

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4



Marcia Regina Werner Schneider Abdala

(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	Impactos das tecnologias na engenharia civil 4 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-543-3 DOI 10.22533/at.ed.433192008 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série CDD 690
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A construção civil é um setor extremamente importante para um país, e como tal é responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo decisivamente para os avanços da sociedade.

A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia e é o diferencial na busca da eficiência e produtividade do setor. A tecnologia permite o uso mais racional de tempo, material e mão de obra, pois agiliza e auxilia na gestão das várias frentes de uma obra, tanto nas fases de projeto e orçamento quanto na execução.

A tecnologia possibilita uma mudança de perspectiva de todo o setor produtivo e estar atualizado quanto às modernas práticas e ferramentas é uma exigência.

Neste contexto, este e-book, dividido em dois volumes apresenta uma coletânea de trabalhos científicos desenvolvidos visando apresentar as diferentes tecnologias e os benefícios que sua utilização apresenta para o setor de construção civil e também para a arquitetura.

Aproveite a leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DURABILIDADE E DEGRADAÇÃO DE ADESIVOS ESTRUTURAIS UTILIZADOS EM SISTEMAS DE REFORÇO COM FRP DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	
Amanda Duarte Escobal Mazzú Mariana Corrêa Posterli Gláucia Maria Dalfré	
DOI 10.22533/at.ed.4331920081	
CAPÍTULO 2	14
INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE PRODUTO DE CURA QUÍMICA FORMADOR DE MEMBRANA NA PROFUNDIDADE CARBONATADA DO CONCRETO	
Alisson Rodrigues de Oliveira Dias Daniel Mendes Pinheiro Wilton Luís Leal Filho João Mateus Reis Melo	
DOI 10.22533/at.ed.4331920082	
CAPÍTULO 3	26
ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS OBSERVADAS EM REVESTIMENTO EXTERNO DE FACHADA COM MANIFESTAÇÕES EM PINTURA DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL	
Amanda Fernandes Pereira da Silva Hildegard Elias Barbosa Barros Diego Silva Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.4331920083	
CAPÍTULO 4	39
ESTUDO DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA PONTE DO BRAGUETO EM BRASÍLIA - DF	
Erick Costa Sousa Juliano Rodrigues da Silva Marcelle Eloi Rodrigues Maysa Batista Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.4331920084	
CAPÍTULO 5	54
AÇÕES MITIGADORAS DA REAÇÃO ÁLCALIS AGREGADO COM EMPRESAS ATUANTES NO MERCADO IMOBILIÁRIO DO RECIFE	
Cristiane Santana da Silva Amâncio da Cruz Filgueira Filho Roberto de Castro Aguiar Klayne Kattiley dos Santos Silva Manueli Sueni da Costa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4331920085	

CAPÍTULO 6	66
CORROSÃO: MECANISMOS E TÉCNICAS PARA PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ARMADURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO	
Ariane da Silva Cardoso Thayse Dayse Delmiro Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani Eliana Cristina Barreto Monteiro Tiago Manoel da Silva Agra	
DOI 10.22533/at.ed.4331920086	
CAPÍTULO 7	87
ANÁLISE DE UMA CONSTRUÇÃO VERTICAL PÚBLICA EM ALVENARIA ESTRUTURAL NA CIDADE DO RECIFE-PE	
Amâncio da Cruz Filgueira Filho Iago Santos Calábria Bruno de Sousa Teti Lucas Rodrigues Cavalcanti Amanda de Moraes Alves Figueira Walter de Moarais Calábria Junior	
DOI 10.22533/at.ed.4331920087	
CAPÍTULO 8	97
INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES EM UMA PONTE NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE	
Romildo Alves Berenguer Yane Coutinho Lira Fernanda Cavalcanti Ferreira Thaís Marques da Silva Bráulio Silva Barros Joanna Elzbieta Kulesza	
DOI 10.22533/at.ed.4331920088	
CAPÍTULO 9	110
AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES TÉRREAS NA CIDADE DE TERESINA-PI	
Wendel Melo Prudêncio de Araújo Diego Silva Ferreira Hudson Chagas dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4331920089	
CAPÍTULO 10	122
POLUIÇÃO VISUAL: ESTUDO DA QUALIDADE VISUAL DA CIDADE DE SINOP – MT	
Cristiane Rossatto Candido Renata Mansuelo Alves Domingos João Carlos Machado Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.43319200810	

CAPÍTULO 11 134

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO NUMA EDIFICAÇÃO EM SALGUEIRO-PE

Rafael Filgueira Amaral
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Lucíolo Victor Magalhães e Silva
Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Walter de Moarais Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.43319200811

CAPÍTULO 12 147

IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA E RECUPERAÇÃO DE FUNDAÇÃO DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EM RECIFE-PE

Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Camila Fernanda da Silva Siqueira
Walter de Moarais Calábria Junior
Lucas Rodrigues Cavalcanti

DOI 10.22533/at.ed.43319200812

CAPÍTULO 13 159

ERROS CONSTRUTIVOS COMO ORIGEM DE PATOLOGIAS NO CONCRETO ARMADO EM OBRAS NA CIDADE DE SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE-PB

Kleber de Sousa Batista
Maria Aparecida Bezerra Oliveira
Rafael Wandson Rocha Sena

DOI 10.22533/at.ed.43319200813

CAPÍTULO 14 171

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DEVIDO A FALHAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO ARMADO

Pablo Luiz Oliveira Aguiar
Gabriel Diógenes Oliveira Aguiar
Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.43319200814

CAPÍTULO 15 185

INSPEÇÃO PRELIMINAR E MONITORAMENTO DE EDIFICAÇÃO EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA

Matheus Nunes Reis

DOI 10.22533/at.ed.43319200815

CAPÍTULO 16 199

INVESTIGAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM UM MURO DE CONDOMÍNIO RESIDENCIAL LOCALIZADO NA CIDADE DO RECIFE-PE

Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Lucas Rodrigues Cavalcanti
Amanda de Moraes Alves Figueira
Walter de Moarais Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.43319200816

CAPÍTULO 17 213

MÉTODOS E ENSAIOS UTILIZADOS PARA VALIDAÇÃO DE PATOLOGIA ESTRUTURAL EM PILARES DE CONCRETO ARMADO COM BAIXA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Robson Viera da Cunha
Itallo Mahatan Danôa Lima
Delio Leal e Silva
Flavio César Fernandes
Danilo Lima da Silva
José de França Filho

DOI 10.22533/at.ed.43319200817

CAPÍTULO 18 228

PATOLOGIA EM PAVIMENTOS INTERTRAVADOS: FABRICAÇÃO E ASSENTAMENTO

Gabriel Diógenes Oliveira Aguiar
Pablo Luiz Oliveira Aguiar
Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.43319200818

CAPÍTULO 19 241

PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL ARLINDO FERREIRA DOS SANTOS

Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite
Edjanissa Kettilan Barbosa da Silva
Adri Duarte Lucena

DOI 10.22533/at.ed.43319200819

CAPÍTULO 20 257

REFORÇO ESTRUTURAL, MONOLITIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO EM BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Carlos Fernando Gomes do Nascimento
José Carlos Juvenal da Silva
Thaís Marques da Silva
Felipe Figueirôa de Lima Câmara
Manueli Suêni da Costa Santos
Dandara Vitória Santana de Souza
Cristiane Santana da Silva
Esdras José Tenório Saturnino
Igor Albuquerque da Rosa Teixeira
Marília Gabriela Silva e Souza
Carlos Eduardo Gomes de Sá Filho
Eliana Cristina Barreto Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.43319200820

CAPÍTULO 21	271
ESTUDO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE RCD COMO AGREGADO GRAÚDO	
Brenno Tércio da S. Miranda	
Cícero Jefferson R. dos Santos	
Danylo de Andrade Lima	
Edmilson Roque da Silva Júnior	
Larissa Santana Batista	
Marcelo Laédson M. Ferreira	
Marco Antônio Assis de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.43319200821	
CAPÍTULO 22	288
ESTUDO SOBRE INSERÇÃO DE RASPAS DE PNEUS NO TIJOLO ECOLÓGICO FABRICADO NA REGIÃO DE TERESINA-PI	
Francisca das Chagas Oliveira	
Francisco Arlon de Oliveira Chaves	
Linardy de Moura Sousa	
Marcelo Henrique Dias Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.43319200822	
CAPÍTULO 23	297
PROJETO SEPTICA – EXPERIÊNCIAS EM EXTENSÃO PARA O SANEAMENTO RURAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DA CACHOEIRA DO BRUMADO (MARIANA – MG)	
André de Oliveira Faria	
Aníbal da Fonseca Santiago	
Jefferson de Oliveira Barbosa	
Lívia de Andrade Ribeiro	
Thainá Suzanne Alves Souza	
Thaissa Jucá Jardim Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.43319200823	
CAPÍTULO 24	310
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO DE AGREGADO RECICLADO DE CONCRETO NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE ARGAMASSAS	
Romildo Alves Berenguer	
Yane Coutinho Lira	
Fernanda Cavalcanti Ferreira	
Thais Marques da Silva	
Bráulio Silva Barros	
Joanna Elzbieta Kulesza	
DOI 10.22533/at.ed.43319200824	
CAPÍTULO 25	322
CAUSAS PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUTORA DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE	
Victor Nogueira Lima	
Gabriela Linhares Landim	
Larissa de Moraes Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.43319200825	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	336
ÍNDICE REMISSIVO.....	337

ESTUDO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE RCD COMO AGREGADO GRAÚDO

Brenno Tércio da S. Miranda

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal-PB

Cícero Jefferson R. dos Santos

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal-PB

Danylo de Andrade Lima

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal-PB

Edmilson Roque da Silva Júnior

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal-PB

Larissa Santana Batista

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal-PB

Marcelo Laédson M. Ferreira

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal-PB

Marco Antônio Assis de Oliveira

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal-PB

RESUMO: A construção civil gera diversos impactos ambientais, desde a extração dos recursos naturais até a finalização da obra e posteriormente sua demolição, sendo responsável pelo uso de cerca de 30% da matéria-prima e 25% da emissão de resíduos em escala mundial. Considerando suas

propriedades mecânicas, um destino viável para o reaproveitamento do resíduo da construção e demolição (RCD) é a sua utilização como matéria-prima na confecção de concretos, substituindo o agregado natural. O objetivo deste trabalho é avaliar o comportamento mecânico de um concreto alternativo a partir da utilização do RCD como substituição parcial do agregado graúdo, verificando se este atende as propriedades que lhe são requeridas, a fim de obter um desempenho eficiente quando comparado a um concreto convencional. Os traços tiveram substituições em proporções de 15%, 30% e 50% de RCD e foram submetidos a períodos de cura de 7, 14 e 28 dias. Foram realizados ensaios de caracterização física e mecânicos, tais como resistência à compressão e diametral. A partir dos resultados, observou-se que o RCD obteve valores similares e superiores em relação ao concreto convencional, uma vez que os corpos de prova do traço de 15% apresentaram maior resistência média em relação aos traços de 30%, 50% do convencional após 28 dias de cura. Assim, constata-se que o uso do RCD torna-se viável, pois sua utilização proporciona economia, evita a extração de recursos naturais e o descarte desses resíduos em locais inapropriados, promovendo sustentabilidade e uma boa relação entre a construção civil e o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: RCD, Resíduos sólidos, construção civil, meio ambiente, concreto.

STUDY OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF CONCRETE FROM THE USE OF RCD AS A LARGE AGGREGATE

ABSTRACT: Civil construction generates several environmental impacts, from the extraction of natural resources to the completion of the work and its demolition and is responsible for the use of approximately 30% of the raw material and 25% of the emission of waste on a world scale. A viable destination for the reuse of construction and demolition waste (RCD) is its use in replacing the natural aggregate as a raw material in the manufacture of concrete due to its mechanical properties. The objective of this work is to evaluate the mechanical behavior of an alternative concrete using the RCD as partial replacement of the large aggregate, verifying if it meets the required properties to obtain an efficient performance when comparing to a conventional concrete. The traces had substitutions in proportions of 15%, 30% and 50% of RCD and were submitted to healing periods of 7, 14 and 28 days. Physical and mechanical characterization tests such as compression and diametral strength were performed. From the results, it was observed that the RCD obtained values like and even higher than conventional concrete, since the test specimens of 15% had the highest average resistance in relation to the traces of 30%, 50% from the conventional after 28 days of curing. Thus, it is observed that the use of RCD becomes feasible, since its use provides savings, avoids the extraction of natural resources and the disposal of these wastes in inappropriate places, promoting sustainability and a good relationship between civil construction and the environment.

KEYWORDS: RCD, Solid wastes, civil construction, environment, concrete.

1 | INTRODUÇÃO

A intensa geração de resíduos sólidos da construção civil em cidades com grande índice de obras tem sido motivo de grande preocupação em todo o mundo, visto que a mesma envolve questões de ordens ambiental, social e também econômica. Em função disso, a todo tempo, pesquisadores buscam alternativas, a fim de minimizar ou mesmo sanar problemas decorrentes do processo de larga produção de entulho nas obras. Muitas obras não garantem a destinação mínima apropriada para a grande quantidade de resíduos produzidos.

Segundo a resolução do CONAMA nº 307, Art. 2º, Inciso I, publicada no ano de 2002, entende-se por resíduo da construção civil aquele proveniente de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, bem como os resultantes da preparação e da escavação de terrenos. Assim, caso o resíduo não receba uma destinação correta, contribuirá de forma direta para o aumento da poluição em determinada região.

No Brasil, os RCD apresentam graves problemas, seja por sua disposição

irregular, gerando problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública, ou por sobrecarregar os sistemas de limpeza pública. Representam de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (RSUs) (BRASIL, 2005b apud IPEA, 2012).

Segundo a ABRELPE (2015), no Brasil são coletadas cerca de 45 milhões de toneladas de RCD, equivalente a 0,605 kg/hab./dia, o que configura um aumento de 1,2% em relação ao ano de 2014. Nesse cenário, a região Nordeste é responsável por coletar cerca de 9 milhões de toneladas, ocupando o segundo lugar no ranking nacional, perdendo apenas para a região Sudeste, com cerca de 23 milhões de toneladas.

Os RCD dispostos inadequadamente poluem o solo, degradam paisagens e constituem uma ameaça à saúde pública, pois servem de abrigo para animais peçonhentos, facilitando a proliferação de doenças (KARPINSK et al., 2009). Uma vez ocorrendo o desperdício de materiais na construção, significa que recursos naturais estão sendo desperdiçados, o que coloca a indústria da construção civil no centro das discussões na busca pelo desenvolvimento sustentável (SOUZA et al., 2004 apud KARPINSK et al., 2009).

Nesse contexto, levando em consideração a enorme quantidade de resíduos produzidos pela construção civil (evidência da exploração acelerada de matéria-prima do meio ambiente) e, em muitos casos, a destinação inadequada destes, fez-se necessária uma tomada de ações com o intuito de amenizar os impactos ambientais gerados pelos resíduos.

No Art. 3º da Resolução do CONAMA de nº 307/2002, os resíduos são classificados como de classe A, B, C ou D, sendo a classe A composta por resíduos reutilizados ou reciclados como agregados, em particular, para utilização no concreto. No Art. 4º, por conseguinte, institui-se que os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final adequada.

Dessa forma, o trabalho aqui proposto é motivado a buscar fins alternativos para o RCD por meio da sua utilização na composição de concreto convencional. Acredita-se que é possível mostrar um caminho viável para a redução de impactos ambientais na indústria da construção civil, contribuindo diretamente para a redução do descarte de resíduos em locais inapropriados e possibilitando uma alternativa viável de reutilização para o material.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.0.1 Resíduos da Construção e Demolição

Segundo o Ministério das Cidades, no Brasil, a construção civil contribui com 51 a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos, sobrecarregando os sistemas de limpeza pública responsáveis pela destinação apropriada dos RCD's descartados em áreas públicas indevidamente pelos geradores.

Ao procurar maneiras de obter outras finalidades para esses resíduos gerados em demolições e construções, em países como os EUA, por exemplo, foi adotada uma política ao final da década de 1960, legitimada pela Resource Conservation and Recovering Act (Lei de Conservação e Recuperação de Recursos).

De acordo com o Ministério das Cidades, a média de RCD reciclado na Europa é de 28%. Já no Brasil, a reciclagem de resíduos se tornou pauta apenas no começo do século XXI, tornando-se destaque entre os países do Hemisfério Sul, por suas políticas públicas voltadas para o manejo adequado.

Como mencionado anteriormente, os resíduos da construção civil são classificados segundo a resolução da CONAMA nº 307/2002 em: CLASSE A – resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados de construção, demolição e de outras obras de infraestrutura; CLASSE B – resíduos recicláveis para outros fins, como plástico, vidro, madeira, entre outros; CLASSE C – resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias viáveis que permitam sua reciclagem e CLASSE D – resíduos perigosos oriundos do processo da construção.

Os resíduos que se enquadram nas classes A e B, de acordo com a classificação do CONAMA 307, são resíduos com possibilidades de serem absorvidos por processos de reciclagem. Os resíduos classe B (metal, plástico, gesso, entre outros) podem ser absorvidos por processos de reciclagem por indústrias externas ao setor da construção civil. Já os resíduos classe A, podem ser absorvidos pela cadeia principal da construção civil; uma vez reciclados, podem ser utilizados, por exemplo, na execução de bases e sub-bases de pavimentação, na substituição do agregado graúdo no concreto, entre outros (BLUMENSCHNEIN, 2007, pag. 15).

2.0.2 Concreto

Segundo o Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON, 2009 apud BATTAGIN): “O concreto é uma mistura homogênea de cimento, agregados miúdos e graúdos, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos e adições), que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento”.

Estima-se que anualmente são consumidas 11 bilhões de toneladas de concreto, o que dá, segundo a Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado (FIHP, apud IBRACON, 2009), aproximadamente, um consumo médio de 1,9 tonelada de concreto por habitante por ano, valor inferior apenas ao consumo de água.

Os agregados utilizados no concreto, de acordo com a NBR 9935:2005, são materiais sem forma ou volume definido, geralmente inertes, com dimensões e propriedades adequadas para a produção de argamassa e concreto. Considerando a granulometria, podem ser subdivididos em agregado graúdo e agregado miúdo, sendo o graúdo um tipo de material granular com pelo menos 95% em massa retidos em peneira, com abertura de malha de 4,75mm, e o miúdo corresponde a 95% em massa passante em mesma peneira.

Os agregados reciclados apresentam porosidade elevada e menor densidade, assim como a argila expandida. Porém, os agregados reciclados são mais heterogêneos (o que dificulta a uniformidade de suas propriedades) e menos resistentes. Além disso, esses agregados possuem teores de finos e/ou materiais pulverulentos mais elevados, além de formato mais irregular ou textura superficial mais rugosa (GOMES, 2015).

Dentre essas propriedades, as que mais apresentam influência na resistência do concreto são a massa específica e a absorção de água, que estão diretamente ligadas com a porosidade do material a ser agregado no concreto, influenciando na sua resistência (ANGULO, 2005).

No Brasil, segundo a NBR 15116:2004 (ABNT, 2004), é permitido o uso de agregados reciclados em concreto sem função estrutural, podendo ser utilizado tanto o agregado graúdo quanto o miúdo. Segundo LEITE (2001), alguns pesquisadores japoneses defendem que: se os agregados naturais fossem substituídos 30% da sua composição por agregados reciclados, não ocasionariam nenhuma mudança significativa nas propriedades do concreto quando comparados a concretos convencionais.

Na opinião de Nogueira (2013), o concreto com agregados reciclados, mesmo não atingindo a sua resistência característica em projeto para o traço de um concreto convencional, atinge valores suficientemente aceitáveis, podendo ser utilizado até mesmo como concreto estrutural.

Para Cabral (2007), ao se realizar a substituição do agregado graúdo natural pelos agregados reciclados, estes produzirão um efeito maior sobre a resistência à compressão se comparados com a substituição do agregado miúdo, que exerce pouquíssima influência negativa sobre a resistência à compressão do concreto como um todo.

Já de acordo com experiências realizadas por Gomes (2015), o concreto leve pode ser obtido pela substituição do agregado convencional por agregado de menor densidade, como a argila expandida, a qual apresenta também alta porosidade e absorção de água elevada. Essas propriedades se assemelham às dos agregados reciclados de resíduos de construção, tornando-os aptos para a obtenção de um concreto leve.

Os agregados reciclados diferem dos agregados naturais apenas quanto a sua composição variável, menor resistência a esforços e à abrasão e formato mais irregular. Portanto, é perceptível a necessidade da criação de uma dosagem específica para a produção de concreto com agregados reciclados, a fim de evidenciar a influência das propriedades dos mesmos sobre as propriedades do novo concreto (BARRA, 1996 apud LEITE, 2001).

3 | METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico acerca da problemática estudada. Em seguida, foi feita uma pesquisa na cidade de Pombal-PB com o intuito de encontrar obras com RCD que não seriam mais utilizados. Após essa pesquisa, foram coletados os resíduos e levados para a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus Pombal para o processo de trituração do material.

Para os primeiros testes, foram triturados 40 kg de resíduo com um britador de mandíbula elétrica, para padronizar o tamanho do agregado graúdo e deixá-lo com dimensão semelhante à da brita 1. Posteriormente, o material britado foi caracterizado por meio da granulometria por peneiramento. Os resíduos encontrados nas obras antes e depois de britados podem ser observados na figura 1 conforme segue.



Figura 1. Material encontrado na obra e material britado, respectivamente. Fonte: Autor do trabalho.

O fluxograma da figura 2 mostra todas as etapas e procedimentos realizados durante a pesquisa.

Uma vez finalizada a moagem do agregado de RCD, foi realizada a sua classificação, tendo em vista que este é composto por resíduos cerâmicos, de argamassa, concreto, gesso, plásticos, entre outros. Optou-se por utilizar os resíduos de argamassa pelo critério quantitativo e com a finalidade de obter amostras seguras e precisas.

A partir disto, foi realizada a caracterização física de todos os materiais utilizados na pesquisa, iniciando com o ensaio de granulometria da areia, da brita e do RCD, a fim de conhecer o tamanho dos seus grãos e as características de suas faixas granulométricas. Em seguida, foram realizados os ensaios de massa unitária, específica e umidade higroscópica dos agregados miúdos e o ensaio de absorção do agregado graúdo e do RCD. Para o aglomerante utilizado, o cimento CP II Z 32, o ensaio físico realizado foi o de finura do cimento por peneiramento na peneira 0,075mm.

Após a caracterização, deu-se início ao processo de moldagem dos corpos de prova utilizando moldes cilíndricos com dimensões de 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura. Os traços foram feitos de acordo com os dados obtidos para os ensaios referentes aos agregados miúdo e graúdo e também conforme orientações da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), a fim de que obtivesse com estes a resistência mínima de 20 Mpa, aos 28 dias de cura, conforme exigência para fins estruturais.

Para a confecção dos corpos de prova, fez-se o uso de materiais comuns a composição do concreto, como cimento, areia, brita e água, somando também o RCD, substituindo parcialmente a brita 1 em três proporções: 15%, 30% e 50%. Dessa forma, foram confeccionados também os corpos de prova convencionais, sem adição do resíduo, a fim de obter um parâmetro de comparação e verificação das propriedades pretendidas no estudo.

Para o concreto fresco, realizou-se o ensaio de consistência pelo abatimento do tronco de cone, verificando a trabalhabilidade requerida para a qual o concreto foi dimensionado. Os corpos de prova foram colocados em cura úmida, sendo submetidos as idades de 7, 14 e 28 dias. Após a cura, os corpos de prova foram submetidos a ensaios mecânicos de resistência à compressão simples e tração por compressão diametral.

As normas utilizadas em cada ensaio seguem dispostas na tabela 1 abaixo.

Ensaio	Normas utilizadas
Massa unitária	NBR NM 45 / 2006
Absorção	NBR NM 53 / 2009
Granulometria	NBR NM 248 / 2003
Resistência a compressão	NBR 5739 / 2007
Resistência à tração por compressão diametral	NBR 7222 / 2011
Moldagem e cura de corpos-de-prova	NBR 5738 / 2016
Abatimento	NBR NM 67 / 1998
Finura	NBR 11579 / 2013

Tabela 1. Normas ABNT.

Fonte: Autor do trabalho.

4 | RESULTADOS

4.0.1 Caracterização Física dos Materiais

Após a realização dos ensaios de peneiramento, foi construída a curva granulométrica dos agregados graúdos e miúdos, como mostra a figura 3 a seguir.

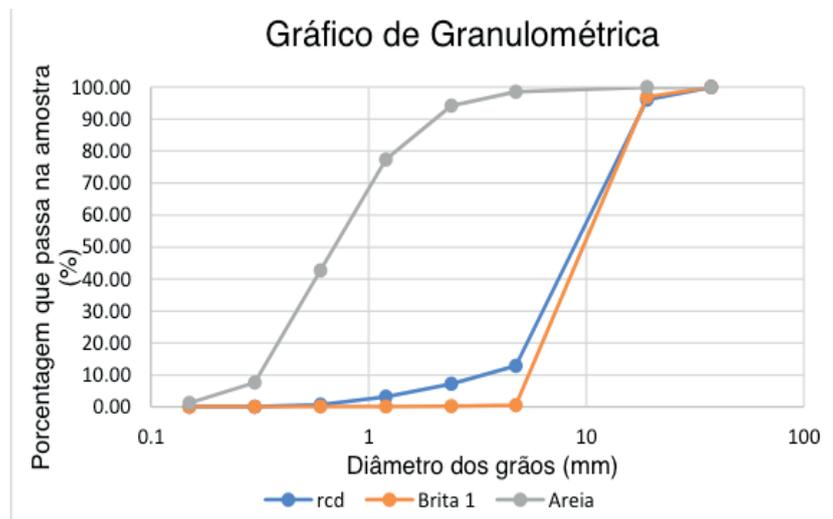


Figura 3. Gráfico granulométrico dos agregados graúdos e miúdos. Fonte: Autor do trabalho.

Analisando os dados coletados, pode-se obter os resultados da caracterização de acordo com a NBR NM 248. Apresenta-se na tabela 2, o resumo dos resultados das curvas granulométricas.

Classificação	RCD (%)	Brita 1 (%)	Areia (%)
Pedregulho	99,2	100	10
Areia	0,8	0	50
Silte	0	0	40
Argila	0	0	0

Tabela 2. Resumo da Granulometria. Fonte do autor

A partir da análise dos resultados encontrados, percebe-se a similaridade na composição do RCD e da brita 1, ambos sendo constituídos de material pedregulhoso. Já a areia tem sua constituição mais variada, sendo classificada de acordo análise granulométrica. Nota-se que o agregado miúdo natural apresentou distribuição granulométrica dentro da margem utilizável para agregado miúdo e ficando com sua curva granulométrica próxima da zona ótima, conforme a NBR 7211/2009. Da análise dos dados das composições granulométricas dos agregados, têm-se os principais parâmetros apresentados na tabela 3.

Parâmetro	RCD	Brita 1	Areia
D ₁₀	4,4	5,2	0,25
D ₃₀	6,5	7,3	0,49
D ₆₀	10	10,3	0,8
CC	0,96	0,99	1,20
CU	2,27	1,98	3,20

Tabela 3. Principais parâmetros obtidos da granulometria dos agregados. Fonte: Autor do trabalho.

Onde:

D_{10} = Diâmetro correspondente a 10% em peso total de todas as partículas passantes;

D_{20} = Diâmetro correspondente a 20% em peso total de todas as partículas passantes;

D_{30} = Diâmetro correspondente a 30% em peso total de todas as partículas passantes;

CC = Coeficiente de Curvatura;

CU = Coeficiente de uniformidade (ou não uniformidade).

De acordo com os resultados, as curvas granulométricas do RCD e da brita 1 são caracterizadas como curvas descontínuas com ausência de grãos e muito uniformes. Já a curva da areia, tem-se como bem graduada e muito uniforme. Nota-se que a curva do RCD e da brita 1 são bastante similares, o que aponta que os materiais têm composições semelhantes e conseqüentemente que o RCD pode se apresentar como insumo para substituir o agregado graúdo natural.

4.0.2 Massa unitária

Quanto a massa unitária, exibe-se os resultados obtidos através deste ensaio referentes aos agregados estudados na tabela 4.

Agregado	Massa Unitária (g/cm ³)
RCD	1,09
Brita	1,45
Areia	1,41

Tabela 4. Dados correspondentes ao ensaio de massa unitária dos agregados. Fonte: Autor do trabalho.

De acordo com Cabral (2007), a diminuição da massa unitária do RCD em comparação com o agregado graúdo natural acontece em função da diminuição da densidade do próprio material e da alta porosidade característica dos agregados reciclados. A forma irregular das partículas dos agregados contribui também para a redução da mesma. Porém, essa redução depende ainda da granulometria do RCD.

4.0.3 Absorção

Utilizando-se os agregados graúdos, com a realização dos ensaios de absorção de água, conforme a tabela 5, tem-se os seguintes resultados:

Agregado	Absorção (%)
RCD	9,66
Brita	0,60

Tabela 5. Dados correspondentes ao ensaio de absorção de água dos agregados. Fonte: Autor do trabalho.

Desse modo, constatou-se que o agregado reciclado possui um alto índice de absorção em comparação com o agregado natural, atingindo cerca de 16 vezes a porcentagem do mesmo. Esse crescimento poderá ocasionar o aumento do teor de pasta de concreto, aumentando conseqüentemente a quantidade de poros, implicando no comprometimento do traço com a quantidade de água a ser utilizada. Dessa forma, precisa-se de certa atenção para que a resistência do concreto não seja reduzida.

4.0.4 Finura do cimento por peneiramento

Para o cimento, obteve-se a finura pelo peneiramento realizado na peneira 0,075mm, com 2,7% de resultado, expresso pela quantidade retida de material na peneira em questão. Esse valor é menor que 12%, limite máximo imposto pela NBR 11579/2013, o qual proporciona uma melhoria das resistências, trabalhabilidade, impermeabilidade e coesão do concreto.

4.0.5 Concreto no estado fresco e endurecido

Os traços e suas proporções seguem dispostas abaixo na tabela 6.

Composição	Traço
RDC 15%	1: 2,28: 2,62: 0,53
RDC 30%	1: 2,28: 2,62: 0,56
RDC 50%	1: 2,28: 2,62: 0,60
Convencional	1: 2,28: 2,62: 0,49

Tabela 6. Dados correspondentes aos **Traços**. Fonte: Autor do trabalho.

Por meio da figura acima, nota-se que a relação água-cimento aumenta de acordo com o acréscimo de resíduo na composição do traço. Isso ocorre devido à elevada absorção de água do agregado reciclado. Na composição de 15% houve um acréscimo na proporção da água, aumentando 8,16% e ficando mais próximo em relação ao convencional. Já nas outras composições de 30% e 50%, os acréscimos foram de 14,28% e 22,44%, respectivamente, em relação ao convencional. Esse fator acarretou no aumento dos vazios no concreto, afetando diretamente suas propriedades mecânicas e, conseqüentemente, diminuindo sua resistência. Vale destacar que os traços especificados acima foram dimensionados com suas proporções em massa, de

acordo com o método da ABCP.

4.0.6 Ensaio de consistência

O ensaio de abatimento de tronco de cone é realizado para verificar a consistência do traço, que está diretamente relacionada às suas próprias características, como a mobilidade do concreto e também a coesão entre seus componentes.

Traço	Slump Test (cm)
RCD 15%	7
RCD 30%	6
RCD 50%	5,5
Convencional	7

Tabela 7. Dados correspondentes ao ensaio de abatimento. Fonte: Autor do trabalho.

A partir das informações expostas na tabela 7, pode-se constatar que o traço de 15% apresentou o mesmo abatimento que o concreto convencional. Observa-se que o aumento do teor de resíduo de construção e demolição acompanha o aumento da porcentagem de água no traço, o que resulta no aumento da consistência do concreto, visto que o Slump reduziu. O traço foi calculado para um abatimento de 7 com margem de $\pm 1,5$ cm. Assim, todas as composições se apresentaram dentro da margem estipulada.

4.1 Caracterização Mecânica

4.1.1 Ensaio da resistência à compressão simples

Com base nos resultados adquiridos no ensaio de compressão simples, verifica-se que, com 28 dias de cura, o concreto com adição de RCD em suas composições de 15% e 30%, atingiram os resultados esperados (acima de 20 MPa). Apenas o da composição de 50%, foi inferior (16,1 MPa), como mostrado na tabela 8. Cada uma das resistências médias abaixo corresponde à média obtida pela resistência de dois corpos de prova. Os dados referentes as resistências unitárias de cada corpo de prova ensaiado seguem também dispostas abaixo.

Compressão Simples				
Dias de cura	RCD 15 % (MPa)	RCD 30% (MPa)	RCD 50% (MPa)	CONVENCIONAL
0	0	0	0	0
7	14,15	10,9	13,75	16,24
14	22,13	15,93	16,93	20,34
28	21,61	21,24	16,74	21,08

Tabela 8. Dados correspondentes a resistência media à Compressão Simples. Fonte: Autor do trabalho.

Compressão - RCD			
	7 dias	14 dias	28 dias
15%	14,15	22,13	21,61
30%	10,9	15,93	21,24
50%	13,75	16,93	16,74

Tabela 9. Dados correspondentes a resistência à Compressão Simples para as diferentes idades de cura. Fonte: Autor do trabalho.

Compressão - RCD 15%			
	7 dias	14 dias	28 dias
CP 1 RCD	14,95	21,22	21,66
CP 2 RCD	13,35	23,04	21,56
Média	14,15	22,13	21,61
Desvio Padrão	1,13	1,29	0,07

Tabela 10. Dados correspondentes a resistência à Compressão Simples para o traço de 15%. Fonte: Autor do trabalho.

Compressão - RCD 30%			
	7 dias	14 dias	28 dias
CP 1 RCD	10,74	15,97	21,3
CP 2 RCD	11,06	15,89	21,18
Média	10,9	15,93	21,24
Desvio Padrão	0,23	0,06	0,08

Tabela 11. Dados correspondentes a resistência à Compressão Simples para o traço de 30%. Fonte: Autor do trabalho.

Compressão - RCD 50%			
	7 dias	14 dias	28 dias
CP 1 RCD	14,15	17,92	18,44
CP 2 RCD	13,35	15,93	15,04
Média	13,75	16,93	16,74
Desvio Padrão	0,57	1,41	2,40

Tabela 12. Dados correspondentes a resistência à Compressão Simples para o traço de 50%. Fonte: Autor do trabalho.

Ressalta-se o de composição 15%, visto que apresentou o melhor desempenho, superando o traço convencional após os 14 e 28 dias de cura, como se pode constatar na figura 4 abaixo.

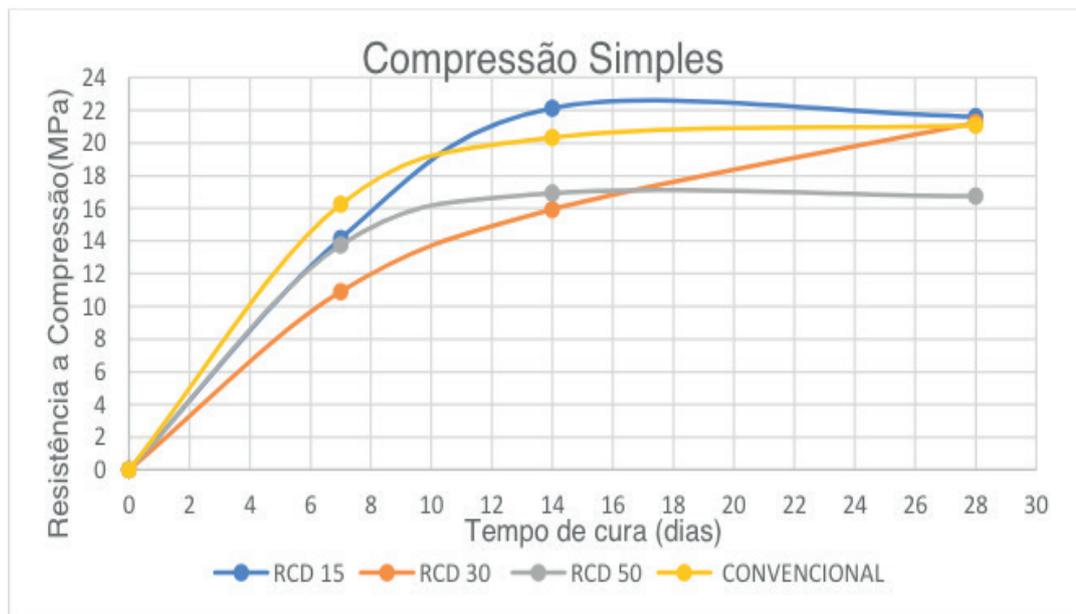


Figura 4: Resistência à Compressão Simples. Fonte: Autor do trabalho.

Neste contexto, podemos verificar que os RCD com composições de 15% e 30% atingiram resistências mínimas para um concreto de fins estruturais, como estipuladas pela Norma NBR 6118/2014. Assim, a diferença de resistência entre os traços convencional e de RCD, ambos com a mesma idade de cura, foi muito pequena, o que torna compensatório a sua substituição.

4.1.2 Ensaio de resistência à tração por compressão diametral

Com relação ao ensaio de compressão diametral, observou-se que o agregado de RCD proporcionou boas propriedades de resistência, mantendo resultados próximos aos do agregado convencional. Assim, cabe mencionar o traço de 15%, o qual obteve resistência à compressão diametral de 2,94 Mpa, muito próxima ao traço convencional, que foi de 3,04 Mpa (como mostrado na tabela 13 e na figura 5 abaixo). Cada uma das resistências médias abaixo corresponde à média obtida pela resistência de dois corpos de prova. Os dados referentes as resistências unitárias de cada corpo de prova ensaiado seguem também dispostas abaixo.

Compressão Diametral				
Dias de cura	RCD 15% (MPa)	RCD 30% (MPa)	RCD 50% (MPa)	CONVENCIONAL
0	0	0	0	0
7	1,69	2,44	2,19	1,8
14	2,79	2,71	2,41	2,65
28	2,94	2,25	2,55	3,04

Tabela 13. Dados correspondentes a resistência média à Compressão diametral. Fonte: Autor do trabalho.

Diametral – RCD			
	7 dias	14 dias	28 dias
15%	1,69	2,79	2,94
30%	2,44	2,71	2,25
50%	2,19	2,41	2,55

Tabela 14. Dados correspondentes as resistências à Compressão Diametral para as diferentes idades de cura. Fonte: Autor do trabalho.

Diametral - RCD 15%			
	7 dias	14 dias	28 dias
CP 1 RCD	1,71	2,92	3,01
CP 2 RCD	1,67	2,66	2,86
Média	1,69	2,79	2,94
Desvio Padrão	0,03	0,18	0,11

Tabela 15. Dados correspondentes as resistências à Compressão Diametral para o traço de 15%. Fonte: Autor do trabalho.

Diametral - RCD 30%			
	7 dias	14 dias	28 dias
CP 1 RCD	2,66	2,85	2,01
CP 2 RCD	2,22	2,56	2,48
Média	2,44	2,71	2,25
Desvio Padrão	0,31	0,21	0,33

Tabela 16. Dados correspondentes as resistências à Compressão Diametral para o traço de 30%. Fonte: Autor do trabalho.

Diametral - RCD 50%			
	7 dias	14 dias	28 dias
CP 1 RCD	2	2,31	2,44
CP 2 RCD	2,38	2,51	2,65
Média	2,19	2,41	2,55
Desvio Padrão	0,27	0,14	0,15

Tabela 17. Dados correspondentes as resistências à Compressão Diametral para o traço de 50%. Fonte: Autor do trabalho.

Apartir dos dados expostos na tabela acima, construiu-se o gráfico de compressão diametral como mostra a figura 5 abaixo.

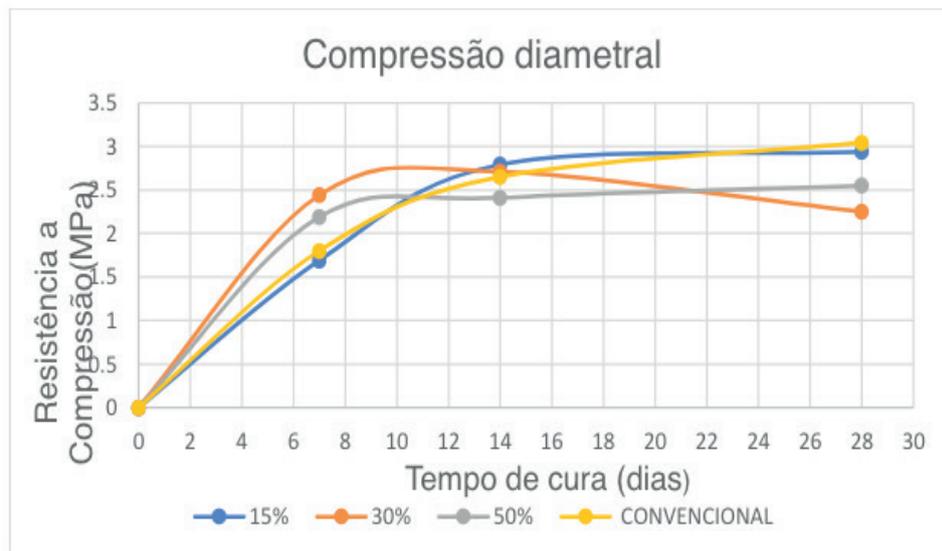


Figura 5: Resistência à Compressão diametral. Fonte: Autor do trabalho.

Percebe-se que, quando comparada à resistência à compressão simples, a resistência à compressão diametral do concreto foi menos afetada com a adição de RCD. Segundo Leite (2001), isso pode ser explicado porque a resistência à tração leva em consideração mecanismos de aderência física entre as partículas e, como o uso de agregados reciclados parece promover uma boa aderência entre a pasta e o agregado, em função da sua forma mais irregular e rugosa, a zona de transição do concreto com agregados reciclados é muito boa, mostrando que o mesmo pode ser empregado na substituição do agregado graúdo.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A substituição parcial do agregado graúdo mostra-se como uma alternativa viável, visto que a inserção dos resíduos de demolição e construção apresentaram resultados satisfatórios, principalmente quando em substituição de 15% do agregado natural. Características, como a massa unitária e a absorção obtiveram em seus resultados certa discrepância quando comparados com o agregado convencional, consequência da maior porosidade e maior permeabilidade do RCD. Porém, sendo feita a dosagem do resíduo a partir da análise dos resultados obtidos, pode-se conseguir valores equivalentes de resistência.

Os valores de resistência à compressão foram satisfatórios, principalmente quanto à substituição de 15% e 30% que se equipararam ao valor da resistência do concreto convencional. Constatou-se também valores semelhantes de compressão diametral na substituição de 15% de RCD, devido à maior aderência física entre as partículas constituintes do RCD.

Observa-se que o RCD tem um alto teor de absorção, resultando na utilização de maior quantidade de água no traço do concreto, recurso indispensável para a sobrevivência humana e que já se torna de difícil acesso em algumas regiões do

mundo. Esse percentual de aumento, contudo, torna-se compensatório quando comparado com os danos causados pela disposição incorreta desses resíduos.

Além da viabilidade mecânica e física da substituição do resíduo de demolição e construção, têm-se as melhorias ambientais, consequência da destinação desses resíduos a uma nova funcionalidade, acarretando na diminuição de entulhos decorrentes de materiais construtivos em aterros, além da diminuição da retirada de recursos naturais, amenizando a agressão ambiental da ação do homem no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 9935:2005. **Agregados – Terminologia**. Rio de Janeiro, pag. 1-8, 2005.

_____. NBR 5738:2016. **Concreto – Procedimentos para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, pag. 1-9, 2016.

_____. NBR 5739:2007. **Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, pag. 1-8, 2007.

_____. NBR 7222:2011. **Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, pag. 1-3, 2011.

_____. NBR 11579:2013. **Cimento Portland–Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (nº 200)**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 6118:2003. **Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2003.

ASOCIACIÓN MERCOSUR DE NORMALIZACIÓN - NBR NM 53:2009. **Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água**. Rio de Janeiro, pag. 1-9, 2009.

_____. NBR NM 52:2009. **Agregado miúdo–Determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2009.

_____. NBR NM 67:1998. **Concreto-Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. 1998.

_____. NBR NM 248:2001. **Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, pag. 1-3, 2001.

_____. NBR NM 45:2006. **Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, pag. 1-8, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento Portland**.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. São Paulo, 2015, pag. 88.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

RESOLUCAO Nº 307, pg. 01-02, 2002.

BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves. **Manual técnico: Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Brasília: SEBRAE/DF. 2007.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GOMES, P. C. C. *et. al.* **Obtenção de concreto leve utilizando agregados reciclados**. Pag 1, 2015.

IBRACON, Instituto Brasileiro do Concreto. **Revista Concreto & Construções**. Ano XXXVII, Nº 53, São Paulo, 2009.

IPEA, Instituto de Pesquisa Economica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil: Relatório de pesquisa**. Brasília – DF, 2012.

KARPINSK, L.A; PANDOLFO, A; REINERER, R.; GUIMARÃES, J.C.B; PANDOLFO, L.; KUREK, J. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre, RS: Edipucrs, 2009.

LEITE, M. A. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre – RS, 270 p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.

NOGUEIRA, Luís Gustavo da silva. **Utilização de RCD na confecção de um concreto sustentável**. Pag., 111-116. Centro Universitário de Brasília-UniCEUB. 2013.

SOUZA, U.E.L. de *et. al.*; **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. Ambiente Construído, v.4, nº 4, p.33-46, 2004.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alvenaria Estrutural 87, 332

Análise Estrutural 185

B

Bragueto 6, 39, 40, 44, 49, 51, 52

C

Carbonatação 13, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 66, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 85, 86, 99, 104, 107, 108

Cidade limpa 122

Comportamento a longo prazo 1

Concreto 14, 24, 38, 40, 53, 54, 59, 60, 64, 65, 66, 74, 84, 85, 86, 108, 109, 146, 155, 157, 158, 169, 184, 185, 198, 211, 212, 213, 227, 240, 245, 261, 268, 270, 274, 280, 286, 287, 321

Concreto Armado 84, 86, 108, 109, 169, 185, 198, 212, 227, 245

Construção 19, 38, 40, 109, 113, 122, 147, 184, 211, 240, 241, 273, 287, 321, 322

Corrosão 45, 50, 66, 68, 84, 85, 86, 102, 109, 110, 115, 117, 167, 212, 270

Cura química 14, 15, 17, 18, 23, 25, 176

D

Degradação 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 26, 27, 28, 77, 84, 86, 100, 106, 107, 111, 112, 134, 135, 138, 142, 146, 159, 166, 167, 169, 200, 289

Diagnóstico de Manifestações Patológicas 97

Durabilidade 1, 52, 84, 96, 109, 157, 212

E

Edificações 87, 88, 96, 110, 113, 212, 241, 255, 256

Edifício 26, 65, 258

Ensaio e pilares 213

Estrutura 6, 32, 39, 43, 85, 87, 159, 199, 255, 321

F

Fachada 26, 32, 33, 128, 187, 194

Fiscalização 87, 96

Fissura 47, 110, 116, 250, 252

Fundações 54, 64, 65

G

GDE/UNB 39, 40, 41, 42, 49, 52

I

Inspeção 42, 52, 85, 97, 99, 100, 106, 109, 115, 116, 117, 118, 185, 211, 212
Inspeção de Estruturas 97

M

Manifestações patológicas 27, 32, 34, 66, 67, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 106, 108, 110, 111, 114, 115, 116, 119, 120, 134, 135, 136, 137, 143, 144, 145, 171, 172, 173, 174, 183, 184, 186, 188, 189, 197, 201, 211, 214, 228, 229, 231, 241, 242, 243, 244, 245, 252, 255, 257, 259, 324, 329
Monitoramento 185, 192, 193, 300, 301

P

Patologia 34, 35, 38, 87, 109, 110, 113, 121, 146, 147, 158, 199, 201, 212, 227, 236, 241, 243, 252, 255, 256, 334
Poluição visual 122, 123, 124, 125, 126, 130, 131, 132
Ponte 6, 39, 40, 49, 51, 52, 55, 56, 97, 212
Pré-fabricado 171, 173
Prevenção 65, 146, 147, 199

Q

Qualidade visual 7, 122, 123, 124, 126, 127, 131, 132, 133

R

Reação Álcali-Agregado 54, 64
Recuperação 54, 66, 146, 147, 158, 199, 212, 227, 262, 274
Reforço com FRP 1
Resinas epoxídicas 1
Revestimento 26, 38, 141, 187, 188, 321, 332

T

Terapia 135, 137, 202, 258, 330

U

Umidade 50, 77, 110, 118, 140

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-543-3



9 788572 475433