



RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: LACUNAS NO CONHECIMENTO

Marcus Lobo⁽¹⁾; Melissa Lago de Jesus⁽²⁾; João Luiz Calmon⁽³⁾.

(1) Universidade Federal da Bahia – lobo-marcus@outlook.com; (2) Universidade Federal da Bahia – melissalago27@gmail.com; (3) Universidade Federal da Bahia – calmonbarcelona@gmail.com.

RESUMO

Grande consumidora de recursos naturais, a indústria da construção civil possui alta geração de resíduos que são facilmente descartados no meio ambiente. Os resíduos de construção e demolição (RCD) compõem uma parte importante da produção total de resíduos sólidos no mundo, sendo a maior parte disposta em aterros sanitários. Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma revisão acerca das pesquisas relacionadas com a utilização de resíduo de construção e demolição no concreto. Para isto, serão desenvolvidas as seguintes etapas: quantificação do resíduo no Brasil e em escala global; tratamento do resíduo de construção e demolição; formas de utilização no concreto; análise bibliométrica fundamentada em bancos de dados como Scopus e Science Direct; levantamento de ensaios realizados buscando identificar as propriedades e parâmetros de durabilidade do concreto que possuem o RCD em sua matriz; tratamento dos resultados coletados e uma análise estatística destes resultados, quando for possível. Sendo assim, espera-se obter como fundamental conclusão as lacunas no conhecimento, apontando assim, campos para continuidade e novas vertentes da pesquisa na área.

Palavras-chave: resíduo de construção e demolição, concreto, propriedades, bibliometria, lacunas.

WASTE OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION: KNOWLEDGE GAPS

Large consumer of natural resources, the construction industry has high generation of waste that is easily disposed of in the environment. Construction and demolition wastes (RCDs) make up an important part of the world's total solid waste production, most of which is disposed of in landfills. This work aims to develop a review about the research related to the use of construction residue and demolition in concrete. For this, the following steps will be developed: quantification of waste in Brazil and on a global scale; treatment of construction waste and demolition; forms of use in concrete; based bibliometric analysis on databases such as Scopus and Science Direct; survey of tests carried out in order to identify the properties and parameters of concrete durability that have RCD in its matrix; treatment of the results collected and a statistical analysis of these results, when possible. Thus, it is expected to obtain as a fundamental conclusion the knowledge gaps, thus indicating, fields for continuity and new research strands in the area.

Key-words: construction and demolition waste, concrete, properties, bibliometrics, gaps.



1. INTRODUÇÃO

Embora seja impulsionadora da economia, a indústria da construção consome grande quantidade de energia e recursos naturais, em que a maioria não é renovável. Ao mesmo tempo, um grande volume de resíduos de construção e demolição é gerado durante o processo de construção, reforma e demolição ⁽¹⁾. Com isso, esta indústria é considerada grande geradora de materiais aparentemente inutilizáveis que são descartados como resíduos sólidos ⁽²⁾.

Avalia-se que o setor da construção é responsável pelo consumo de cerca de 40% de todos os recursos naturais disponíveis no planeta e 1/3 destes recursos são convertidos em produtos cimentícios ⁽³⁾. Os EUA produzem anualmente 250 milhões de toneladas de resíduo da construção e demolição (RCD), a China gerou mais de 240 milhões de toneladas de RCD até o final de 2016⁽¹⁾. O Brasil produziu cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos da construção, correspondendo a 57% do total de resíduos sólidos produzidos no país ⁽⁴⁾.

A escassez de recursos naturais e a geração de RCD em grandes quantidades levaram a uma crescente preocupação com o descarte destes resíduos, sendo assim, o concreto reciclado vem sendo estudado, visto que, pode efetivamente minimizar a exploração de matéria-prima. O concreto reciclado tem sido amplamente utilizado como concreto estrutural e não estrutural em todo o mundo ⁽⁵⁾. Conforme os autores, a taxa de utilização dos resíduos no concreto reciclado alcançou 80% em alguns países, como Alemanha e Dinamarca.

O uso de resíduos de construção e demolição como agregados na indústria do concreto é uma maneira eficaz de resolver a problemática ambiental acerca da geração destes resíduos, podendo trazer benefícios econômicos e ambientais ⁽⁶⁾. O concreto reciclado tem sido reconhecido como um meio para poupar recursos e reduzir o espaço ocupado pelo descarte de resíduos. Todavia, a utilização deste concreto ainda não é difundida, mesmo com vários estudos realizados acerca do comportamento do concreto reciclado e com o estabelecimento de parâmetros confiáveis ⁽⁷⁾.

A produção do concreto reciclado envolve o estudo do conteúdo e da qualidade do agregado reciclado. Os parâmetros deste estudo são determinados pela composição do agregado, pela capacidade de absorção de água e conteúdo de argamassa incorporado. O resultado da análise pode levar a diferentes tipos de agregados reciclados. O agregado reciclado originado do concreto é o agregado mais adequado para a aplicação em concretos estruturais, por conta das suas características favoráveis, sendo baixa a presença de impurezas ⁽⁷⁾.



A qualidade do agregado oriundo do resíduo de construção e demolição de concreto está associada à origem deste concreto, que se tornou resíduo e pode ser transformado em agregado reciclado. Além disso, o processo de reciclagem também interfere no desempenho do agregado. Considera-se a capacidade de absorção de água um dos melhores parâmetros para definir a qualidade do agregado. Sendo assim, o agregado graúdo reciclado apresenta melhores resultados em relação ao agregado miúdo reciclado ⁽⁷⁾. Com isso, o objetivo deste estudo é apresentar um estado da arte sobre o uso do agregado graúdo reciclado proveniente do concreto. Este estudo tenta coletar e atualizar dados referentes ao uso do resíduo de construção e demolição por meio de bancos de dados como *Scopus* e *Science Direct* por meio da análise bibliométrica dos estudos que foram feitos nos últimos dez anos (2010 a 2019). Espera-se identificar lacunas no conhecimento para indicar possíveis campos para continuidade e novas vertentes da pesquisa na área.

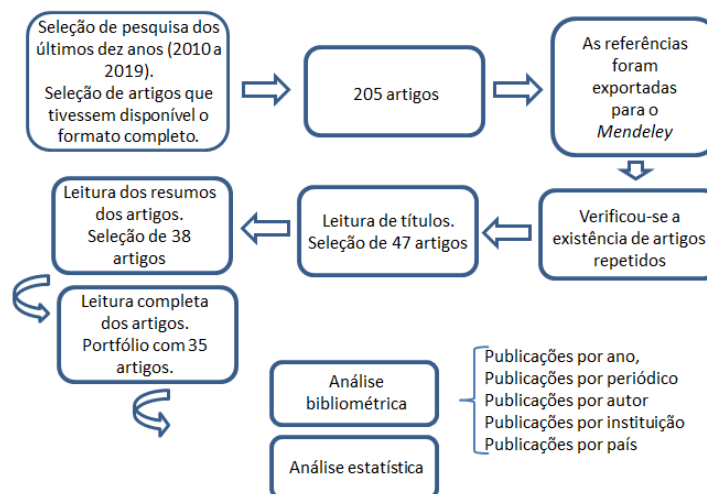
2. METODOLOGIA

Considerando a grande quantidade de pesquisas desenvolvidas na área de resíduos da construção e demolição, faz-se necessário aplicar uma metodologia que sistematize a seleção de publicações relevantes ao tema do estudo. Sendo assim, foi aplicada a esta pesquisa a metodologia Proknow-C que possibilita a organização das atividades acerca do alinhamento com o tema de pesquisa, ou seja, esta metodologia orienta os procedimentos para a construção do portfólio bibliográfico ⁽⁸⁾. Sendo assim, essa técnica tem o objetivo de selecionar e analisar quantitativamente o portfólio ⁽⁹⁾.

Os artigos utilizados para o propósito desta revisão foram obtidos através dos bancos de dados online, *Scopus* e *Science Direct*. O método de pesquisa está esquematizado na Figura 1. Dessa forma, os critérios de pesquisa aplicados para encontrar os periódicos relacionados com o tema do estudo consistiram na busca por palavras-chave, utilizaram-se as expressões “*construction and demolition waste*”, “*concrete*”, “*properties*”, “*bibliometrics*”, “*gaps*”, “*review*”. Inicialmente foram encontrados 3.639 documentos, para refinar a pesquisa, a busca foi feita dos últimos dez anos (2010 a 2019), e foram selecionados apenas os artigos que tivessem disponível o formato completo. Após refinar a pesquisa, restaram 205 artigos.



Figura 1 – Fluxograma do método da pesquisa.



As referências encontradas foram exportadas para um gerenciador online de referências bibliográficas. A ferramenta utilizada foi o *Mendeley*, em que se verificou a existência de artigos repetidos, com o recurso “*Check for Duplicates*”. Tal verificação é importante, visto que o mesmo artigo pode estar disponível em mais de uma base de dados. Sendo assim, restaram 205 artigos para seleção pela leitura do título.

Na etapa de leitura de títulos, consideraram-se referências alinhadas ao objetivo da pesquisa. Assim, foram selecionados 47 artigos. Após leitura de títulos, foi feita a leitura dos resumos dos artigos, onde foram selecionados 38 artigos para leitura. Procedeu-se então à última verificação acerca do enquadramento dos artigos no objetivo principal da pesquisa que é a construção do estado da arte do uso do agregado graúdo reciclado proveniente do concreto nos últimos dez anos. Deste modo, o portfólio bibliográfico ficou constituído por 29 artigos de pesquisa e 6 artigos de revisão, totalizando 35 artigos.

Depois da leitura dos artigos, a segunda etapa da pesquisa foi a análise bibliométrica, que consistiu na quantificação de alguns parâmetros, como: publicações por ano, publicações por periódico, publicações por autor e publicações por país. Após essa análise, fez-se o aprofundamento nas pesquisas sobre o tema estudado para avaliar estatisticamente os dados coletados.



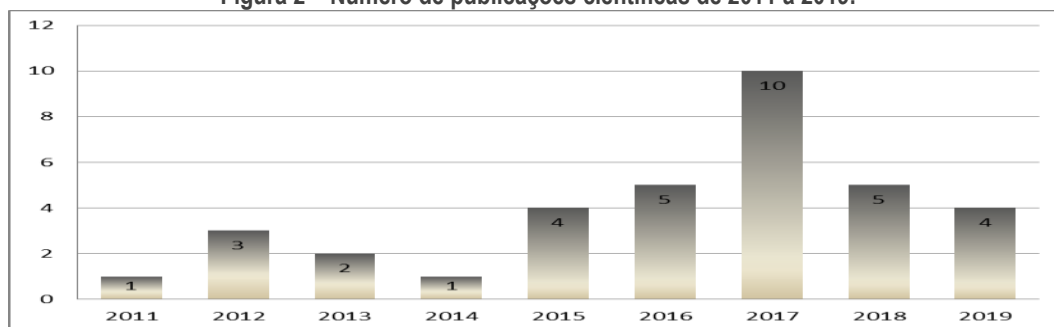
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise bibliométrica

3.1.1. Análise por ano de publicação

Os resultados da quantificação bibliométrica do portfólio bibliográfico são apresentados a seguir. Ao analisar a quantidade de publicações científicas por ano (Figura 2), observa-se que em 2017 foram publicados 10 artigos, abordando o estudo do resíduo de construção e demolição proveniente do concreto como agregado graúdo para aplicação em concreto reciclado com fins estruturais ou não.

Figura 2 – Número de publicações científicas de 2011 a 2019.



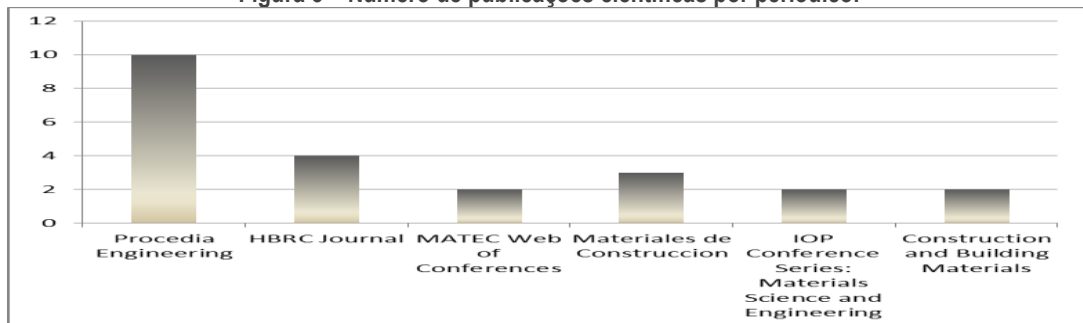
De acordo com a Figura 2, a produção científica aumentou gradativamente entre os anos de 2015 e 2017, tendo 2017 como o ano com maior publicação de artigos. Vale ressaltar que o número de publicações apresentadas neste trabalho abordam apenas as produções que disponibilizaram acesso completo ao artigo, tendo muitas publicações acerca do tema eliminadas por conta do seu acesso restrito. Além disso, o ano de 2019 pode ser avaliado parcialmente, visto que existem estudos em processo de desenvolvimento e publicação.

3.1.2. Análise por periódico

Dentre os periódicos com mais artigos publicados (Figura 3) sobre o tema de estudo, destaca-se a revista “*Procedia Engineering*” com 10 publicações. Nota-se que as pesquisas que compõem o portfólio bibliográfico foram publicadas em 18 periódicos diferentes.



Figura 3 – Número de publicações científicas por periódico.

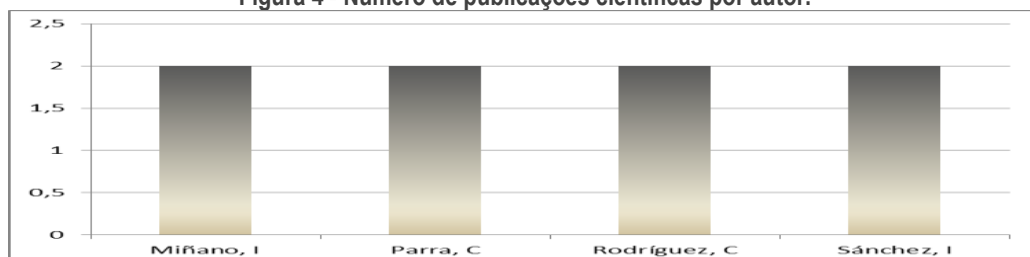


Nota: Para compor o gráfico foram selecionados apenas os periódicos que apresentaram mais de um artigo publicado. Sendo os periódicos com apenas uma publicação: Energy Procedia, Environmental Science and Pollution Research, Indian Journal of Science and Technology, Resources, Conservation and Recycling, Materials, Materials Research, Materiaux et Constructions, Journal of Materials Research and Technology, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Innovative Infrastructure Solutions, Sustainability (Switzerland), Ceramica. Totalizando 18 periódicos.

3.1.3. Análise por autor

Quanto a análise dos principais autores que publicaram acerca do tema estudado, pode-se observar os autores apresentados na Figura 4, em que foram considerados no gráfico apenas autores que tiveram mais de uma publicação. O portfólio bibliográfico foi composto por 118 autores, contudo apenas 4 publicaram mais de uma vez.

Figura 4 - Número de publicações científicas por autor.



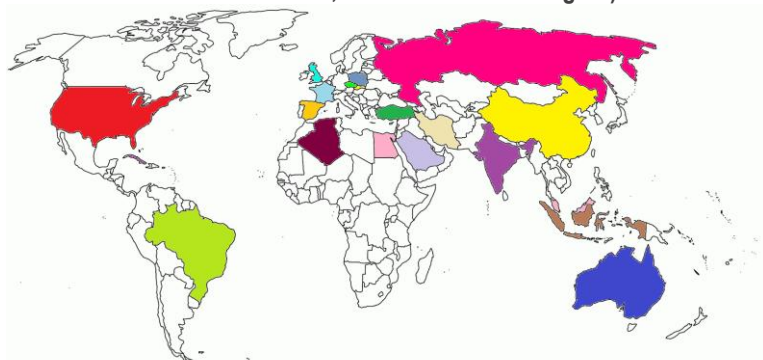
Nota: O portfólio bibliográfico foi composto por 118 autores, 114 autores tiveram apenas uma publicação, são eles: Falek, K; Aoudjane, K; Kadri, E H; Kaoua, F; Krzysztof Zieliński; Kubissa, Wojciech; Jaskulski, Roman; Koper, Artur; Szpetulski, Jacek; Abdel-Hay, Ahmed Shaban; Dodds, Wayne; Goodier, Chris; Christodoulou, Christian; Austin, Simon; Dunne, David; Fawzy, Yasser Abdelghany; Çakır, Özgür; Sofyanlı, Ömer Özkan; Ayob, A; Razali, M E; Alias, S; Ahmad, A G; Ali, D S H; Tri Atmajayanti, A; Daniel Saragih, C G; Haryanto, Y; Venkrbec, V; Nováková, I; Henková, S; Larbi, B; Abdelaziz, M; Miloud, B; Liu, Y; Sun, T; Yang, L; Sánchez-Roldán, Z; Martín-Morales, M; Valverde-Palacios, I; Valverde-Espinosa, I; Zamorano, M; Nováková, Iveta; Mikulica, Karel; Letelier, Viviana; Tarela, Ester; Moriconi, Giacomo; Junak, Jozef; Sicakova, Alena; Senaratne, Sepani; Lambrousis, Gregory; Mirza, Olivia; Tam, Vivian W Y; Kang, Won-Hee; Galitskova, Yulia M; Limarjeva, Elizaveta V; Kabir, Shahid; Al-Shayeb, Ammar; Khan, Imran M; Shahidan, Shahiron; Azmi, Mohamad Azim Mohammad; Kupusamy, Kumanan; Zuki, Sharifah Salwa Mohd; Ali, Noorwirdawati; Pavlů, T; Ghafourian, K; Mohamed, Z; Ismail, S; Malakute, R; Abolghasemi, M; González-Fonteboa, B; Seara-Paz, S; De Brito, J; González-Taboada, I; Martínez-Abella, F; Vasco-Silva, R; Verian, K P; Ashraf, W; Cao, Y; García-González, J; Rodríguez-Robles, D; Juan-Valdés, A; Pozo, J M M; Guerra-Romero, M. Ignacio; Cabral, A E B; Schalch, V; Dal Molin, D C C; Ribeiro, J L D; Xuan, D X; Houben, L J M; Molenaar, A A A; Shui, Z H; Hadavand, B; Imaninasab, R; Benito, F; Cabeza, M; Francisco, J T M; de Souza, A E; Teixeira, S R; Pavón, E; Etxeberria, M; Díaz, N E; Leite, F D C; Motta, R D S; Vasconcelos, K L; Bernucci, L; Wagih, Ashraf M; El-Karmoty, Hossam Z; Ebid, Magda; Okba, Samir H; Ulsen, Carina; Tseng, Ester; Angulo, Sérgio Cirelli; Landmann, Mirko; Contessotto, Renato; Balbo, José Tadeu; Kahn, Henrique; Surya, M; VVL, Kanta Rao; Lakshmy, P.



3.1.4. Análise por país

Na Figura 5 apresenta-se a distribuição geográfica dos países em que seus pesquisadores realizaram estudos acerca da pesquisa desenvolvida por este trabalho. Na figura não constam os países cujos pesquisadores trabalharam em cooperação.

Figura 5 - Distribuição geográfica de estudos selecionados (estudos que consideraram mais de um país como área de estudo, foram excluídos da figura).

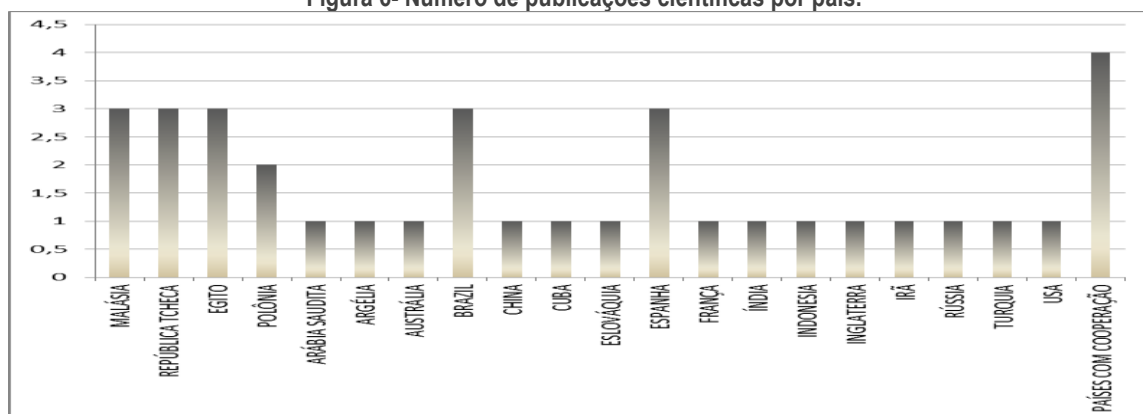


MALÁSIA	3	ARGÉLIA	1	ESLOVÁQUIA	1	INGLATERRA	1
REPÚBLICA TCHECA	3	AUSTRÁLIA	1	ESPAÑA	3	IRÃ	1
EGITO	3	BRAZIL	3	FRANÇA	1	RÚSSIA	1
POLÔNIA	2	CHINA	1	ÍNDIA	1	TURQUIA	1
ARÁBIA SAUDITA	1	CUBA	1	INDONESIA	1	USA	1

Nota: Os países cujos pesquisadores trabalharam em cooperação são: Chile e Itália, Espanha e Portugal, Holanda e China, Brasil e Alemanha.

Observa-se que o maior número de publicações é de países cujos pesquisadores trabalharam em cooperação, tendo quatro publicações relacionadas ao foco da pesquisa. Em seguida estão os países Malásia, República Tcheca, Egito, Brasil e Espanha, com três publicações.

Figura 6- Número de publicações científicas por país.



3.2. Análise de dados

3.2.1. Principais ensaios



Ao avaliar os artigos selecionados, percebeu-se uma variabilidade nos ensaios realizados pelo programa experimental de cada estudo. Na maioria dos trabalhos, foi avaliada a substituição do agregado graúdo natural (AGN) pelo agregado graúdo reciclado (AGR), chegando até a substituição de 100%. Outros trabalhos apenas caracterizaram o agregado reciclado proveniente de diversas construções, comparando a variabilidade de aspectos físicos e químicos deste agregado. Além disso, o portfólio deste trabalho também levou em consideração artigos de revisão sobre o tema, não tendo esses, programa experimental. Sendo assim, a tabela abaixo apresenta os principais ensaios realizados por 28 artigos, ficando 7 artigos fora da tabela por conta de não terem realizado os ensaios. Vale ressaltar que os ensaios considerados na tabela foram aqueles que constaram em mais de cinco artigos.

Tabela 1 – Principais ensaios.

(Continua)

Autores	Propriedades físicas			Propriedades mecânicas			
	Granulometria	Absorção e porosidade	Densidade	Resistência à compressão axial	Resistência à tração por compressão diametral	Abrasão	Módulo de elasticidade
Falek et al. (2017)	X	X		X		X	
Zieliński (2017)	X	X	X	X			
Kubissa et al. (2015)	X	X		X	X		
Abdel-hay (2017)		X		X			
Dodds et al. (2017)	X	X	X	X			
Fawzy (2018)		X		X	X		
Çakır e Sofyanlı (2015)		X		X	X		
Ayob et al. (2016)	X	X		X			
Atmajayanti, G. e Haryanto (2018)	X	X	X	X	X		X
Venkrbec, Nováková e Henková (2017)	X	X	X				
Belagraa, Abdelaziz e Miloud (2015)	X	X	X			X	
Martín-morales et al. (2016)	X	X	X	X			
Rodríguez et al. (2017)	X	X				X	
Nováková e Mikulica (2016)	X	X	X	X	X		
Junak e Sicakova (2017)		X	X	X			
Galitskova e Limarjeva (2015)		X					
Kabir, Al-shayeb e Khan (2016)	X	X	X	X	X	X	
Shahidan et al. (2017)	X	X	X	X	X		
Hadavand e Imaninasab (2019)	X	X	X	X	X	X	
Ulsen et al. (2019)	X	X	X				
Xuan et al. (2011)	X	X	X	X			X
Rodríguez et al. (2019)		X	X	X			



Tabela 1 – Principais ensaios.

(Conclusão)

Autores	Propriedades físicas			Propriedades mecânicas			
	Granulometria	Absorção e porosidade	Densidade	Resistência à compressão axial	Resistência à tração por compressão diametral	Abrasão	Módulo de elasticidade
Surya, Vvl e Lakshmy (2013)		X		X	X	X	X
Wagih et al. (2013)	X	X	X	X	X	X	X
Pavón, Etxeberria e Díaz (2012)	X	X	X	X			
Total	20	27	17	22	10	8	5

Nota: Os ensaios que não constam na tabela foram ensaios relacionados às propriedades da microestrutura e ensaios de durabilidade, foram eles [ensaio (quantidade)]: Microscópio eletrônico de varredura (MEV)(1), resistência à tração na flexão(4), ensaio de gelo degelo(1), ensaio de carbonatação(3), teste de coeficiente de migração de cloretos(1), velocidade de pulso ultrassônico(2), módulo de resiliência(1), ensaio de resistência à sulfatos(1).

3.2.2. Análise dos ensaios

Conforme o ensaio selecionado, originou-se um gráfico de dispersão no software *Excel*, em que cada ponto representou um valor encontrado por determinado(s) autor(es), sendo a coordenada abscissa referente à porcentagem de substituição do agregado graúdo natural (AGN) pelo agregado graúdo reciclado (AGR) no concreto e a coordenada ordenada correspondente ao valor relativo da propriedade estudada, isto é, os valores encontrados com a substituição por cada autor em relação aos valores dos corpos de prova de referência correspondente. Esses gráficos são a referência para as discussões presentes nos resultados. Este trabalho avaliou os resultados referentes às propriedades mecânicas que tiveram no mínimo 10 ensaios realizados. Sendo assim, os ensaios selecionados foram resistência à compressão axial e resistência à tração por compressão diametral. Além da quantidade de trabalhos que realizaram esses dois ensaios, vale ressaltar que essas propriedades, principalmente a resistência à compressão axial, são muito pertinentes na avaliação do desempenho de um concreto.

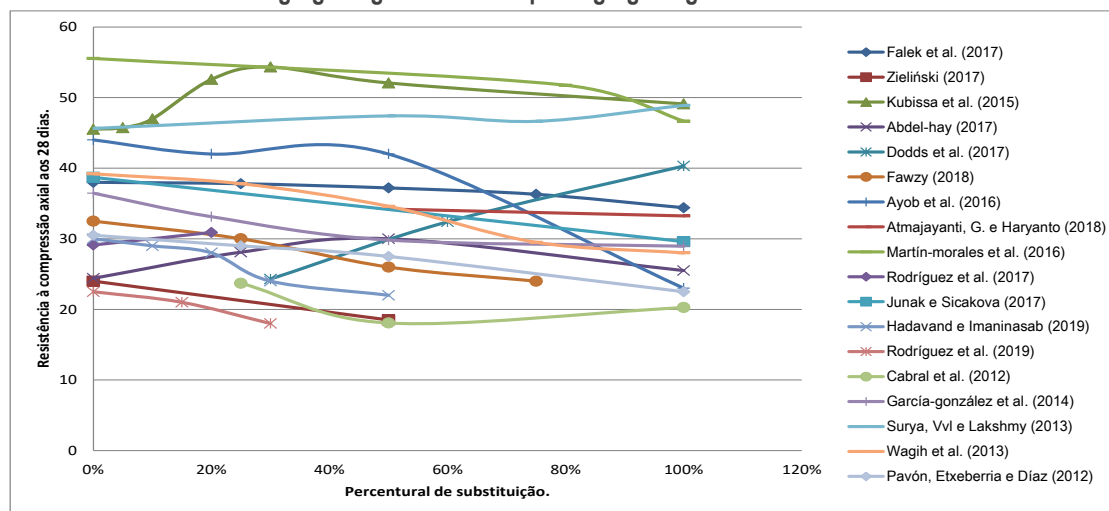
3.2.2.1. Resistência à compressão axial

Dentre os 22 ensaios de resistência à compressão axial, 4 ensaios não puderam ser comparados no gráfico (Figura 7), visto que os autores não utilizaram o agregado graúdo reciclado (AGR) como substituição do agregado graúdo natural (AGN), foram levados em consideração outros parâmetros, como por exemplo, concretos confeccionados com diferentes tamanhos de agregados, concretos com adições minerais, concretos com agregado reciclado submetido a tratamentos na superfície do



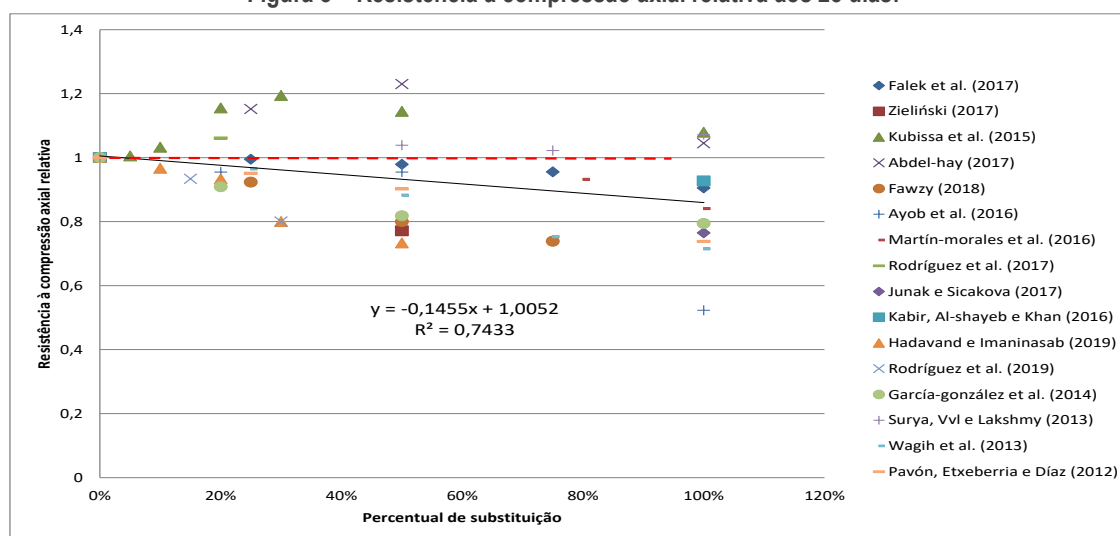
agregado, entre outros. Sendo assim, para análise dos resultados, este estudo só levou em consideração trabalhos que aplicaram diferentes teores de substituição do AGN pelo AGR.

Figura 7 – Resultados de resistência à compressão axial aos 28 dias em função do teor de substituição do agregado gráudo natural pelo agregado gráudo reciclado.



Ao avaliar os dados coletados, observa-se que, de forma geral, a resistência à compressão axial tende a decrescer conforme o aumento do teor de substituição do AGN pelo AGR. Este fato, pode ser melhor compreendido analisando a equação da reta mostrada na Figura 8, em que o coeficiente negativo corresponde a um comportamento decrescente para a linha de tendência. Ao mesmo tempo, o valor de R^2 está próximo de 1, representando um bom parâmetro de análise.

Figura 8 – Resistência à compressão axial relativa aos 28 dias.



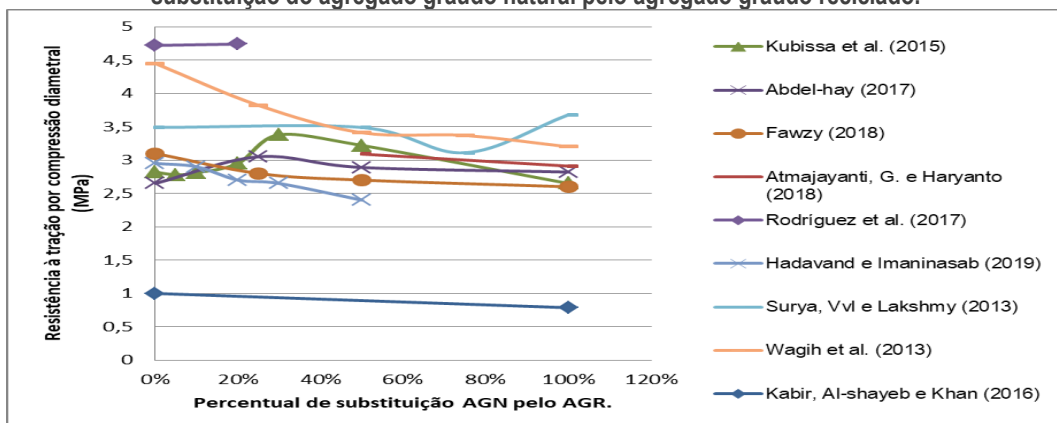
Nota: Para o gráfico de correlação dos dados foram considerados apenas 16 artigos, pois somente esses apresentaram em seus programas experimentais um parâmetro de referência, ou seja, concreto confeccionado apenas com AGN.



3.2.2.2. Resistência à tração por compressão diametral

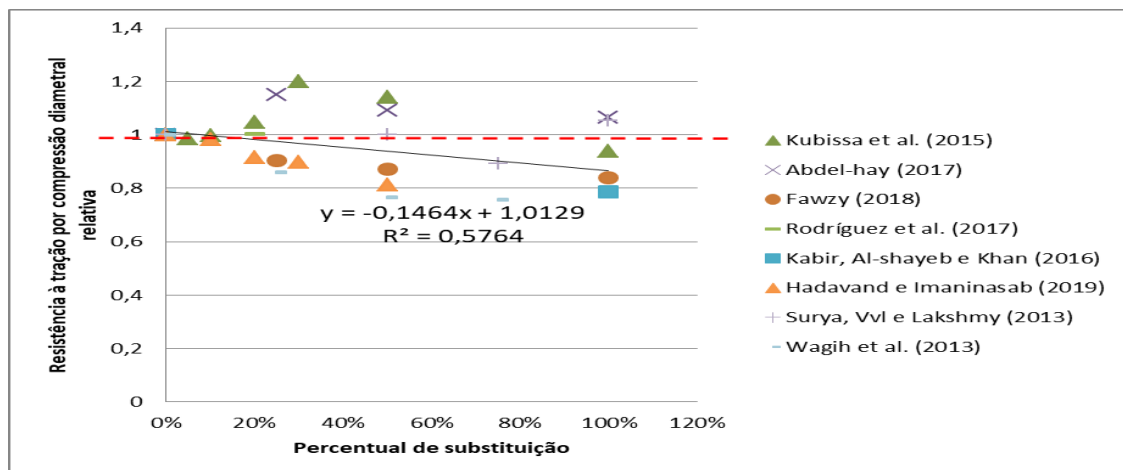
Dentre os 10 ensaios de resistência à tração por compressão diametral, 1 ensaio não pode ser comparado no gráfico (Figura 9), visto que os autores não utilizaram o agregado graúdo reciclado (AGR) como substituição do agregado graúdo natural (AGN), mas adição de sílica ativa em diversos teores no concreto com AGR. Para análise da resistência à tração por compressão diametral foram considerados trabalhos que aplicaram diferentes teores de substituição do AGN pelo AGR.

Figura 9 - Resultados de resistência à tração por compressão diametral aos 28 dias em função do teor de substituição do agregado graúdo natural pelo agregado graúdo reciclado.



A análise dos dados coletados permite afirmar que, de forma geral, a resistência à tração por compressão diametral decresceu devido ao aumento do teor de substituição do AGN pelo AGR. A Figura 10 permite um melhor entendimento dos resultados, visto que a equação da reta apresenta um coeficiente negativo, mostrando um comportamento decrescente para a linha de tendência. Do mesmo modo, o valor de R^2 é quase 60%, sendo possível realizar uma regressão linear com os pontos coletados, podendo observar o comportamento do ensaio.

Figura 10 - Resistência à tração por compressão diametral relativa aos 28 dias.





Nota: Para o gráfico de correlação dos dados foram considerados 8 artigos, pois somente esses apresentaram em seus programas experimentais um parâmetro de referência (0% de substituição), ou seja, concreto confeccionado apenas com AGN.

4. CONCLUSÕES

Conforme o portfólio bibliográfico e análises feitas acerca da utilização do agregado graúdo reciclado proveniente de resíduos de construção e demolição, mais especificamente de resíduos provenientes de concreto, é possível concluir que:

- A análise feita originou parâmetros confiáveis para concluir sobre o uso de agregado graúdo reciclado proveniente de resíduos da construção e demolição em relação à resistência à compressão axial e à resistência à tração por compressão diametral. Indicando que até um certo teor de substituição, ambas as resistências não são prejudicadas quanto ao desempenho do concreto com AGR.
- Através da análise realizada, observou-se que tiveram ensaios que constaram em no máximo cinco trabalhos, indicando assim lacunas no conhecimento referente ao tema abordado neste trabalho. Tais ensaios referem-se às propriedades da microestrutura e a parâmetros de durabilidade.
- Os ensaios menos frequentes apontam as lacunas consideradas através deste estudo, indicando vertentes de pesquisa para padronizar o uso do AGR no concreto. Além disso, percebeu-se que alguns trabalhos apresentaram tratamento prévio do AGR, visto que este agregado apresenta alto teor de absorção. Porém, não existe uma padronização do tratamento do AGR, o que indica vertentes para estudos que possam desenvolver um método prático e viável economicamente e ambientalmente para combater a alta absorção que este agregado apresenta.
- O preenchimento das lacunas encontradas por este estudo consentirá um importante desenvolvimento no conhecimento científico e tecnológico, no sentido de tornar habitual o uso de agregados graúdos provenientes de resíduos de construção e demolição para uso estrutural ou não.



5. REFERÊNCIAS

1. ZHENG, Yi et al. Suspension stability of waterborne coating slurry prepared using construction and demolition waste. **Construction And Building Materials**, [s.l.], v. 207, p.41-47, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.108>.
2. SAPUAY, S.e.. Construction Waste – Potentials and Constraints. **Procedia Environmental Sciences**, [s.l.], v. 35, p.714-722, jul. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.074>.
3. FERREIRA, Ruan L.s. et al. The role of powder content of the recycled aggregates of CDW in the behaviour of rendering mortars. **Construction And Building Materials**, [s.l.], v. 208, p.601-612, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.058>.
4. MAGALHÃES, Ruane Fernandes de; DANIELVICZ, Ângela de Moura Ferreira; SAURIN, Tarcisio Abreu. Reducing construction waste: A study of urban infrastructure projects. **Waste Management**, [s.i.], v. 67, n. -, p.265-277, set. 2017.
5. ZHU, Pinghua et al. Durability evaluation of three generations of 100% repeatedly recycled coarse aggregate concrete. **Construction And Building Materials**, [s.l.], v. 210, p.442-450, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.203>.
6. WANG, Xinpeng et al. Optimized treatment of recycled construction and demolition waste in developing sustainable ultra-high performance concrete. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 221, p.805-816, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.201>.
7. GONZÁLEZ-FONTEBOA, B. et al. Recycled concrete with coarse recycled aggregate. An overview and analysis. **Materiales de Construcción**, [s.l.], v. 68, n. 330, p.151-179, 18 abr. 2018. Departamento de Publicaciones del CSIC. <http://dx.doi.org/10.3989/mc.2018.13317>.
8. BERNARDI, Vinícius Freisleben. **A sustentabilidade com a recuperação e valorização de cacos e casqueiros provenientes de mármore e granito**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.
9. VILELA, Lílian de Oliveira. Aplicação do proknow-c para seleção de um portfólio bibliográfico e análise bibliométrica sobre avaliação de desempenho da gestão do conhecimento. **Revista Gestão Industrial**, Paraná, v. 8, n. 1, p.76-92, 2012.
10. FALEK, K. et al. Influence of recycled aggregates on the mechanical and tribological behavior of concrete. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 139, p.456-461, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.237>.
11. ZIELIŃSKI, Krzysztof. Impact of Recycled Aggregates on Selected Physical and Mechanical Characteristics of Cement Concrete. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 172, p.1291-1296, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.157>.
12. KUBISSA, Wojciech et al. Properties of Concretes with Natural Aggregate Improved by RCA Addition. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 108, p.30-38, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.06.116>.
13. ABDEL-HAY, Ahmed Shaban. Properties of recycled concrete aggregate under different curing conditions. **Hbrc Journal**, [s.l.], v. 13, n. 3, p.271-276, dez. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrcj.2015.07.001>.



14. DODDS, Wayne et al. Durability performance of sustainable structural concrete: Effect of coarse crushed concrete aggregate on microstructure and water ingress. **Construction And Building Materials**, [s.l.], v. 145, p.183-195, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.232>.
15. FAWZY, Yasser Abdelghany. Impact of recycled gravel obtained from low or medium concrete grade on concrete properties. **Hbrc Journal**, [s.l.], v. 14, n. 1, p.1-8, abr. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrj.2016.04.003>.
16. ÇAKİR, Özgür; SOFYANLI, Ömer Özkan. Influence of silica fume on mechanical and physical properties of recycled aggregate concrete. **Hbrc Journal**, [s.l.], v. 11, n. 2, p.157-166, ago. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrj.2014.06.002>.
17. AYOB, Afizah et al. Engineering Behavior of Concrete with Recycled Aggregate. **Matec Web Of Conferences**, [s.l.], v. 87, p.1-6, 12 dez. 2016. EDP Sciences. <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20178701002>.
18. ATMAJAYANTI, Anggun Tri; G., Chrisyanto Daniel Saragih; HARYANTO, Yanuar. The effect of recycled coarse aggregate (RCA) with surface treatment on concrete mechanical properties. **Matec Web Of Conferences**, [s.l.], v. 195, p.1-8, 2018. EDP Sciences. <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201819501017>.
19. VENKRBEK, Václav; NOVÁKOVÁ, Iveta; HENKOVÁ, Svatava. Characteristics of Recycled Concrete Aggregates from Precast Slab Block Buildings. **Iop Conference Series: Materials Science and Engineering**, [s.l.], v. 245, p.1-11, out. 2017. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/245/3/032076>.
20. BELAGRAA, Larbi; ABDELAZIZ, Meddah; MILOUD, Beddar. Study of the Physico-Mechanical Properties of a Recycled Concrete Incorporating Admixtures by the Means of NDT Methods. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 108, p.80-92, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.06.122>.
21. MARTÍN-MORALES, M. et al. Study of potential advantages of pre-soaking on the properties of pre-cast concrete made with recycled coarse aggregate. **Materiales de Construcción**, [s.l.], v. 66, n. 321, p.1-13, 15 jan. 2016. Departamento de Publicaciones del CSIC. <http://dx.doi.org/10.3989/mc.2016.01715>.
22. RODRÍGUEZ, Carlos et al. Properties of Concrete Paving Blocks and Hollow Tiles with Recycled Aggregate from Construction and Demolition Wastes. **Materials**, [s.l.], v. 10, n. 12, p.1-21, 30 nov. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ma10121374>.
23. NOVÁKOVÁ, Iveta; MIKULICA, Karel. Properties of Concrete with Partial Replacement of Natural Aggregate by Recycled Concrete Aggregates from Precast Production. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 151, p.360-367, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.387>.
24. JUNAK, Jozef; SICAKOVA, Alena. Concrete Containing Recycled Concrete Aggregate with Modified Surface. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 180, p.1284-1291, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.290>.
25. GALITSKOVA, Yulia M.; LIMARJEVA, Elizaveta V.. The Research of Qualitative Characteristics of Construction Materials based on Concrete Waste. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 111, p.228-232, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.081>.



26. KABIR, Shahid; AL-SHAYEB, Ammar; KHAN, Imran M.. Recycled Construction Debris as Concrete Aggregate for Sustainable Construction Materials. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 145, p.1518-1525, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.191>.
27. SHAHIDAN, Shahiron et al. Utilizing Construction and Demolition (C&D) Waste as Recycled Aggregates (RA) in Concrete. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 174, p.1028-1035, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.255>.
28. HADAVAND, Bahareh; IMANINASAB, Reza. Assessing the influence of construction and demolition waste materials on workability and mechanical properties of concrete using statistical analysis. **Innovative Infrastructure Solutions**, [s.l.], v. 4, n. 1, p.1-11, 22 abr. 2019. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s41062-019-0214-3>.
29. ULSEN, Carina et al. Concrete aggregates properties crushed by jaw and impact secondary crushing. **Journal Of Materials Research And Technology**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.494-502, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmrt.2018.04.008>.
30. LEITE, Fabiana da Conceição et al. Laboratory evaluation of recycled construction and demolition waste for pavements. **Construction And Building Materials**, [s.l.], v. 25, n. 6, p.2972-2979, jun. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.11.105>.
31. XUAN, D. X. et al. Mixture optimization of cement treated demolition waste with recycled masonry and concrete. **Materials And Structures**, [s.l.], v. 45, n. 1-2, p.143-151, 15 jun. 2011. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1617/s11527-011-9756-3>.
32. RODRÍGUEZ, Carlos et al. On the Possibility of Using Recycled Mixed Aggregates and GICC Thermal Plant Wastes in Non-Structural Concrete Elements. **Sustainability**, [s.l.], v. 11, n. 3, p.1-19, 25 jan. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su11030633>.
33. CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra et al. Performance estimation for concretes made with recycled aggregates of construction and demolition waste of some Brazilian cities. **Materials Research**, [s.l.], v. 15, n. 6, p.1037-1046, 25 set. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-14392012005000119>.
34. GARCÍA-GONZÁLEZ, Julia et al. Pre-Saturation Technique of the Recycled Aggregates: Solution to the Water Absorption Drawback in the Recycled Concrete Manufacture. **Materials**, [s.l.], v. 7, n. 9, p.6224-6236, 1 set. 2014. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ma7096224>.
35. SURYA, M.; VVL, Kanta Rao; LAKSHMY, P.. Recycled Aggregate Concrete for Transportation Infrastructure. **Procedia - Social And Behavioral Sciences**, [s.l.], v. 104, p.1158-1167, dez. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.212>.
36. WAGIH, Ashraf M. et al. Recycled construction and demolition concrete waste as aggregate for structural concrete. **Hbrc Journal**, [s.l.], v. 9, n. 3, p.193-200, dez. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrj.2013.08.007>.
37. PAVÓN, E.; ETXEBERRIA, M.; DÍAZ, N. E.. Estudio de la aplicabilidad del hormigón con árido grueso reciclado en La Habana, Cuba. **Materiales de Construcción**, [s.l.], v. 62, n. 307, p.431-441, 24 jan. 2012. Departamento de Publicaciones del CSIC. <http://dx.doi.org/10.3989/mc.2012.63210>.