



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778  
Nº 1, volume 1, artigo nº 15, Janeiro/Junho 2015  
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v1n1a15>

## UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CONCRETO ESTRUTURAL

Anna Carolina Lopes Rabello<sup>1</sup>

RenanTavares Vicente<sup>2</sup>

Victor Barbosa Souza

### Resumo

No Brasil, a construção civil é um dos setores de maior representatividade, uma vez que é grande geradora de postos de trabalho e riqueza. O crescimento populacional e a densidade demográfica mostram sua relevância. Esse ramo, tido para muitos, como a mais importante atividade do planeta, vem sendo alvo de grandes discussões, pois quanto maior a quantidade de obras, maior é a produção de RCC (Resíduos da Construção Civil) e consumo exagerado de matéria prima. Em estudos realizados, nota-se que esses entulhos representam grande parte da massa total de resíduos sólidos urbanos de uma cidade de médio e grande porte. E baseado neste aspecto, este artigo visa estudar as propriedades adquiridas pelo cimento convencional (com traço 3-2-1, três baldes de areia, dois de brita zero e um de cimento) misturado com diferentes porcentagens de RCC em sua composição, feito com corpos de prova padronizados com molde, e testado com ensaio de compressão. Esse artigo objetiva testar as propriedades do concreto, quando em sua composição, substituímos a areia, pelo RCC triturado, em diferentes porcentagens, a fim de reduzir, reciclar e reutilizar essa grande quantidade de resíduos oriundos das construções civis no país.

**Palavras-chave:** RCC; Reutilização; Construções Civis

### Abstract

In Brazil, construction is one of the most representative sectors as it is great generator of jobs and wealth. Population growth and population density show its relevance. This branch, had for many, as the most important activity of the planet, comes from great discussions being targeted, because the higher the amount of works, the greater the production of RCC (Waste Construction) and excessive consumption of raw materials. In studies, it is noted that these dumps represent much of the total mass of municipal solid waste a city of medium and large. And based on this aspect, this article aims to study the properties acquired by conventional cement (with trace 3-2-1, three buckets of sand, two zero gravel and cement) mixed with different percentages of RCC in its composition, made with specimens with standard

<sup>1</sup> Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Itaperuna-RJ, [lopesrabello@gmail.com](mailto:lopesrabello@gmail.com)

<sup>2</sup> Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Itaperuna-RJ, [prof.victordesouza@gmail.com](mailto:prof.victordesouza@gmail.com)

mold, and tested with compression test. This article aims to test concrete properties when in its composition, replace the sand, crushed by the RCC in different percentages, in order to reduce, recycle and reuse this large amount of waste from civilian buildings in the country.

**Keywords:** RCC; reuse; Civil buildings.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a construção civil esta em grande ascensão, devido ao crescimento populacional e também ao fato de ser grande geradora de postos de trabalho e riqueza.

Porem, tal crescimento leva a pensar em curiosos fatos, como a matéria prima utilizada para isso, nos resíduos oriundos desse processo, dos locais onde serão depositados esses resíduos, e também dos impactos causados pelo depósito dos mesmos clandestinamente em certos locais causando assim, problemas ao setor público e sociedade envolvendo questões econômicas e socioambientais.

Essa demanda pelas construções civis, ainda é agravada pelo maciço processo de migração, iniciado na segunda metade do século XX, ocasionando numa nova e crescente necessidade de novas casas, prédios, e etc. Esse fato ocorre também, devido as grandes obras efetuadas no Brasil, durante os últimos anos em prol da copa do mundo e das olimpíadas.

Para ilustrar a quantidade de resíduo gerado, segue uma estimativa da quantidade de resíduos produzidos por pessoa em alguns países.

**TABELA 1**  
**Estimativa de geração de RCC em alguns países**

País	Quantidade anual		Fonte
	Em milhões t/ano	Em kg/habitante/ano	
Suécia	1,2 - 6	136 - 680	Tolstoy, Borklund e Carlson (1998) e EU (1999)
Holanda	12,8 - 20,2	820 - 1.300	Lauritzen (1998), Brossink, Brouwers e Van Kessel (1996) e EU (1999)
Estados Unidos	136 - 171	463 - 584	EPA (1998), Peng, Grosskopf e Kibert (1994)
Reino Unido	50 - 70	880 - 1.120	Detr (1998) e Lauritzen (1998)
Bélgica	7,5 - 34,7	735 - 3.359	
Dinamarca	2,3 - 10,7	440 - 2.010	Lauritzen (1998) e EU (1999)
Itália	35 - 40	600 - 690	
Alemanha	79 - 300	963 - 3.658	
Japão	99	785	Kasai (1998)
Portugal	3,2 - 4,4	325 - 447	EU (1999) e Ruivo e Veiga ( <i>apud</i> Marques Neto, 2009)
Brasil	31	230 - 760	Abrelpe (2011), Pinto (1999), Carneiro <i>et al.</i> (2001) e Pinto e González (2005)

Fonte: Elaboração dos autores

A principal pergunta é até quando o meio ambiente vai suportar a grande retirada de matéria prima e pouquíssima reposição da mesma? Onde estão locados esses resíduos? E se somados com outros fenômenos, que mal podem oferecer?

## **OBJETIVO**

Este artigo visa estudar e analisar as propriedades do RCC quando usado como agregado na produção de concreto, como opção sustentável para obter matéria prima, possibilitando assim a preservação do meio ambiente.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para elaboração deste estudo, serão apresentados alguns conceitos relacionados ao tema. A princípio, trataremos sobre compósitos.

De forma geral, pode-se considerar um compósito como sendo qualquer material multifásico que exiba uma proporção significativa das propriedades de ambas as fases que o constituem, de tal modo que é obtida uma melhor combinação de propriedades. (CALLISTER, Ciência e Engenharia de Materiais, 5ª Ed. 1999);

Os materiais compósitos são combinados entre vários materiais, como metais, cerâmicas e polímeros, afim, de obter-se uma nova geração de materiais com a união de suas melhores características mecânicas, tais como a rigidez, tenacidade e resistência nas condições ambientes e a altas temperaturas.

O concreto é um tipo de compósito, é o elemento mais importante na construção civil, pois é resultante da união de proporções eficazes utilizando aglomerante (cimento), agregado fino (areia), agregado grosseiro (pedra britada – zero, neste caso) e água. Tem aplicações estruturais, revestimento, pavimentos, paredes, canalizações, fundações e etc.

Tem bom comportamento a compressão, porém não é tão eficiente quando o assunto é tração.

As propriedades do concreto são variadas, entre elas destacamos massa específica, durabilidade, permeabilidade e absorção, deformação, propriedade acústica e, por fim a que trataremos nesse artigo, resistência mecânica.

A resistência mecânica é a principal propriedade do concreto e é influenciada por diversos fatores, tais como, idade, relação à quantidade de água em sua composição. Quanto

maior a idade (tempo de cura) deste concreto, maior sua resistência mecânica. E quanto maior o excesso de água menor a resistência mecânica.

Com relação ao RCC, segundo LEVY (1997), entulho de construção civil é definido como a parcela mineral dos resíduos provenientes das atividades de construção e demolição. Porém, essa definição não é tão abrangente, não considerando assim atividades envolvidas em infraestrutura, como tubos PVC e etc. Para ZORDAN (2000), *“resíduos sólidos não contaminados, provenientes de construção, reforma, reparos e demolição de estruturas e estradas, e resíduos sólidos não contaminados de vegetação, resultantes de limpeza e escavação de solos. Como resíduos, incluem-se, mas não limitam-se, blocos, concreto e outros materiais de alvenaria, solo, rocha, madeira, forros, argamassa, gesso, encanamentos, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos que não camuflam outros resíduos, fiação elétrica e equipamentos que não contenham líquidos perigosos e metais que estiverem num dos itens acima.”*

O RCC tem várias classificações segundo a resolução CONAMA307 e CONAMA348. Porém a classificação do material utilizado neste estudo é Classe A, e sua tipologia é explicada segundo a tabela a seguir:

**Tabela 5.1 – Classificação dos RCC conforme a resolução CONAMA307 e CONAMA348.**

<b>Classificação</b>	<b>Tipologia</b>
<b>Classe A</b>	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
<b>Classe B</b>	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
<b>Classe C</b>	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
<b>Classe D</b>	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: amianto, tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: Resolução CONAMA 307 e 348. (Brasil, 2002; Brasil, 2004)

## DESCRIÇÃO DO ENSAIO

Os corpos de prova foram preparados segundo as normas NBR 5738, NBR 5739, NBR 6150, NBR 7680, NBR 9479. Foram preparados para tal ensaio, cinco diferentes traços de concreto, utilizando-se a proporção 3x2x1 (três de areia, dois de pedra britada zero e um

de cimento), variando com diferentes porcentagens de RCC em sua composição. Todos os corpos de prova foram obtidos a partir de um molde 100x200 mm, segundo as normas técnicas já citadas.

Peso dos elementos constituintes de cada traço:	Areia	Brita Zero	Cimento	RCC
1º Traço:	57,534 kg	34,759 kg	14,888 kg	0 kg
2º Traço:	43,151 kg	34,759 kg	14,888 kg	11,722 kg
3º Traço:	28,767 kg	34,759 kg	14,888 kg	23,443 kg
4º Traço:	14,384 kg	34,759 kg	14,888 kg	35,165 kg
5º Traço:	0 kg	34,759 kg	14,888 kg	46,886 kg

Todos os corpos de prova referentes a cada traço foram preparados com o cimento (CP III – 32). O método de solidificação usado em todos os casos foi ao ar. E a peneira utilizada para peneirar tanto areia como as diferentes porcentagens de RCC, foi a de 4,25 milímetros.

Os primeiros corpos de prova referentes à primeira etapa do ensaio foram preparados com o traço comum, com 0% de RCC em sua composição, para servir de parâmetro relacionando com os outros resultados. Nessa primeira etapa, obtivemos uma média de 100,133 mm de diâmetro, 200,333 mm de comprimento, respeitando assim as medidas de tolerância que não devem ultrapassar mais que 1% de diâmetro e 2% na altura em cada corpo de prova. O peso médio referente aos corpos prova da primeira etapa deste ensaio foi de 3,42770 kg.

A segunda etapa do ensaio foi preparada substituindo-se 25% da areia por RCC trituado. E assim, ao desenformar os corpos de prova, e medi-los, obteve-se uma média de 100,09 mm de diâmetro e 203,74 mm de comprimento, obedecendo assim à tolerância pre-estabelecida pela norma já citada em cada corpo de prova. A média das pesagens dos corpos de prova foi de 3,354 kg.

A terceira etapa desenvolvida constituiu-se na substituição de 50% da areia do traço comum, por RCC. A média obtida no comprimento foi de 203,14 mm e 99,89 mm no diâmetro. A média de peso obtida nesta etapa foi de 3,397 kg.

A quarta etapa foi preparada com substituição de 75% de areia por RCC. A média de comprimento obtida foi de 202,64 mm e 100,014 mm no diâmetro. Já o peso médio foi de 3,108 kg.

A quinta etapa foi preparada com substituição total de areia por RCC, ou seja, o novo traço obtido foi constituído por 100% de RCC, como agregado fino, dois de pedra britada zero e um de cimento. O comprimento médio foi de 203,814 mm e 99,663 mm para o diâmetro médio. O peso médio para esta quinta etapa, foi de 3,372 kg.

Segue uma foto de alguns corpos de prova.



#### **DESCRIÇÃO DO ENSAIO:**

Após sete e vinte e oito dias da data de moldagem, foi executado um ensaio de compressão com velocidade de 5 mm/min, em cada corpo de prova de cada etapa da preparação do para o ensaio. Segue uma foto da maquina de compressão:



A tabela a seguir, especifica alguns detalhes obtidos nesse ensaio:

	Data de moldagem:	Idade do corpo de prova:	Data do ensaio:	Resistência limite (média):	Tipo de ruptura do corpo de prova:
1º traço:	27/05/15	Sete dias;	03/06/15	19,28 MPa;	Cisalhada;
1º traço:	27/05/15	Vinte e oito dias;	24/06/15	21,49 MPa;	Cisalhada;
2º traço:	29/05/15	Sete dias;	05/06/15	5,66 MPa;	Cisalhada;
2º traço:	29/05/15	Vinte e oito dias;	26/06/15	8,26 MPa;	Cisalhada;
3º traço:	03/06/15	Sete dias;	10/06/15	16,22 MPa;	Cisalhada;
3º traço:	03/06/15	Vinte e oito dias;	01/07/15	19,51 MPa;	Cisalhada;
4º traço:	10/06/15	Sete dias;	17/06/15	4,53 MPa;	Cisalhada;
4º traço:	10/06/15	Vinte e oito dias;	07/07/15	8,21 MPa;	Cisalhada;
5º traço:	12/06/15	Sete dias;	19/06/15	11,69 MPa;	Cisalhada;
5º traço:	12/06/15	Vinte e oito dias;	09/07/15	17,31 MPa;	Cisalhada;

## RESULTADO DO EXPERIMENTO

Os resultados obtidos através dos ensaios foram satisfatórios, apesar de algumas surpresas. No primeiro traço que, serviu como parâmetro para comparação dos outros tra-

ços, a média de compressão obtida foi de 19,28 MPa para sete dias e 21,49 MPa para vinte e oito dias, tendo um aumento, de mais ou menos, 3 MPa, dentro dos limites regulamentados.

O segundo traço, feito com 25% de RCC em substituição da areia, apresentou os seguintes resultados, resistiu à apenas 5,66 MPa de média para sete dias, abaixo da média mínima de 6 MPa, e 8,26 MPa para vinte e oito dias. Acredita-se que a media dos resultados dos corpos de prova testados com sete dias foi baixa devido à excessiva porosidade apresentada nos corpos de prova. Já o aumento na resistência de, aproximadamente, 3 MPa, ocorreu devido ao tempo de cura do concreto.

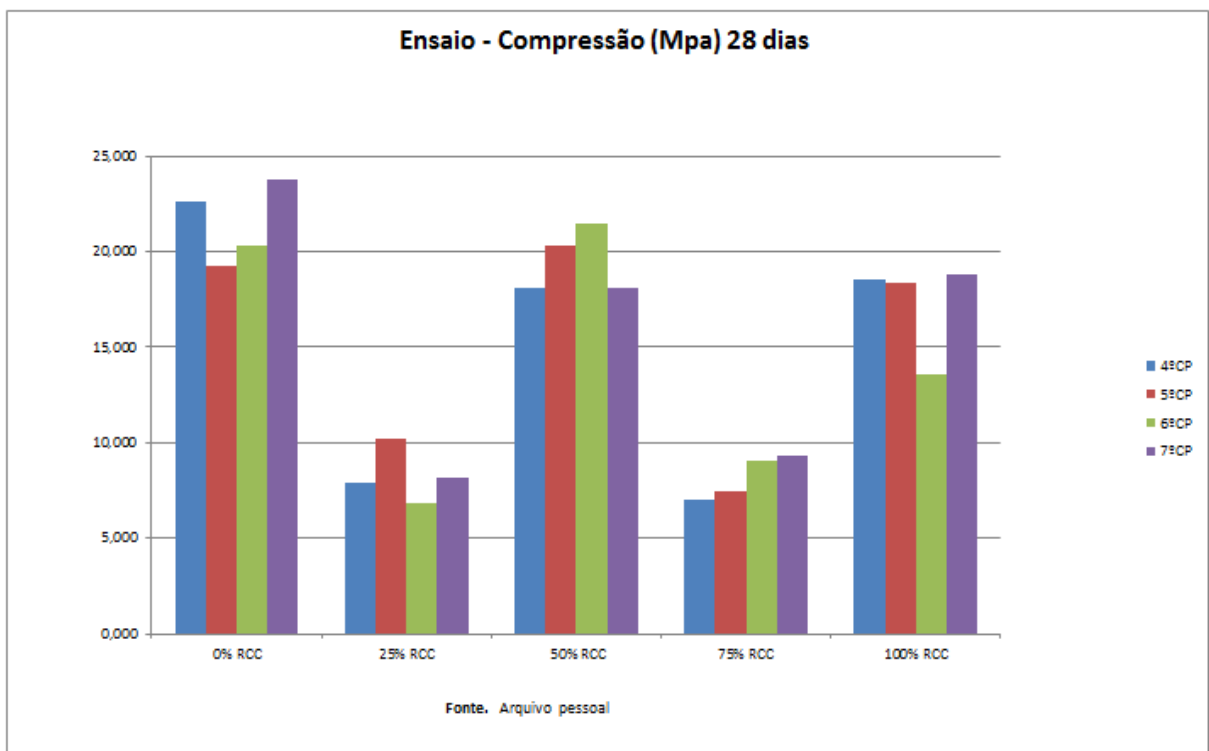
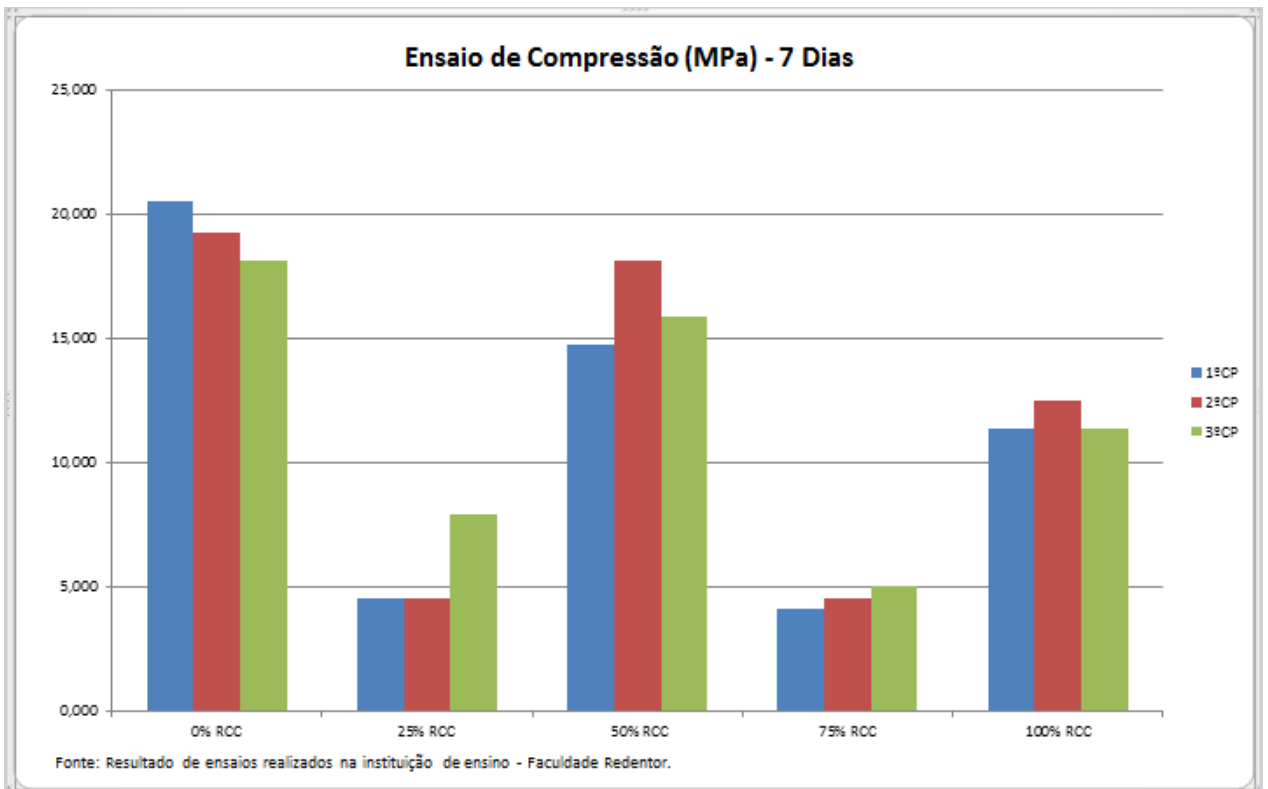
No terceiro traço, feito com 50% de RCC, atingiu resultados além do esperado, apresentando assim uma média de 16,22 MPa nos corpos de prova testados com sete dias e 19,51 MPa dos corpos de prova testados com vinte e oito dias, superando assim, expectativas quanto ao destino futuro dos RCC's e diminuição da poluição do meio ambiente.

O quarto traço estudado, feito com 75% de RCC, obteve uma média de 4,53 MPa para os copos de prova testados com sete dias e 8,21 MPa para os corpos de prova testados com vinte e oito dias, superando assim, o limite estrutural mínimo necessário a resistência mecânica é de 6 MPa, apenas para os corpos de prova testados com tempo de cura de vinte e oito dias.

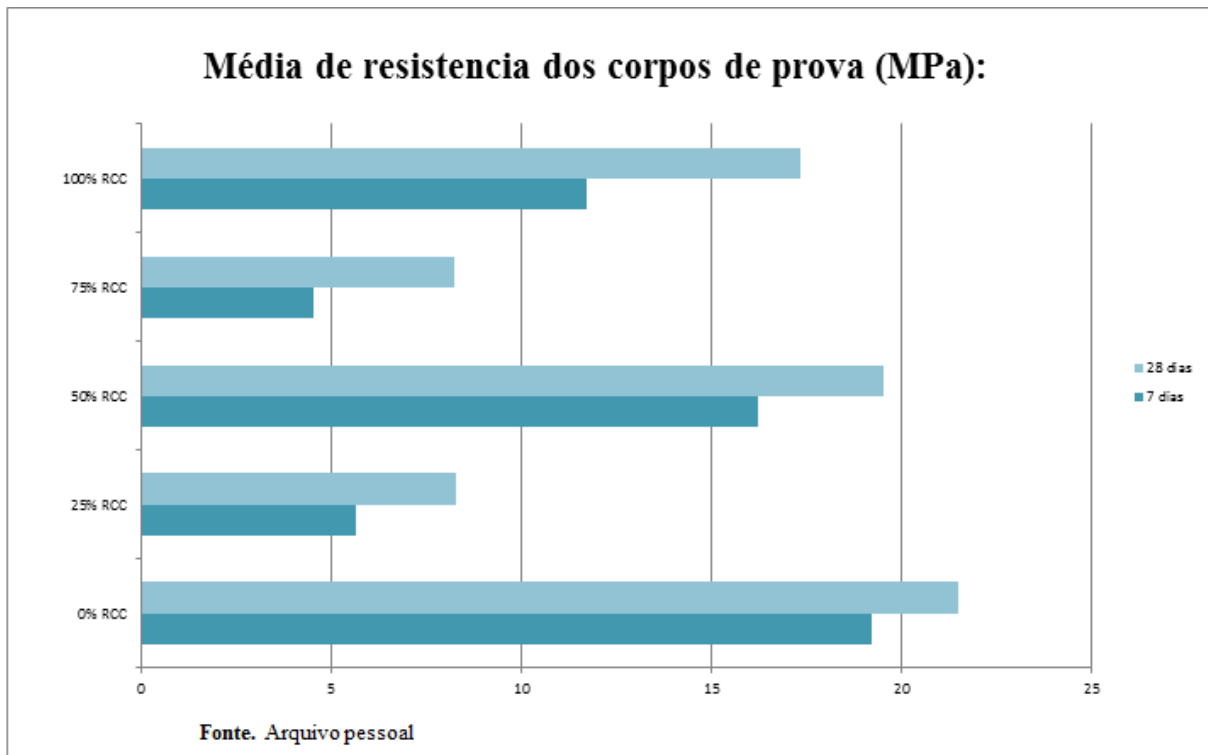
Já o quinto traço, feito com 100% de RCC, obteve uma média de resistência de 11,69 MPa para os corpos de prova testados com sete dias e 17,31 MPa para os corpos de prova testados com vinte e oito dias, uma média bastante alta para um traço feito com a completa substituição de areia por RCC.

A seguir, seguem os gráficos relacionando resistência à porcentagem de RCC de cada traço para cada ensaio, sete dias e vinte e oito dias:





A seguir segue uma tabela que relaciona a melhora na média das resistências de acordo com o tempo de cura de sete dias e vinte e oito dias:



A seguir segue uma tabela com todas as medidas de comprimento, diâmetro, peso e resistência mecânica de cada corpo de prova analisado em cada traço.

Traços:	Diâmetro (mm):	Comprimento (mm):	Peso (g):	Ensaio – Compressão:
Sete dias (MPa):				
1° CP – T1	101	201	3450,30	20,50
2° CP – T1	100	201	3379	19,24
3° CP – T1	99,40	199	3453,80	18,10
1° CP – T2	100	203	3333,80	4,53
2° CP – T2	99,25	204	3367	4,53
3° CP – T2	101,10	204	3366,50	7,92
1° CP – T3	99,20	203	3393,20	14,71
2° CP – T3	100,50	204	3460,60	18,10
3° CP – T3	100,30	202	3365,20	15,84
1° CP – T4	100,90	203	3182,10	4,07

2º CP – T4	100,25	200	3087,30	4,53
3º CP – T4	100,20	203	3091,20	4,98
1º CP – T5	100,50	204	3390	11,32
2º CP – T5	99,32	203,80	3378,60	12,45
3º CP – T5	99,02	203,40	3386,20	11,32
Vinte e oito dias (MPa):				
4º CP – T1	101,50	201	3431,70	22,63
5º CP – T1	100,20	203	3451,60	19,24
6º CP – T1	100	200	3404,10	20,34
7º CP – T1	100	200	3419	23,76
4º CP – T2	99,60	204	3272,50	7,92
5º CP – T2	101	204	3352,80	10,18
6º CP – T2	99,85	203	3439	6,79
7º CP – T2	99,80	204	3351,60	8,15
4º CP – T3	99,08	202	3366,10	18,11
5º CP – T3	100,20	204	3437,40	20,34
6º CP – T3	99,80	201	3333,30	21,50
7º CP – T3	100,15	202	3423,60	18,10
4º CP – T4	99,99	204	3100,10	7,02
5º CP – T4	99,99	202	3106,20	7,47
6º CP – T4	99,55	204	3110,30	9,05
7º CP – T4	99,4	202,5	3079,1	9,28
4º CP – T5	100,04	204	3314,10	18,56
5º CP – T5	99,68	203,90	3396,60	18,33
6º CP – T5	99,78	204	3362,30	13,58

7º CP – T5	99,30	203,60	3377	18,78
------------	-------	--------	------	-------

Fonte: Resultados dos ensaios realizados na IES – Fac. Redentor.

Em resumo, os corpos de prova de com 50% e 100% de RCC, obtiveram os melhores resultados de resistência à compressão nos ensaios com sete dias e vinte e oito dias, após suas respectivas moldagens. Nenhum resultado de compressão após o tempo de cura de vinte e oito dias ficou abaixo do limite estrutural mínimo necessário a resistência mecânica é de 6 MPa. Tal resultado é satisfatório, pois deixa claro que, podemos sim reciclar esses materiais, ajudando assim o meio ambiente.

## CONCLUSÃO

De acordo com a situação atual do país, vem sendo produzidas toneladas e mais toneladas de resíduos da construção civil, e esses números estão diretamente ligados ao assunto meio ambiente, uma vez que todo esse “lixo”, certamente, será depositado em algum lugar, ou em mais um lugar que não deveria ser utilizado para esse fim, causando destruição do ambiente.

Esse problema de deposição desses resíduos é ainda agravado se somado a algum outro fenômeno natural, podendo assim, trazer consequências irreparáveis a sociedade e ao meio ambiente.

De maneira geral, existe a dificuldade em estabelecer estimativas de geração, tratamento e disposição final desses resíduos em nível nacional. Em prol desse assunto, constata-se nos estudos realizados, que pode-se sim reduzir, reciclar e reutilizar RCC, na produção de concreto.

## REFERÊNCIAS

Jr, Willian D. Callister – Ciência e Engenharia de Materiais. 5ªED. LTC, 1999. 623p.;

Recicla Noroeste (acessar: <http://reciclanordeste.com.br/pt/o-mercado-de-rcc-brasil/>);

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 307**, 05 de Julho de 2002. Estabelecem diretrizes, critérios, procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, 2002;

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 348**, de 16 de Agosto de 2004. Altera a resolução CONAMA nº 307, de 05 de Julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília, 2004;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), **NBR 5738** - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticas de concreto;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), **NBR 5739** – Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos;

Dra. Jaqueline Aparecida Bória Fernandez, Pesquisadora visitante IPEA, RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - Relatório III, Relatório apresentado ao IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional – PNPd;

Mayko de Souza Menezes, Fernanda Veronesi Marinho Pontes e Júlio Carlos Afonso – Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição – Artigo Técnico publicado ao Departamento de Química Analítica, Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro;

Kátia Regina Alves Nunes e Cláudio Fernando Mahler – Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC);

Tialison Romão Dantas – Diagnóstico da situação dos resíduos de construção civil (RCC) no Município de Angicos (RN) – Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido –UFERSA, Campus Angicos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia;

Carlos Eduardo Ruiz Dalpino – Utilização de Resíduos da Construção Civil para a Produção de Concreto – Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do título de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Anhembimorumbi;