como identificar as principais técnicas de caracterização destes resíduos. A proposta de categorização e levantamento sistematizado de fatores oferecidos nesta pesquisa pode auxiliar a diagnosticar possibilidades de reaproveitamento dos resíduos, bem como identificar lacunas do conhecimento científico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O método de pesquisa adotado neste trabalho baseou-se em Ruiz e Granja (2013) e Gough, Thomas e Oliver (2012) e a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) constituída das seguintes etapas: Planejamento, Condução e Disseminação e relatório (Figura 1). As palavras-chaves utilizadas para a busca dos artigos foram: Sanitary Waste e Concrete. Foram adotadas nesta pesquisa as seguintes bases de dados: *Web of Science, Scopus*, *Ei Compendex,* e *Scielo*. A escolha destas bases de dados se deu por concentrarem grande parte do conhecimento científico nas área de materiais para construção civil. Não foram inseridos filtros para limitar as datas das publicações.

Figura 1 – Método de Revisão Sistemática da Literatura adotado



Fonte: Os autores

A inserção das palavras-chaves se deu de forma que o termo "Sanitary waste" não fosse separado em dois termos distintos e que sempre estivesse relacionado ao termo "Concrete". Estes termos foram procurados nos campos "título", "resumo", "palavras-chaves" ou "tópico".

Adotou-se como estrutura conceitual desta pesquisa a busca pelos métodos utilizados para o reaproveitamento dos RLS em concreto, argamassas e pastas, bem como os ensaios de caracterização realizados nos mesmos. Os resultados foram filtrados, removendo resumos, artigos que não estivessem em inglês, espanhol ou português e que não utilizaram o RLS na composição de pastas, argamassas ou concretos.

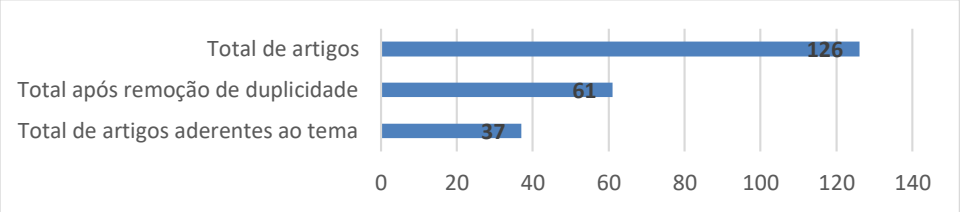
As publicações aderentes foram analisadas segundo os seguintes critérios: Classificação com relação a incorporação dos RLS em: concretos, argamassas ou pastas; forma de incorporação dos RSL: agregado grosso, fino ou pozolana; identificação dos ensaios de caracterização do resíduo empregado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca nas bases de dados conforme estabelecido no protocolo resultou num total de 126 artigos (Scielo 1; Ei Compendex 29; Scopus 36 e; Web of Science 60).

Após a remoção dos itens duplicados os resultados foram exportados para o Excel, onde foi realizada a leitura dos títulos e resumos para identificação dos artigos aderentes, o que resultou na redução de 126 para 37 artigos (Figura 2).

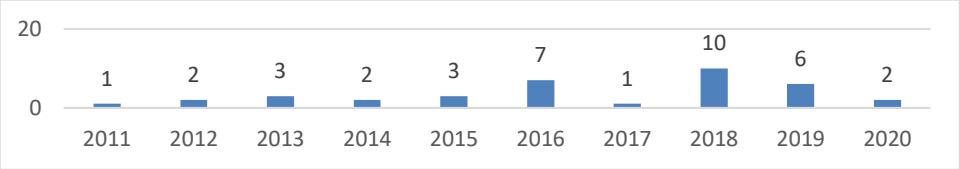
Figura 2 – Etapa da RSL x Quantidade de artigos



Fonte: Os autores

Os 37 artigos aderentes estão distribuídos em 10 anos de pesquisa, porém, os últimos 5 anos concentram o maior número de publicações. Isso indica que o reaproveitamento de RLS é relativamente recente, porém seu interesse tem chamado atenção da comunidade científica nos últimos anos (Figura 3).

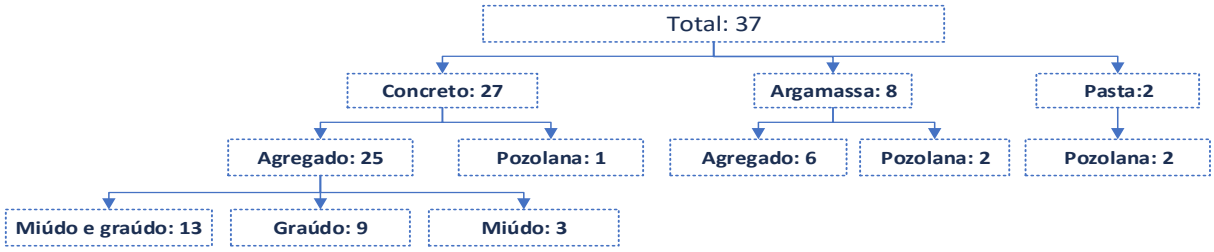
Figura 3– Quantidade de artigos por ano



Fonte: Os autores

Após a leitura dos artigos, os mesmos foram classificados de acordo com o material onde o resíduo foi empregado, bem como a forma de introdução destes resíduos nestes materiais (Figura 4).

Figura 4 – Quantidade de artigos segundo a forma de emprego do resíduo



Fonte: Os autores

Com relação a qualidade dos artigos, os mesmos foram publicados por 20 revistas, sendo a sua maioria em revistas com fator de impacto JCR 2019, relevantes (Tabela I).

Tabela I - Publicações por periódico

Periódico	Art	JCR	Periódico	Art	JCR
Construction and Building Materials	10	4,419	Minerals	1	2,380

Materials	3	3,057	Environmental Technology	1	2,213
Journal of Cleaner Production	2	7,246	Materiales de Construccion	1	1,456
Materials & Design	2	6,289	Journal of Adhesion Science and Technology	1	1,365
Applied Sciences	3	2,474	Avances En Ciencias E Ingenieria	1	-
Resources, Conservation and Recycling	1	8,086	Recycling	1	-
Cement and Concrete Composites	1	6,257	Journal of Engineering Design and Technology	1	-
Journal of the American Ceramic Society	1	3,502	International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology	1	-
Materials and Structures	1	2,901	Sustainable Engineering Materials	1	-
Waste and Biomass Valorization	1	2,851	Matéria	1	-

Fonte: Os autores

O maior interesse em utilizar o RLS como agregado pode ser explicado pela menor necessidade de moagem do RLS. A Tabela II apresenta a classificação de cada artigo nas categorias propostas.

Tabela II - Classificação dos artigos segundo a forma de emprego do resíduo

Emprego		**Autor e ano de publicação**
Concreto	Agregado Grosso e Fino	Halicka, Ogrodnik e Zegardlo (2013); García-González *et al.* (2015); Zegardlo, Szelag e Ogrodnik (2016); Ogrodnik, Zegardlo, Szelag (2017); Zegardlo, Szelag e Ogrodnik (2018); Franus *et al.* (2018); Ogrodnik, Powezka e Zegardlo (2018); Orgodnik, Szulej e Franus (2018); Ogrodnik e Szulej (2018); Thomas *et al* (2018);Denisewicz et al. (2019); Pitarch et al. (2019); Szulej, Ogrodnik e Klimek (2019)
	Agregado Grosso	Medina *et al.* (2011); Medina, Frías e Sánches De Rojas (2012); Medina *et al.* (2012), Medina, Sánches De Rojas e Frías (2013)a; Medina, Sánches De Rojas e Frías (2013)b; Medina, Frías e Sánches De Rojas (2014); Medina, *et al.* (2015); Medina *et al.* (2016)a; Almeida et al. (2019)
	Agregado Fino	Alves *et al.* (2014), Vieira *et al.* (2016) Guendouz e Boukhelkhal (2019)
Argamassa	Pozolana	Heidari, Tavakoli e Tavakoli (2019) Zito, Irassar e Rahhal (2020)
	Agregado	Farinha, de Brito e Veiga (2015); Abadou, Kettab e Ghreib (2016); Lucas *et al.* (2016); Abadou, Kettab e Ghreib (2018); Farinha *et al.* (2018) Lu et al. (2020)
	Pozolana	Medina *et al.* (2016)b; Zito, Irassar e Rahhal (2016)
Pasta	Pozolana	Reig *et al.* (2018); Cosa *et al.* (2018)

Fonte: Os autores

Uma das grandes preocupações relacionadas à incorporação de resíduos em matrizes cimentícias se relaciona com a origem, qualidade do resíduo e do produto final a ser obtido. Faz-se necessário, portanto, estudos de caracterização dos resíduos. Como fruto da RSL realizada, foi possível sintetizar os principais ensaios de caracterização que foram realizados nos estudos publicados

Tabela III - Principais ensaios de caracterização dos resíduos

Ensaio	**Quant.**	**Ensaio**	**Quant.**
Granulometria	26	Determinação da condição amorfa	3
Densidade	24	Resistência ao congelamento e descongelamento	2
Absorção de água	19		
Coeficiente de forma	14	Teste de pozolanicidade	3

Porosimetria	12	Análise petográfica	1
Difração de Raios X	13	Resistencia ao sulfato de magnésio	1
Índice Los Angeles	10	Coeficiente de curvature	1
Módulo de finura	11	Azul de metileno	1
Resistência ao esmagamento	5	Módulo de elasticidade	1
Microscopia electronica de varredura	7	Microssonda eletrônica	1
Fluorescência de raios-x	5	Infravermelho	2
Granulometria a laser	4	Termogravimetria	1
Caracterização química[2]	5	Área específica da superfície	1

Fonte: Os autores

3.1 Análise e síntese das conclusões

Além dos dados extraídos e expostos anteriormente, também foi realizada uma análise das conclusões apresentadas pelas pesquisas, uma síntese destas conclusões divididas em pesquisas com concretos e argamassas é apresentada a seguir.

O RLS não requer processamento especial para sem aplicado à produção de concreto(ZEGARDŁO; SZELĄG; OGRODNIK, 2016), sendo capaz de fornecer as propriedades do agregado convencional (GARCÍA-GONZÁLEZ et al., 2015; OGRODNIK; SZULEJ; FRANUS, 2018; ZEGARDŁO; SZELĄG; OGRODNIK, 2016). É possível utilizar o RLS em diferentes proporções de substituição dos agregados naturais e a substituição completa se mostrou viável e vantajosa tecnicamente (OGRODNIK; SZULEJ, 2018).

Concretos produzidos com agregados graúdos de RLS, atendem aos requisitos de concretos para fins estruturais (DENISIEWICZ et al., 2019; MEDINA et al., 2011; MEDINA; FRÍAS; SÁNCHEZ DE ROJAS, 2012; MEDINA; SÁNCHEZ DE ROJAS; FRÍAS, 2013a; PITARCH et al., 2019). A cinética das reações de hidratação do cimento (MEDINA et al., 2011) e a morfologia das formações surgidas em decorrência do processo de hidratação não foram alteradas (MEDINA; FRÍAS; SÁNCHEZ DE ROJAS, 2012).

O uso de agregado de RLS altera a porosidade, aumentando os poros capilares e diminuindo os macroporos (MEDINA et al., 2011, 2012; MEDINA; FRÍAS; SÁNCHEZ DE ROJAS, 2012; MEDINA; SÁNCHEZ DE ROJAS; FRÍAS, 2013b). A zona de transição entre agregado RLS e pasta é mais compacta, resultando em concretos com propriedades mecânicas e resistência a agentes externos elevadas (MEDINA et al., 2016a; MEDINA; FRÍAS; SÁNCHEZ DE ROJAS, 2012; ZEGARDŁO; SZELĄG; OGRODNIK, 2016).

Houve elevação na resistência à compressão dos concretos com agregado graúdo de RLS em comparação ao concreto referência (MEDINA et al., 2011, 2012, 2016a; MEDINA; FRÍAS; SÁNCHEZ DE ROJAS, 2012; MEDINA; SÁNCHEZ DE ROJAS; FRÍAS, 2013b; ZEGARDŁO; SZELĄG; OGRODNIK, 2016).

A trabalhabilidade do concreto produzido com até 25% de agregado de RLS não foi significativamente afetada, não sendo necessário o aumento de água na mistura (ALMEIDA et al., 2019; MEDINA et al., 2011, 2016a).

O surgimento de fissuras ocasionadas devido à elevação de temperatura é 30 vezes menor utilizando agregado reciclado quando comparado com agregados de granito (FRANUS et al., 2018). Concretos produzidos com cimento de alto teor de alumina e RLS possuem capacidade de trabalhar em temperaturas de até 1000°C (OGRODNIK; ZEGARDŁO; SZELĄG, 2017). O que leva à conclusão que RLS podem ser empregados em concretos de alta resistência às condições de fogo (OGRODNIK;

[2] Não especificou a técnica

SZULEJ; FRANUS, 2018).

Concretos produzidos com 100% de agregados de RLS apresentaram resistência a tração e a compressão maiores (ZEGARDŁO; SZELĄG; OGRODNIK, 2016) e resistência à penetração de água igual à do concreto referência (MEDINA; SÁNCHEZ DE ROJAS; FRÍAS, 2013b; ZEGARDŁO; SZELĄG; OGRODNIK, 2016). Quando expostos a agentes do ambiente marinho, concretos com substituição parcial de agregado reciclado apresenta um bom comportamento (THOMAS et al., 2018). Os concretos produzidos com agregado de RLS são, por tanto, considerados como materiais duráveis (MEDINA et al., 2016a; MEDINA; SÁNCHEZ DE ROJAS; FRÍAS, 2013b).

O uso de RLS como agregado graúdo diminui a densidade fresca do concreto (MEDINA et al., 2011, 2016a). A substituição total dos agregados por RLS pouco afeta a densidade (ZEGARDŁO; SZELĄG; OGRODNIK, 2016).

Concretos com resistência acima de 120Mpa podem ser fabricados com agregado de RLS (ZEGARDŁO; SZELĄG; OGRODNIK, 2016) e o uso de RLS oferece vantagens técnicas, econômicas e ambientais (GARCÍA-GONZÁLEZ et al., 2015; MEDINA et al., 2012; MEDINA; FRÍAS; SÁNCHEZ DE ROJAS, 2012; MEDINA; SÁNCHEZ DE ROJAS; FRÍAS, 2013a; OGRODNIK; SZULEJ; FRANUS, 2018).

Ao substituir a areia por RLS, mantendo a quantidade de água livre para hidratação do cimento igual para o concreto referência e o concreto com RLS, os concretos não atenderam aos requisitos de para uso estrutural. Isso ocorre pois é necessário aumentar a quantidade de água para manter a mesma trabalhabilidade, comprometendo as propriedades mecânicas(ALVES et al., 2014; VIEIRA et al., 2016). Entretanto, o uso de superplastificante se mostrou eficaz para solução dos problemas apresentados, sendo que o concreto produzido com RLS apresentou maior resistência a compressão do que o concreto de controle (VIEIRA et al., 2016). O que viabiliza o emprego destes concretos na construção civil, inclusive para fins estruturais.

A substituição parcial de agregado natural por RLS aumentou a resistência à compressão e a flexão das argamassas (ABADOU; MITICHE-KETTAB; GHRIEB, 2016; LUCAS et al., 2016) e reduziu sua densidade (ABADOU; KETTAB; GHREIB, 2018; LUCAS et al., 2016). Além disso, o RLS aumentou a porosidade das argamassas (ABADOU; KETTAB; GHREIB, 2018; LUCAS et al., 2016). Entretanto, foi observada maior dificuldade de secagem na argamassa (FARINHA; DE BRITO; VEIGA, 2015).

Argamassas com substituição do agregado natural por RLS são adequadas para camadas submetidas a cargas (FARINHA; DE BRITO; VEIGA, 2015).

Com relação a atividade pozolânica, RLS exibem pozolanicidade menor do que a sílica ativa em idades precoces e superiores à cinza volante em todos os tempos de reação (MEDINA et al., 2016b) A adição de RLS como pozolanas diminui a possibilidade de fissuras na superfície, reduzindo os gradientes térmicos aos quais os elementos de concreto estão sujeitos (MEDINA et al., 2016b). O pó de RLS possui boa atividade pozolânica e pode ser utilizado em substituição ao cimento (HEIDARI; TAVAKOLI; TAVAKOLI, 2019; ZITO; IRASSAR; RAHHAL, 2020)

A resistência mecânica das argamassas produzidas com RLS exibiram resultados superiores ao da argamassa de referência (LU et al., 2020; ZITO; IRASSAR; RAHHAL, 2016). O uso de RLS tem grande potencial para aumentar a resistência à derrapagem e a durabilidade de pavimentos de concreto sujeitos ao polimento de pneus (LU et al., 2020).

4 CONCLUSÕES

O emprego da RSL permitiu levantar e avaliar a aplicação dos RLS de maneiras diferentes nos compósitos cimentícios. Foi possível identificar os estudos existentes e categorizá-los, de acordo com a forma de utilização do RLS

A maior parte dos artigos foi publicada nos últimos 4 anos, o que demonstra a contemporaneidade do tema. Há ainda, possibilidades de avanços no uso de RLS nos compósitos cimentícios.

O maior número de estudos de reaproveitamento dos resíduos como agregado pode ser explicado pela menor necessidade de processamento do material.

A variedade dos ensaios de caracterização dos resíduos demonstra a preocupação na investigação profunda das propriedades destes resíduos para que sejam incorporados nos concretos e argamassas.

Os resíduos cerâmicos podem ser utilizados com vantagens técnicas tanto em argamassas como em concretos para diversas aplicações, como concretos estruturais, pavimentos e concretos expostos a variações de temperatura.

REFERÊNCIAS

ABADOU, Y.; KETTAB, R.; GHREIB, A. Experimental investigation on the carbonation properties of dune sand ceramic waste mortar. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 16, n. 3, p. 501–516, 4 jun. 2018.

ABADOU, Y.; MITICHE-KETTAB, R.; GHRIEB, A. Ceramic waste influence on dune sand mortar performance. **Construction and Building Materials**, v. 125, p. 703–713, out. 2016.

ALMEIDA, D. H. DE et al. Properties of concrete manufactured with use of ceramic sanitary ware waste as aggregate. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 24, n. 2, 2019.

ALVES, A. V. et al. Mechanical properties of structural concrete with fine recycled ceramic aggregates. **Construction and Building Materials**, v. 64, p. 103–113, ago. 2014.

DENISIEWICZ, A. et al. Experimental Investigation of Concrete with Recycled Aggregates for Suitability in Concrete Structures. **Applied Sciences**, v. 9, n. 23, p. 5010, jan. 2019.

FARINHA, C.; DE BRITO, J.; VEIGA, R. Incorporation of fine sanitary ware aggregates in coating mortars. **Construction and Building Materials**, v. 83, p. 194–206, maio 2015.

FRANUS, W. et al. Microstructural Differences in Response of Thermoresistant (Ceramic) and Standard (Granite) Concretes on Heating. Studies Using SEM and Nonstandard Approaches to Microtomography and Mercury Intrusion Porosimetry Data. **Materials**, v. 11, n. 7, p. 1126, 2 jul. 2018.

GOUGH, D.; THOMAS, J.; OLIVER, S. Clarifying differences between review designs and methods. **Systematic Reviews**, v. 1, n. 1, p. 28, 9 jun. 2012.

HEIDARI, A.; TAVAKOLI, S.; TAVAKOLI, D. Reusing Waste Ceramic and Waste Sanitary Ware in Concrete as Pozzolans with Nano-Silica and Metakaolin. **International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology**, v. 10, n. 1, 26 ago. 2019.

KOENDERS, E. A. B.; PEPE, M.; MARTINELLI, E. Compressive strength and hydration processes of concrete with recycled aggregates. **Cement and Concrete Research**, v. 56, p. 203–212, 1 fev. 2014.

LU, G. et al. Improving the polishing resistance of cement mortar by using recycled ceramic. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 158, p. 104796, 1 jul. 2020.

LUCAS, J. et al. The effect of using sanitary ware as aggregates on rendering mortars' performance. **Materials & Design**, v. 91, p. 155–164, fev. 2016.

MEDINA, C. et al. Caracterización de los hormigones realizados con áridos reciclados procedentes de la industria de cerámica sanitaria. **Materiales de Construcción**, v. 61, n. 304, p. 533–546, 30 dez. 2011.

_____. Gas permeability in concrete containing recycled ceramic sanitary ware aggregate. **Construction and Building Materials**, v. 37, p. 597–605, dez. 2012.

_____. Durability of recycled concrete made with recycled ceramic sanitary ware aggregate. Inter-indicator relationships. **Construction and Building Materials**, v. 105, p. 480–486, fev. 2016a.

_____. New additions for eco-efficient cement design. Impact on calorimetric behaviour and comparison of test methods. **Materials and Structures**, v. 49, n. 11, p. 4595–4607, nov. 2016b.

MEDINA, C.; FRÍAS, M.; SÁNCHEZ DE ROJAS, M. I. Microstructure and properties of recycled concretes using ceramic sanitary ware industry waste as coarse aggregate. **Construction and Building Materials**, v. 31, p. 112–118, jun. 2012.

_____. Freeze-thaw durability of recycled concrete containing ceramic aggregate. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 151–160, fev. 2013a.

_____. Properties of recycled ceramic aggregate concretes: Water resistance. **Cement and Concrete Composites**, v. 40, p. 21–29, jul. 2013b.

OGRODNIK, P.; SZULEJ, J. The Assessment of Possibility of Using Sanitary Ceramic Waste as Concrete Aggregate—Determination of the Basic Material Characteristics. **Applied Sciences**, v. 8, n. 7, p. 1205, 23 jul. 2018.

OGRODNIK, P.; SZULEJ, J.; FRANUS, W. The Wastes of Sanitary Ceramics as Recycling Aggregate to Special Concretes. **Materials**, v. 11, n. 8, p. 1275, 24 jul. 2018.

OGRODNIK, P.; ZEGARDŁO, B.; SZELĄG, M. The Use of Heat-Resistant Concrete Made with Ceramic Sanitary Ware Waste for a Thermal Energy Storage. **Applied Sciences**, v. 7, n. 12, p. 1303, 16 dez. 2017.

PITARCH, A. M. et al. Effect of Tiles, Bricks and Ceramic Sanitary-Ware Recycled Aggregates on Structural Concrete Properties. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, n. 6, p. 1779–1793, 1 jun. 2019.

RUIZ, J. DE A.; GRANJA, A. D. **UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA SOBRE A RELAÇÃO ENTRE VALOR E COLABORAÇÃO NA CONSTRUÇÃO**. . In: IN: SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE,. Salvador, BA: 2013

THOMAS, C. et al. Influence of curing conditions on recycled aggregate concrete. **Construction and Building Materials**, v. 172, p. 618–625, maio 2018.

TU, T.-Y.; CHEN, Y.-Y.; HWANG, C.-L. Properties of HPC with recycled aggregates. **Cement and Concrete Research**, v. 36, n. 5, p. 943–950, 1 maio 2006.

VIEIRA, T. et al. Durability-related performance of concrete containing fine recycled aggregates from crushed bricks and sanitary ware. **Materials & Design**, v. 90, p. 767–776, jan. 2016.

ZEGARDŁO, B.; SZELĄG, M.; OGRODNIK, P. Ultra-high strength concrete made with recycled aggregate from sanitary ceramic wastes – The method of production and the interfacial transition zone. **Construction and Building Materials**, v. 122, p. 736–742, set. 2016.

ZITO, S.; IRASSAR, E.; RAHHAL, V. ESTUDIO SOBRE PASTAS Y MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND CON REEMPLAZO POR LOZA SANITARIA. **Avances en Ciencias e Ingeniería**, p. 10, 2016.

ZITO, S. V.; IRASSAR, E. F.; RAHHAL, V. F. Management of sanitary ware wastes as supplementary cementing materials in concretes. **Journal of Sustainable Cement-Based Materials**, v. 9, n. 1, p. 35–49, 2 jan. 2020.