

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – CONCRETO RECICLÁVEL

José Henrique da Silva Teixeira - Estudante de Engenharia Civil, Centro
Universitário do Norte – Uninorte, Manaus

Prof. (a). Maria do P. Socorro Lamego Oliveira, Orientadora do Centro
Universitário do Norte

RESUMO

A preocupação com o meio ambiente e com a escassez dos recursos não renováveis tem levado a estudos de técnicas que amenizem ou solucione a situação dos resíduos gerados na construção civil. Esses resíduos poluem a natureza e além do mais, não são renováveis em suas jazidas. Assim, esta pesquisa tem como objetivo estudar o reaproveitamento desses sólidos descartados na construção e demolição para a fabricação de concreto reciclado. Para isso foi feita uma coleta de resíduo de construção, triturado e levado ao laboratório, onde foi produzido o concreto reciclável. As amostras foram rompidas em 7, 14 e 28 dias de cura e foram comparados com o concreto convencional.

Palavra-chave: resíduos; reaproveitamento; concreto reciclável.

ABSTRACT

Concern about the environment and the scarcity of nonrenewable resources has led to studies of techniques that ease or solve the situation of waste generated in construction. These residues pollute nature and, moreover, are not renewable in their deposits. Thus, this research aims to study the reuse of these discarded solids in construction and demolition for the manufacture of recycled concrete. For this, a collection of construction residue was collected, crushed and taken to the laboratory, where the recyclable concrete was produced. The samples were broken at 7, 14 and 28 days of curing and were compared with conventional concrete.

Keyword: waste; reuse; recyclable concrete.

INTRODUÇÃO

O ramo da Construção procura por novas tecnologias e novos métodos que possam reduzir os danos ao meio ambiente, pois sabe-se que toda e qualquer obra geram-se uma grande quantidade de resíduos. Nas construções, desde que o ser humano abandonou as cavernas e começou a pensar em moradias mais confortáveis e seguras para as suas famílias, gera-se um acúmulo excessivo de resíduos de materiais provenientes de restos de obras ou demolições. Devido a esta questão, surgiu a necessidade de se encontrar uma destinação correta e sustentável para estes resíduos.

A reutilização dos materiais e o destino específico para cada um deles colaboram diretamente com as questões ambientais, pois, na maioria dos casos, o resíduo não tem destinação adequada e é depositado em áreas clandestinas, devido à escassez de áreas de deposição legalizadas pelas prefeituras.

Segundo a Softplan, desenvolvedora de software de gestão da construção, os resíduos sólidos da construção civil (RSCC) estão presentes em todo tipo de obra. A Construção Civil não é destaque somente como indústria de grande impacto na economia, também é a responsável por produzir 50% dos resíduos do país.

Esses resíduos, segundo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, é tudo que é descartado provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Assim, a indústria da construção civil é conhecida por acarretar altos impactos ambientais, em virtude de ser uma das atividades que mais geram resíduos. Buscando alternativas para minimizar os impactos decorrentes da atividade, surgiram termos como: ecologicamente correto. Este está relacionado à busca de tornar o setor da construção civil mais bem visto pela população, além de facilitar a negociação de empresas do ramo com órgãos ambientais, com a iniciativa privada e com potenciais parceiros. A definição do termo "ecologicamente correto", no entanto, nada mais é que a não utilização desmedida dos recursos naturais, mas a busca pelo equilíbrio entre a sociedade e o meio ambiente.

O presente trabalho tem o intuito de mostrar os benefícios do uso do material reciclado, utilizando pó e pedregulhos reutilizados das obras.

1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o reaproveitamento de materiais desperdiçados nas obras como pedregulhos e o pó do mesmo com o objetivo de incentivar as construtoras e empreiteiras a reutilizar os materiais desperdiçados nas obras.

1.1. Objetivos específico

- Estudar o processo de reciclagem dos materiais descartados em obras;
- Analisar as características dos materiais utilizados;
- Verificar a resistência a compressão;
- Avaliar os resultados obtidos.

2.0 METODOLOGIA

No primeiro momento foi realizada uma pesquisa bibliográfica onde foram utilizados livros, teses, dissertações, revistas, artigos, a Resolução n° 307/2002 do CONAMA onde estão estabelecidas diretrizes, critérios e procedimento para a gestão de resíduos da construção civil, NBR 7211/2009 na qual fala sobre como os granulados devem ser compostos e NBR 5738/2015 que fala sobre os procedimentos para moldagem e cura de corpos de prova. Esta pesquisa foi uma etapa significativa no desenvolvimento deste trabalho, pois elencou os conceitos necessários para o entendimento das questões levantadas.

Posteriormente foi feito a coleta do material a ser usado. O material já foi coletado moído e, em laboratório foram realizados ensaios com os materiais citados acima onde foram feitos corpos de provas para se testar a eficiência do uso de pedregulhos e pó do mesmo como concreto reciclado, segundo a NBR 5738/2015.

Foi analisada as resistências dos corpos de prova (CP) aos 3, 7, 14 e 28 dias de cura.

2.1 Processo de reciclagem de RSCC

2.1.1 coletas do material

Os Resíduos de Construções e Demolições coletados oriundos da atividade que por ventura, foram gerados por alguma reforma ou construção, na cidade de Manaus, podem ser reciclados por equipamentos que fazem a separação da brita dos demais materiais, e por sua vez já está apto ao reuso. O concreto rígido é fracionado em elementos menores com britadores. O mesmo pode ser feito por moedores podendo gerar agregados miúdos, depois separados por tamanho e enviados para serem incorporados em um novo traço de concreto.

O material que é subsidiado pelos canteiros de obras, destinado ao trabalho de reciclagem, não chegam separados, ou seja, aço e concreto juntos, em um estado de difícil modelagem, por sua vez precisa de uma dedicação especial tendo em vista que os britadores não fazem este trabalho, é preciso que a separação seja realizada manualmente com auxílio de marretas (Fig.1).



Fig.1 - Resíduos de construção
Fonte: Autor (2018)

2.1.2 Peneiras

A peneira é usada para fazer a separação de resíduos que não poderão ser reciclados pois conforme a NBR 7211/2005 diz que os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, e não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra a corrosão, a durabilidade ou, quando for requerido, o aspecto visual externo do concreto.

A peneira possui um tamanho de 3m x 2m, com uma inclinação de 45 graus, que é próprio para receber o carregamento direto dos Caminhões Caçamba recém-chegados dos canteiros de obras (Fig.2).



Fig.2- Peneira
Fonte: Autor (2018)

2.1.3 Britador

O material retirado do elemento estrutural, previamente é reduzido para ser inserido no britador de mandíbula de dimensões (80x13) movido a motor elétrico de 25 cv, composto por peneiras para separar o material conforme suas dimensões finais, em agregados graúdos ou agregados miúdos (Fig.3).

O Britador possui um separador interno na qual o mesmo faz a divisão de Granulado miúdo denominado pelo proprietário o “pó”, Granulado Graúdo Classe I e Classe II.

Segundo Lima (1999), os procedimentos e equipamentos utilizados no beneficiamento do resíduo de construção e demolição afetam as principais características do agregado reciclado como: classificação e composição; teor de impurezas; granulometria; forma e resistência.



Fig.3- britador em operação
Fonte: Autor (2018)

2.1.4 O Concreto Reciclado

Segundo a empresa Noventa, após a moagem, é iniciada a etapa de reutilização do concreto reciclado. Para isso, ele é misturado ao agregado de concreto virgem, posteriormente utilizado para trabalhos específicos no canteiro de obras. Podem ser usados como aditivos para novos traços de concreto, sendo eles granulados graúdos ou granulados miúdos.

Segundo Lima (2000), o agregado reciclado para a produção de concreto deve ser pré-umidificado antes de ser colocado em contato com o cimento por no mínimo 2 minutos. O controle deve ser feito através do consumo de cimento.

3.0 COLETA DE DADOS

3.1 Materiais Utilizados

3.1.2 Agregados

Os agregados miúdos e agregados graúdos de RSCC foram concedidos pela beneficiadora Araújo Lima Cia Ltda, que se encontra localizada na Av. Colantino Aleixo, Distrito Industrial II. A empresa além de possuir um bota-fora próprio é responsável por algumas demolições no município de Manaus, a mesma tem uma média de 4 a 6 demolições mensais, tendo um volume médio de 160 m³ de Resíduos de demolições. (Fig.4).

O agregado para o concreto convencional brita 1 e areia lavada foram fornecidos pelo próprio laboratório.



Fig.4- amostra de agregados graúdos e miúdos reciclados sem peneirar
Fonte: Autor (2018)

3.1.3 cimento Portland CP II- 32

Nos dois traços foram o usado o mesmo tipo de cimento. O cimento foi comprado em casa de construção específica e levado ao laboratório de engenharia civil da faculdade Uninorte. (Fig.5)



Fig.5- cimento Portland CP II-32
Fonte: Autor (2018)

3.1.3 Peneira de análise granulométrica

A peneira foi utilizada para separar os resíduos que são dispensáveis para a análise realizadas em laboratório e também deliberando limites para a que o material reciclado de granulados graúdos obtenham um tamanho específico, conforme a dimensão desta que é de 12.50 mm de espessura (Fig.6) e (Fig.7).



Fig.6- agregados graúdos reciclados e peneirado
Fonte: Autor (2018)



Fig.7- agregado miúdo reciclado e peneirado
Fonte: Autor (2018)

3.1.4 Misturador Mecânico

Utilizou-se este equipamento para homogeneizar a mistura do traço para corpos de prova de 50x100mm e para que o mesmo obtivesse uma textura adequada conforme NBR 12655/96(Fig.8)



Fig.8- agregados graúdos reciclados
Fonte: Autor (2018)

3.2 Dosagem do concreto para moldagem dos corpos de Provas

3.2.1 Característica dos agregados

Após passado pela peneira, foram medida sua massa específicas afim de definir o traço a ser usado. (Quadro 1)

Peso específico dos materias kg/m ³		
	Agreg. graúdo	Agreg. Miúdo
Reciclado	1450	1380
Convencional	1400	1300

Quadro 1- peso específico dos agregados

3.2.2 Definições dos traços unitários.

Na definição dos traços unitários, foram estabelecidos os seguintes parâmetros para a execução dos mesmos, são eles:

- **Relação Água/Cimento (A/c):**

0,6

- **Abatimento (Slump teste): 12 ± 2 cm.**

De acordo com o a relação Água/cimento e abatimento (Slump teste) estipulados, foram encontrados os seguintes traços unitários do concreto.

- **Traço:** 1: 0,5; 0,75;

As quantidades usadas para os corpos de prova estão dispostas nos quadros 2 e 3.

Dosagem - Concreto convencional	
Matérias	Kg
Cimento	2,0
Areia	1,0
Brita 1	1,5
água	0,6

Quadro 2- dosagem do concreto convencional

Dosagem - Concreto com Pedregulhos	
Matérias	Kg
Cimento	2,0
Pó reciclado	1,0
Pedregulhos reciclado	1,5
Água	0,6

Quadro 3- dosagem do concreto reciclado

5.3.3 Procedimentos de moldagem e cura dos corpos de prova.

Nesse ensaio experimental foram moldados 6 corpos-de-prova de 100 x 200 (mm), sendo 3 unidades de concreto reciclado e 3 unidades de corpo-de-

prova para o concreto convencional com agregado graúdo seixo e agregado miúdo areia. Ambos foram rompidos ao 7, 14 e 28 dias.

A (Tabela 1) demonstra quantos golpes para adensamento manual devemos executar no corpo de prova cilíndrico, com dimensão básica de 100mm. Procedimento esse executado nesse experimento.

Tipo de corpo-de-prova	Dimensão básica (d) mm	Número de camadas em função do tipo de adensamento		Número de golpes para adensamento manual
		Mecânico	Manual	
Cilíndrico	100	1	2	12
	150	2	3	25
	200	2	4	50
	250	3	5	75
	300	3	6	100
	450	5	9	225
Prismático	100	1	1	75
	150	1	2	75
	250	2	3	200
	450	3	--	--

Tabela 1 – Numero de camadas para moldagem dos corpos-de-prova.

Fonte: NBM 5738 - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova

Após o procedimento de moldagem ser executada, cada CP, deve ser identificado com o código e data de rompimento, as idades escolhidas para rompimento são de 3, 7 e 28 dias.

“Após a moldagem, colocar os moldes sobre uma superfície horizontal rígida, livre de vibrações e de qualquer outra causa que possa perturbar o concreto. Durante as primeiras 24 horas (no caso de corpos de prova cilíndricos) e 48 (no caso de corpos de prova prismáticos), todos os corpos de prova devem ser armazenados em local protegido de intempéries, sendo devidamente cobertos com material não reativo, e não absorvente, com a finalidade de evitar perda de água do concreto.” (ABNT - NBR 5738/15).

Depois que os CP's são identificados, sua imersão em um tanque com água limpa deve ser imediata logo depois de sua retirada de seu recipiente de moldagem, e com temperatura ambiente em torno de 24°, devem ser imersos e aguardar sua retirada para o rompimento.

Todos os procedimentos realizados de acordo com a norma, e seguidos fielmente, para não comprometer a resistência dos concretos moldados, no experimento.

Nesta etapa foram realizados os testes em corpos de Provas utilizando os materiais de estudo mostrado nesta pesquisa para se obter resultados.

Os corpos de provas que foram elaborados têm por sua vez as medidas de 50x100mm e 100x200mm.

Os corpos de provas ficaram em repouso em um recipiente de 50 litros, durante 7, 14 e 28 dias. (Fig. 9)

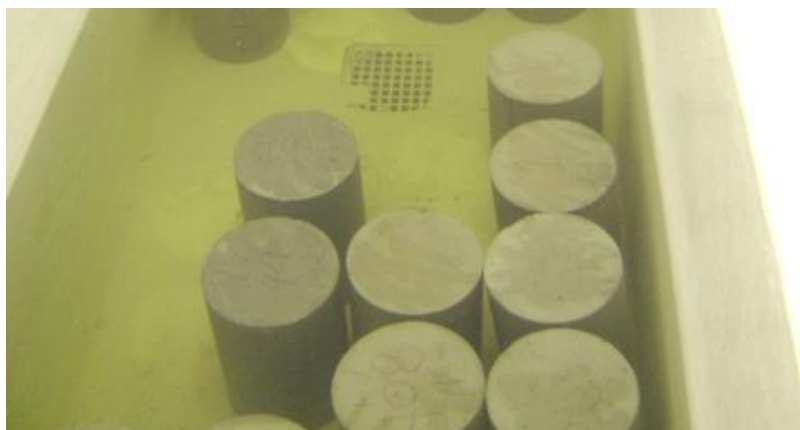


Fig.9 – cura úmida dos corpos de prova
Fonte: Autor (2018)

4.0 RESULTADOS

Os gráficos dos resultados apresentados a seguir, demonstram os resultados dos rompimentos por meio do uso de prensa hidráulica com capacidade de 100Tf.

O rompimento foi feito aos 7, 14 e 28 dias.

4.1 Resultados dos ensaios de compressão axial realizados com os traços com uso de agregado reciclados.

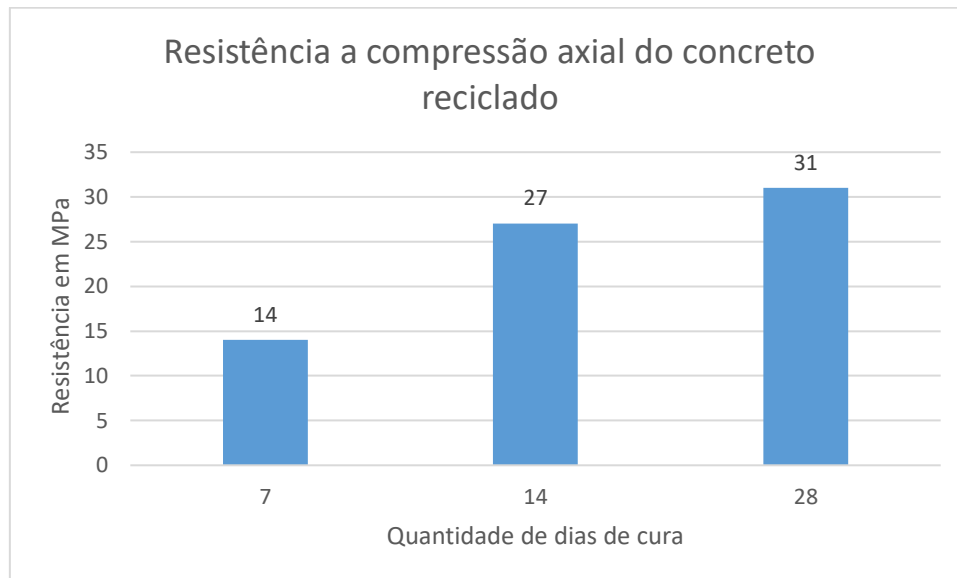


Gráfico 1- Resistência do concreto reciclado
Fonte: Autor (2018)

4.2 Resultados dos ensaios de compressão axial realizados com os traços com uso de agregado convencional.

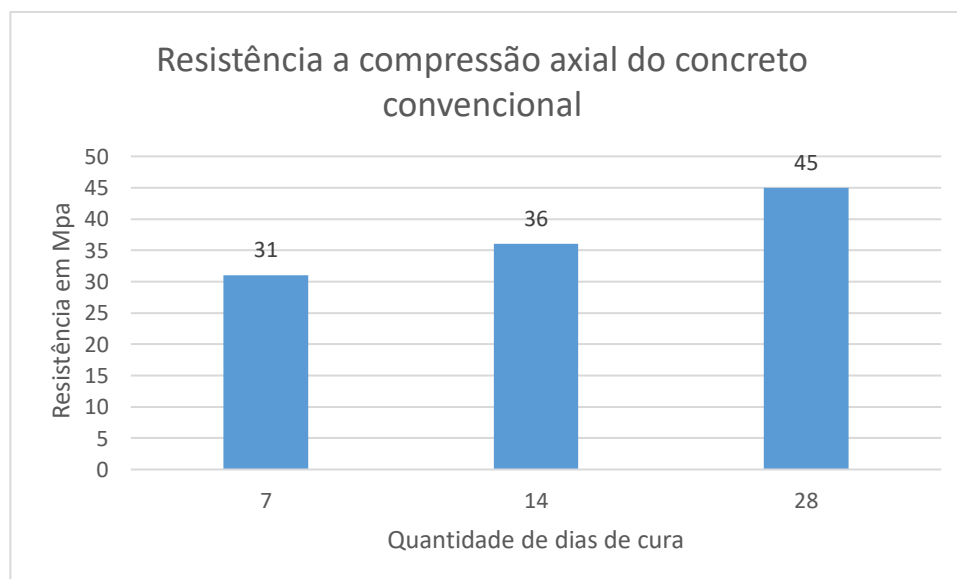


Gráfico 2 - Resistência do concreto convencional
Fonte: Autor (2018)

4.3 Resultados comparativo de compressão axial realizados com os traços com uso de agregado convencional e o reciclável.

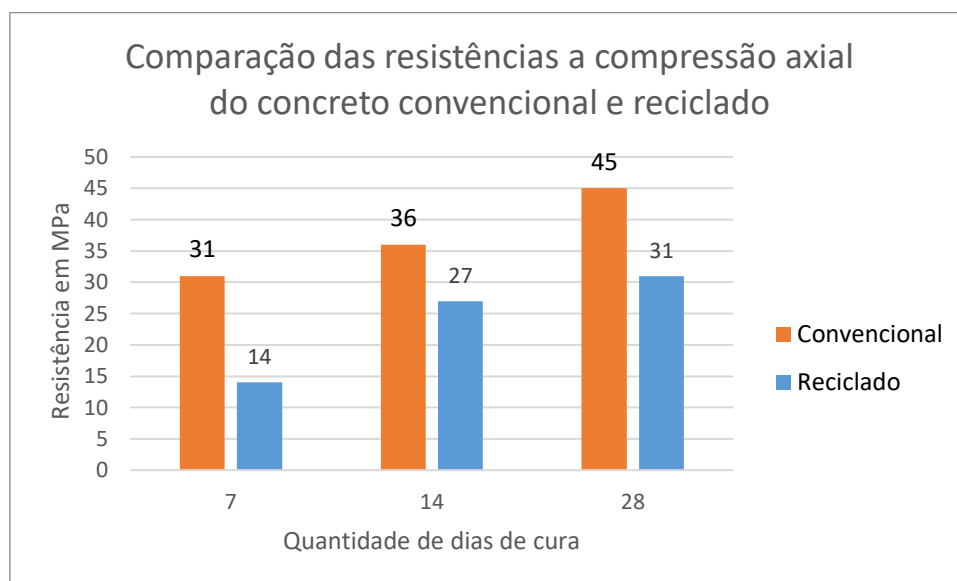


Gráfico 3- Comparação da resistência do concreto reciclado e o convencional
Fonte: Autor (2018)

5.0 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos através do rompimento axial por meio de uma prensa hidráulica com capacidade de compressão de 100 Tf, verificou-se o comportamento e o desempenho do concreto reciclado e do convencional, de acordo com suas respectivas idades de rompimento.

O concreto reciclado apresentou uma baixa resistência no início. Apenas 14 Mpa aos 7 dias de cura, mas ganhou resistência aos 14 dias chegando aos 27 Mpa e continuou evoluindo, atingindo os 31 Mpa aos 28 dias.

O concreto convencional usando o mesmo traço e sem aditivo, atingiu 31 Mpa nos 7 primeiros dias, 36 Mpa aos 14 dias e, por fim, 41 Mpa aos 28 dias.

Quando comparado ao convencional, o reciclável tem baixa resistência. No entanto, a resistência deste também cresce gradativamente, atingindo uma resistência razoável para pequenas obras específicas.

Vale lembrar que é necessário seguido estudo sobre o comportamento do concreto reciclado com o passar do tempo.

6.0 CONCLUSÃO

É possível afirmar que é necessário aprofundar ainda mais os estudos sobre o reaproveitamento dos resíduos da construção e demolições para a produção de novos concretos, pois a reciclagem dos resíduos sólidos da construção é uma prática necessária para a diminuição do impacto ambiental causado por ela. Tanto o destino desses resíduos como também a extração desacerbada desses materiais nas jazidas são um problema agora e uma ameaça ao futuro.

Os resultados obtidos aqui possibilitam entender que, a princípio, sem dúvida, é possível a utilização de concreto reciclado em obras de pequeno porte como residências que não necessite de altos Fck. Também é possível sua utilização em pisos e outros.

Por fim, espera-se que este trabalho contribua para contínuas pesquisas sobre o assunto, que promete um bom custo benefício e qualidade de vida já que é uma prática ecologicamente correta.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5739/07 - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

. ____NBR 7211/09 - Agregado para Concreto.

. ____NBR 7212/12 - Execução de concreto dosado em central.

. ____NBR 12654/92 - Controle tecnológico de materiais componentes do concreto.

. ____NBR 12655/15 - Concreto – Preparo, controle e recebimento.

. ____NBR 5738/15 - Modelagem e Cura de Corpos de Prova Cilíndricos

. ____NBR 6118/14 - Projeto de estruturas de concreto. Procedimento.

BAUER, L. A. FALCÃO. **Materiais de Construção**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, Editora S. A. 2000.

BIBLIOTECADIGITAL. Disponível em:
<https://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/jspui/bitstream/123456789/290/1/TCC_BrunaCristinaMirandolaFernandes.pdf> Acesso em 05/10/2018

CONAMA. **Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil.** RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Publicada no DOU nº136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96 DEVIANTE. Disponível em:< <http://www.deviante.com.br/noticias/ciencia/novo-desafio-para-sustentabilidade-o-concreto-reciclado/>>Acesso em 01/10/2018

EBAH. Disponível em:< <http://www.ebah.com.br/content/ABAAE-zcAB/construcao-civil-introducao-a-engenharia>> acesso em 09/10/2018.

HELENE, Paulo; TERZIAN, Paulo. **Manual de dosagem e controle do concreto.** São Paulo: Pini 1992.

LIMA, J.A.R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção reciclado e de suas aplicações em argamassa e concretos.** São Carlos, 1999. 246p. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

MEHTA, Povindar Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: Pini, 1994.

NOVENTA. Disponível em: <<https://noventa.com.br/blog/concreto-reciclado-conheca-essa-iniciativa-sustentavel/>> acesso em 09/10/2018.

SIENGE. Disponível em:<<https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>> acesso em 09/10/2018.