RCD COMO AGREGADO RECICLADO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE ESTUDOS DESENVOLVIDOS NO BRASIL

Bárbara Konzen [(1)]; Flavio Hara [(2)]; Sofia A. L. Bessa [(3)]

Universidade Federal de Minas Gerais - (1) barbaradvk@gmail.com; (2) fhara@dee.ufmg.br; (3) sofiabessa@ufmg.br.

RESUMO

O setor da construção civil brasileiro é responsável por grande parte dos resíduos sólidos urbanos produzidos anualmente, como também é o setor com maior capacidade de incorporação dos resíduos gerados nas cidades, especialmente os resíduos de construção e demolição (RCD). Na questão da reciclagem, seu uso como agregado já vem sendo implementado desde a década de 1990. Dessa forma, este artigo pretendeu realizar uma revisão bibliográfica sobre a aplicação dos RCD Classe A na produção de concretos com o objetivo de se entender a abrangência das pesquisas realizadas na última década. Foram selecionados artigos publicados em periódicos e em eventos científicos da área, disponíveis online ou impressos, que apresentassem estudos de caso de aplicação de RCD como agregado em concretos. A revisão bibliográfica apresentou casos em todas as cinco regiões do Brasil, o que permitiu concluir o relevante desenvolvimento das pesquisas em âmbito nacional. Porém, ainda há uma lacuna referente aos temas relativos à durabilidade dos concretos com RCD. Pode-se perceber, também, que por mais que os RCD apresentem boas propriedades físicas, sejam mais econômicos e disponíveis em grande volume próximo às zonas de demanda, seu uso ainda não é difundido de modo relevante a mitigar ou amenizar o impacto ambiental causado pelo setor. Além disso, notou-se a carência de estudos que abordem as questões de durabilidade e de desempenho dos sistemas construtivos produzidos com o RCD.

Palavras-chave: construção civil, reciclagem, resíduos de construção e demolição.

CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE AS RECICLED AGGREGATE: A LITERATURE REVIEW OF STUDIES DEVELOPED IN BRAZIL

ABSTRACT

The Brazilian construction industry is responsible for a large part of urban waste produced annually, and it is also the sector with greatest capacity to incorporate this waste generated in cities, especially the construction and demolition waste (CDW). In matter of CDW recycling, its use as an aggregate is an alternative that has been implemented since the 90's decade. Because of that, this article presents a literature review which investigated the possibilities of Class A CDW reuse for concrete production with the aim of understanding the scope of the researches realized in the last decade. Were selected articles published in journals and scientific events, available online or in print, presenting case studies of CDW application as concrete aggregate. The literature review presented cases in all five Brazil's regions, which allowed us to conclude the relevant research development at a national level. However, there is still a lack of research related to the durability of the concrete using CDW as an aggregate. Finally, it may be seen that, even when CDW shows good physical properties, are economic and available in enough volume, close to demand areas, its use is not yet widespread enough to mitigate the environmental impact caused by the construction industry. In

addition, there was a lack of studies addressing the durability and performance issues of the building systems produced with the CDW.

Key-words: construction, recycling, construction and demolition waste.

INTRODUÇÃO

A fim de ratificar os termos a serem apropriados neste artigo, vale-se discorrer brevemente acerca das diferenças das siglas RCC (Resíduos de Construção Civil) e RCD (Resíduos de Construção e Demolição).

Ainda que o termo "Resíduos de Construção e Demolição" seja o mais abrangente e empregado na área atualmente, é preciso ressaltar que o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em suas resoluções em que estabelece "diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil" [1] (p. 571), refere-se aos RCC ao apresentar as informações.

Considerando-se essa divergência em se definir a qual termo mais se apropria este trabalho, a revisão bibliográfica englobará estudos que abordam ambos. Sendo assim, neste trabalho, apropria-se da sigla RCD para referir aos resíduos oriundos do setor da construção civil e ações de demolição, simultaneamente.

A construção civil é uma atividade de extrema importância para o desenvolvimento econômico e social, porém, é responsável por grande parte dos impactos ambientais através do excessivo consumo de recursos naturais que geram produtos, subprodutos e resíduos. Estimativas sugerem que entre 20% a 50% dos recursos naturais consumidos estão relacionados à atividade de construção civil [2, 3], e que esta é "responsável por 40% dos resíduos gerados na economia", fazendo do setor a atividade humana de maior impacto ambiental [2].

Estudos sugerem que o crescimento de um país é acompanhado proporcionalmente pela indústria da construção, e que para um desenvolvimento sustentável, o desenvolvimento econômico deverá ser desvinculado da geração de impactos ambientais. Ademais, Brasileiro e Matos [2] defendem que para diminuir o impacto ambiental, devido tanto a exploração de recursos naturais quanto o descarte após sua cadeia produtiva, deve-se agregar maior valor econômico aos RCD, por meio da reciclagem destes resíduos e, em consequência,promovera reversão do atual cenário nacional quanto ao seu descarte .

No Brasil são gerados em média de 500 kg/hab.ano de entulho [4]. Brasileiro e Matos [2] concluíram que a maioria dos RCD no Brasil não são reciclados, por isso, consideram que "[...] todos os

agentes envolvidos na fabricação, distribuição, venda e consumo são responsáveis pelos seus resíduos[...]" (p.179), e assim, sugerem que a reciclagem deverá fazer parte da rotina, na forma de mudança de paradigma na conscientização das pessoas no futuro. Ratificam a viabilidade dos RCD "[...] quando o custo de deposição em aterro exceder o custo de transporte para o centro de reciclagem e o custo de utilização do agregado primário exceder o custo do agregado reciclado [...]" (2). Além disso, o desenvolvimento e o aprimoramento de normativas e leis vêm demonstrando uma preocupação política pela responsabilidade pelo impacto ambiental.

> Considerando-se que os resíduos dessa natureza [construção civil] representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas e que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental, os Municípios são os responsáveis pela gestão e destinação ambientalmente correta de tais resíduos, buscando a efetiva redução dos impactos ambientais. (2)

Notadamente, a reciclagem de RCD e o seu reaproveitamento no próprio setor da construção civil como matéria-prima não-convencional têm sido impulsionados no meio acadêmico graças ao desenvolvimento de pesquisas acerca do tema, o que é justificado pelos benefícios que esta atividade proporciona, sejam econômicos, ao se reduzir os custos de gerenciamento de resíduos e de aquisição de matéria-prima, ou ambientais, ao se reduzir o volume de resíduo descartado.

> A construção civil é um dos setores que apresenta maior potencial para absorver os resíduos sólidos.[...] Dentre as várias possibilidades, a reciclagem de RCD pode ser aplicada para diversos fins, tais como: camadas de base e sub-base para pavimentação, coberturas primárias de vias, fabricação de argamassas de assentamento e revestimento, fabricação de concretos, fabricação de pré-moldados (blocos, meio-fio, dentre outros), camadas drenantes, etc.(2)

Ao passar pelo processo de moagem, o entulho pode ser utilizado em diversas implementações no setor da construção civil, dependendo de sua granulometria, com agregados: graúdos, médios ou miúdos. Sendo assim, vale-se dessa versatilidade do material ao retornar ao setor que foi produzido primeiramente.

1. GERAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RCD

Segundo Brasileiro e Matos (2), até 2002, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA 307 de 2002 (1), não havia políticas públicas para os resíduos oriundos da construção civil no Brasil. Posterior a isso, a Resolução 348 de 2004 (5) e a Resolução 448 de 2012 (6) propõem algumas alterações atualizando às orientações acerca do tema.

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (7) orienta sobre as possibilidades de disposição de resíduos, porém, incentivando à reciclagem e a

sustentabilidade ambiental destacando princípios de responsabilidade compartilhada aos diferentes agentes [8].

> [...] Desta forma, é necessário, com urgência, não mais apenas a implantação de leis para uma efetiva redução deste resíduo; mas uma efetiva execução destas medidas, para que não se tenha apenas no papel e sim no cotidiano, de cada brasileiro, essa realidade. De forma que possamos ver, um inimigo, o resíduo da construção e demolição, tornar-se um aliado. [2]

Para Brasileiro e Matos[2], as leis e suas resoluções já implementadas representam uma efetiva preocupação política com a gestão de resíduos, e por uma visão positivista, já são um primeiro passo rumo à sustentabilidade ambiental.

Todos os autores pesquisados tratam principalmente do aproveitamento dos RCD como agregados e apresentam estudos que tratam destas alternativas. Defendem os RCD como agregado reciclado de ótima qualidade para: "confecção de tijolos, blocos pré-moldados, meio-fio, calçadas, argamassa de revestimento, camadas de base e sub-base, pavimentos, entre outros." [2] (p.179)

Na Resolução CONAMA 307, de 2002 [1]e posterior retificação dada pela Resolução CONAMA 348 de 2004 [5], classifica os RCC em Classes A, B, C ou D conforme a sua origem.Pela norma técnica ABNT NBR 15114:2004 [9] também é possível classificar e especificar quais são considerados RCD do tipo A, passíveis de serem utilizados como agregados.

Sendo assim, este artigo restringe-se a uma revisão bibliográfica de alternativas de reciclagem de resíduos do tipo Classe A como agregados para novos materiais.

Segundo Lamberts [10] (2018), os edifícios são responsáveis por 40% do consumo de energia mundial, e a indústria da construção é responsável por 50% das emissões de CO_2. Em adição a isso, 40% dos resíduos recebidos diariamente nos equipamentos públicos são oriundos da construção civil [11] (p.19).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2017 [12], dos resíduos coletados diariamente em 2016, 63,25% são representados pelos RCD, a geração total de RSU por ano aumentou 1% de 2016 para 2017 e a geração de RSU per capita aumentou 0,48% quando medida em quilos por habitante por dia.

A ABRELPE [12]apresentou o quanto as regiões do país influenciam na porcentagem de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletados por dia, confirmando a região sudeste como a maior geradora de resíduos.

É importante ressaltar algumas considerações acerca do impacto ambiental causado por essas etapas de reciclagem. Por exemplo, é possível que toda essa transformação de material, gere tantas emissões, que acabe por causar impacto ambiental muito maior que o descarte.

Brasileiro e Matos[2] fazem uma ressalva de que o armazenamento e uso do RCD, ou mesmo algum material que possa estar agregado a ele, pode vir a causar algum impacto ambiental e que isso deve ser analisado antes de sua implementação. Destacam-se os ensaios de lixiviação e de solubilização[13, 14, 15] como ações que fornecem resultados sobre o comportamento dos resíduos, indicando quais substâncias podem vir a ser liberadas, como contaminantes, por exemplo.

Além desses ensaios, outra análise importante em relação a questão ambiental é a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), orientada pela NBR ISO 14040[16]. A ACV é uma estratégia de avaliação de impacto que apresenta resultados quantitativos permitindo a comparação da degradação causada pelos materiais, sistemas e projetos. A partir de ACV do RCD e dos materiais que o compõem e, portanto, a importância de se implementar a rastreabilidade desses materiais, tornará possível quantificar o seu real impacto ambiental.

2. MÉTODO

Este artigo buscou desenvolver uma revisão bibliográfica sobre o uso do RCD Classe A como agregado na produção de produtos para a construção civil, visando uma compilação dos estudos desenvolvidos no país. O embasamento se deu a partir de informações de classificação de resíduos, normativas vigentes e índices de reciclagem no Brasil. Para a fundamentação do escopo da revisão bibliográfica, a pesquisa se restringiu aos últimos 10 anos (2008-2018), buscando artigos publicados no período, online ou impressos, e por palavras-chave ("resíduo de construção e demolição" e "agregado de concreto") no Portal de Periódicos CAPES, como base de dados.

3.1. Estudos desenvolvidos no Brasil

Contreras et al. [17] apresentaram estudos para a utilização de resíduo de construção como agregado natural para produção de tijolos, em específico para a região metropolitana de São Paulo. Destacaram a existência da demanda por diversificação das aplicações industriais dos RCD no Brasil. Além disso, apresentam dados de que os RCD possuem ampla gama de porosidade e tamanho de partículas. O estudo utilizou cal e cimento Portland como aditivos e os resultados mostraram que é possível produzir tijolos de baixo custo e excelentes propriedades físicas com RCD como agregado.

Contreras et al. [17] analisaram duas amostras de RCD, a primeira coletada diretamente do canteiro de obras por contêineres, e a segunda coletada de uma usina de reciclagem de RCD. A partir dessa coleta, as amostras foram peneiradas, utilizando-se apenas a fração de dimensão menor que 4,8mm. Os autores [17] destacaram que é importante considerar o fato de que o agregado natural normalmente é extraído de sítios distantes dos centros urbanos onde estão localizadas as obras, o que influencia diretamente na redução de custo da obra por não demandar extração de matéria-prima natural. Em segundo lugar, representa a otimização de recursos naturais e sua preservação, além de reduzir o gasto de recursos com tratamento de resíduos. E em adição a isso, reduz as áreas poluídas e a propagação de doenças por contaminação e disseminação de insetos e pragas atraídos pelo lixo depositado junto aos RCD. E ainda, outro resultado econômico positivo apontado pelos autores seria de que a administração municipal economizaria recursos financeiros para investir em outras demandas como por exemplo saúde e educação.

Andrade et al. [18] compararam as propriedades mecânicas e os índices de carbonatação de argamassas com dois tipos diferentes de agregados reciclados: agregado reciclado de cerâmica e agregado reciclado misto. Os resultados mostraram que quanto maiores porções de agregado reciclado, menor resistência a compressão das argamassas e maior índices de carbonatação independente da idade da amostra. Além disso, a força de conexão/ligação/engaste [*bond strength*] da argamassa com agregado reciclado de cerâmica foi maior do que da argamassa que utilizou o agregado natural de referência.

Bessa, Mello e Belo [19] apresentaram uma análise comparativa entre o desempenho mecânico e a durabilidade de blocos de solo-cimento com RCD incorporado, analisando sua viabilidade em paredes sem função estrutural. A comparação foi fundamentada por um tipo sem RCD e outro com 45% da massa total em RCD, em substituição a areia média. Os resultados demonstraram que o material está apto ao uso proposto, no caso, blocos de solo-cimento para paredes monolíticas não estruturais.

De modo geral, os autores utilizaram do RCD como agregado sem especificações (graúdo e miúdo) para a produção de: argamassas [18, 20, 21], concreto [22, 23, 24, 25, 26], concreto de alto desempenho [3], bloco de concreto sem função estrutural [27], bloco de concreto permeável para pavimentação [28], blocos de argamassa[29], bloco de alvenaria sem função estrutural [30] e solo-cimento [31].

Algumas pesquisas analisaram a utilização do RCD como agregado miúdo, para produção de: concreto[4, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38], argamassas[39, 40, 41, 42] e tijolos [14]. Ou ainda como agregado graúdo para produção de: concreto [43, 44, 45, 46] e concreto autoadensável [47].

Alguns estudos mais específicos demonstraram a utilização do RCD como areia para a produção de blocos de solo-cimento [19, 48], concreto [49, 50] e contrapiso [51]; demonstraram, também, a utilização do RCD para substituir a madeira em compósito cimento-madeira [52]; além do RCD para substituir o cimento para a produção de concreto [53] e o cimento fino para argamassa autoadensável [54].

Além de proporcionar uma visão mais estendidas das produções que utilizam o RCD como agregado de concreto no país, foi possível quantificar a produção por região do país. Dos 40 estudos que englobaram esta revisão, 14 foram desenvolvidos na região sul do país, 12 na região sudeste, 10 na região nordeste, 3 no norte e 1 no centro-oeste.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica permitiu concluir que cada uma das cinco regiões do país apresenta pelo menos um estudo recente (desde 2010) na área, o que torna possível aferir a relevância do tema no país nos últimos anos. Além disso, a maioria das análises apresentou resultados positivos quanto a usabilidade dos RCD como material substituto aos agregados em concretos.

Sendo assim, a análise permitiu concluir que por mais que os RCD apresentem boas propriedades físicas, sejam mais baratos e disponíveis em grande volume próximo às zonas de demanda, seu uso ainda não é difundido o suficiente. O grande entrave para a utilização do RCD é cultural, devido a falta de confiança da comunidade, tanto formada pelos profissionais que atuam na construção civil, como pelos consumidores e clientes do setor.

Ainda cabe adicionar a identificação de uma demanda alinhada a esta linha de pesquisa, quando se considera a importância da rastreabilidade dos componentes. Além disso, notou-se a carência de estudos que abordem as questões de durabilidade e de desempenho dos sistemas construtivos produzidos com o RCD.

5. REFERÊNCIAS

1. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **RESOLUÇÃO CONAMA n° 307 de 2002**. p. 571-574. Publicada no DOU no 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_0910200803050 4.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2018.
2. BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, São Paulo, v. 61, p. 178-189, 2015.

3. TAVARES, M. E. N. et al. **Estudo comparativo das Propriedades de concretos produzidos com agregados miúdos e graúdos reciclados de RCD.** In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.68.
4. WATANABE, G. D. B. M. et al. **Avaliação do comportamento mecânico de concretos produzidos com agregados miúdo e reciclado de cerâmica vermelha, com substituição de 0%, 50% e 100%.** In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.143.
5. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **RESOLUÇÃO CONAMA n° 348 de 2004**. Disponível em: <http://gestaoderesiduos.ufsc.br/files/2014/08/Conama_348_2004_Altera_307_Perigosos.pdf>. Acesso em 30 nov. 2018.
6. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **RESOLUÇÃO CONAMA n° 448 de 2012**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=116060>. Acesso em: 30 nov. 2018.
7. BRASIL. **Lei n° 12.305, de 5 de agosto de 2010**: Política Nacional de Resíduos Sólidos. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em 30 nov. 2018.
8. BRASILEIRO, L. L. **Utilização de Agregados Reciclados provenientes de RCD em Substituição ao Agregado Natural no Concreto Asfáltico**. 2013. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí. 22 abr. 2013.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114:2004**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 10p.
10. LAMBERTS, Roberto. **Eficiência Energética em Edificaçõe**s. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina. 2018.
11. SINDUSCON-MG; SENAI-MG. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 2.ed. Comissão de Meio Ambiente do SINDUSCON-MG e Parceiros. Belo Horizonte, nov. 2005. 68p.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. 2017. Edição Especial 15 anos. Disponível em: http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/. Acesso em: 3 dez. 2018.
13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. 2004. 71p.
14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.**NBR 10005**: Procedimento para obtenção de extrato lixiviadod e resíduos sólidos. 2004. 16p.
15. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.**NBR 1006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. 2004. 3p.
16. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. nov. 2001. 10p.
17. CONTRERAS, M. et al. Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study). **Construction and Building Materials**. p. 594-600. 2016. Disponível em: https://ac-els-cdn.ez27.periodicos.capes.gov.br/S0950061816311448/1-s2.0-S0950061816311448-main.pdf?_tid=53a42498-4193-4742-a24a-94cead4e36f9&acdnat=1539979051_557cb89261b8a81db62239aa7daad96b. Acesso em: 19 out. 2018.
18. ANDRADE, Jairo José de Oliveira et al. Evaluation of mechanical properties and carbonation of mortars produced with construction and demolition waste. **Construction and Building Materials**, 161, p.70-83, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061817322985. Acesso em: 5 dez. 2018.

19. BESSA, S.; MELLO, T.; BELO, B. Análises de durabilidade de blocos de solo-cimento com resíduos incorporados. In: XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2018, Foz do Iguaçú. **Anais...** 2018, p.2724-2733. Disponível em: https://www.antac.org.br/anais-c1pyf?fbclid=IwAR3925hWrjvyHGNPPSwQME_1-79EZLZlf470U8slE8SJSe6BQSrP5kv-oHk. Acesso em: 5 dez. 2018.
20. GIRARDI, A. C. C. et al. **Análise comparativa de parâmetros de argamassas produzidas com agregado reciclado de RCD misto e cimentício.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.86-100.
21. JOCHEM, L. F. **Estudo das argamassas de revestimento com agregados reciclados de RCD: Características físicas e propriedades da microestrutura.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC). Universidade Federal de Santa Catarina. 2012.
22. POLISSENI, G. C. et al. **Dosagem científica de concreto com agregado de resíduo de concreto.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.606-620.
23. SILVA, P. R. et al. **Análise da influência do empacotamento de partículas e distribuição granulométrica quanto à resistência à compressão e consumo de cimento em concretos convencionais.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.288.
24. NIZA, D. A.; ANGULO, S. C. **Concreto seco com agregados reciclados: controle de volume durante a compactação.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.827-842.
25. LEAL, K. D. B. et al. **Estudo da resistência de concretos produzidos pela substituição de agregados naturais por resíduos de concreto.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.180.
26. COELHO, F. C. A. et al. **Influência da substituição de cimento Portland por resíduo moído de blocos cerâmicos na resistência mecânica do concreto auto-adensável.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.85.
27. BARBOSA, L. A. G. et al. **Utilização de resíduos de construção civil em blocos de concreto sem função estrutural.** In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.178
28. JUNG, J. et al. **O uso de resíduos em blocos de concreto permeável para pavimentação.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.292-307.
29. PAULA, P. R. F. et al. **Análise comparativa da resistência à compressão de blocos de argamassa de resíduos de construção e demolição e blocos de argamassa com agregados naturais na cidade de Petrolina.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.158.
30. BARBOSA, A. H. et al. **Utilização de RCD para a produção de blocos de alvenaria sem função estrutural.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.166.
31. CAMICIA, R. et al. **Avaliação da resistência mecânica à compressão simples de diferentes tratamentos do solo-cimento com resíduos de construção e demolição.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.259.
32. SANTANA, V. M.; LEITE. **Avaliação do uso de agregados miúdos reciclados na dosagem e produção de concretos reciclados.** In: Anais do XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2018, Foz do Iguaçu. 2018, p.2818-2825. Disponível em: https://www.antac.org.br/anais-c1pyf?fbclid=IwAR3925hWrjvyHGNPPSwQME_1-79EZLZlf470U8slE8SJSe6BQSrP5kv-oHk. Acesso em: 5 dez. 2018.
33. KALIL, R. M. L. et al.**Inovação tecnológica e sustentabilidade em habitação social no sul do Brasil**. In: Anais do XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2018, Foz do

Iguaçu. 2018, p.4151-4157. Disponível em: <https://www.antac.org.br/anais-c1pyf?fbclid=IwAR3925hWrjvyHGNPPSwQME_1-79EZLZlf470U8slE8SJSe6BQSrP5kv-oHk>. Acesso em: 5 dez. 2018.

34. SILVA, A. A. S. et al. **Avaliação das propriedades de concretos contendo resíduos de construção gerados na região metropolitana de fortaleza.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.333-347.
35. STRAPASSON et al. **Reaproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição na Substituição do Agregado miúdo no Concreto Convencional.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.360-372.
36. MEDEIROS, M. H. et al. **Respostas mecânicas de concretos com substituição do agregado miúdo natural por agregado miúdo reciclado de concreto.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.725–734.
37. NAKAMURA, E. S. et al. **Estudo da viabilidade técnica da substituição do agregado miúdo natural por resíduo de construção e demolição em concretos estruturais.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.185.
38. BOLDO, G. C. et al. **Emprego do pó de pedra em substituição parcial e total ao agregado miúdo na confecção de concreto: avaliação da resistência à compressão através da análise de variância (ANOVA).**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.302.
39. MAZZOCHINI, M. J; NIEMCZEWSKI, J. A. L. **Análise da viabilidade técnica para o uso de agregados miúdos reciclados em argamassa.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.13-25.
40. COLIANTE, J. G. R. et al. **Caracterização de argamassa confeccionadas com resíduo de material cerâmico.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.272.
41. GOMES, P. C. C. et al. **Propriedades mecânicas de diferentes argamassas com resíduos de construção.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.274.
42. GOMES, P. et al. **Propriedades de argamassa produzidas em obra com substituição parcial do agregado miúdo por resíduo de construção.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.279.
43. KLAUS, A. G. et al. **reaproveitamento do resíduo de construção e demolição (RCD) na substituição parcial e total do agregado graúdo em concreto convencional.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.348-359.
44. LEITE, M. B. et al. **Avaliação de concretos com substituição parcial do agregado graúdo por agregado graúdo reciclado de concreto.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.448-462.
45. SILVA, N. V. et al. **Agregados graúdos e suas implicações na ecoeficiência dos concretos.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.843-857.
46. FERREIRA, T. et al. **Concreto ecológico: O uso de agregados reciclados para concretos na região metropolitana de Belém e Altamira.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.175.
47. SILVA, W. G. et al. **Avaliação comparativa de concreto auto-adensável produzido com agregado basáltico e com agregado reciclado de telha para produção de painéis.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.211.
48. LIMA S. A. et al. **Análise da viabilidade do uso do RCD na produção de blocos de solo-cimento**. In: XIII Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção, 2015, Lisboa. 2015. p.1-7.

49. SILVA, J. K. F. et al. **Resistência mecânica de concretos produzidos com a incorporação de resíduos cerâmicos quando submetidos ao ataque por sulfatos.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.137-151.
50. SANTOS, W. et al. **Concreto com Agregados Reciclados.** In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.52.
51. MIRANDA, L. F. R. et al. **Avaliação de procedimento para execução de contrapisos com areias recicladas produzidas em canteiro de obras.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.735-751.
52. ROCHA, T. M. S. et al. **Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de compósitos cimento-madeira, produzidos com resíduos de madeira de construção.** In: Anais do 5º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção, 2017, Fortaleza. 2017. p.682-695.
53. BARBOSA, A. H. et al. **Substituição do cimento por resíduo cerâmico em concretos.**In: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011, Florianópolis. 2011. p.167.
54. FORTUNATO, M. **Estudo da substituição de cimento Portland pelo fino de britagem em argamassa autoadensável**. In: Anais do XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2018, Foz do Iguaçu. 2018, p.145-153. Disponível em: https://www.antac.org.br/anais-c1pyf?fbclid=IwAR3925hWrjvyHGNPPSwQME_1-79EZLZlf470U8slE8SJSe6BQSrP5kv-oHk. Acesso em: 5 dez. 2018.