



# Trabalho de Graduação

ENGENHARIAS 2020

**A SUBSTITUIÇÃO DA BRITA POR RESÍDUO DE DEMOLIÇÃO E CONSTRUÇÃO.**

**REPLACEMENT OF CRUSHED BY DEMOLITION AND CONSTRUCTION  
WASTE.**

BRANDÃO, Aline de Oliveira<sup>1</sup>; GUIZELLI, Lucas Modesto<sup>2</sup>;

Prof. Mestre Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena – Universidade São Francisco

**[alinebrandao.usf@gmail.com](mailto:alinebrandao.usf@gmail.com)**

**[lucasmolestoguzelli@outlook.com](mailto:lucasmolestoguzelli@outlook.com)**

**RESUMO.** O atual trabalho discorre sobre as preocupações e conscientização a respeito das atividades e práticas presentes na indústria da construção civil, assim como o modo com que a matéria prima na natureza é manuseada até o produto final utilizado. Contextualizando o leitor historicamente do surgimento das técnicas construtivas e evolução dos materiais de construção, o presente, tem como principal objetivo fomentar a pesquisa a respeito de táticas a diminuir a decorrente degradação ambiental, em vista de trazer benefícios, ou minimizar os malefícios para a vida do ser humano. A partir desse material, apresentamos uma nova linha de pensamento, na qual, requer o reaproveitamento de materiais e resíduos de construção ou demolição que seriam descartados. A relevância de pesquisas como o presente material vem de encontro ao benefício do meio em que vivemos, uma vez que grande parte dos resíduos sólidos produzidos venham da indústria da construção civil. Estimulando o conhecimento e conscientização a respeito do assunto, tornando as pessoas mais responsáveis pelos resíduos produzidos, a influência será direcionada para o próprio ser humano e seu contínuo desenvolvimento, tendo em vista sua qualidade de vida.

**PALAVRAS CHAVES.** Construção civil, resíduos de construção ou demolição, reaproveitamento.

**ABSTRACT.** The current work discusses the concerns and awareness about the activities and practices present in the construction industry, as well as the way the raw material in nature is handled until the final product used. Contextualizing the reader



# Trabalho de Graduação

## ENGENHARIAS 2020

historically the emergence of construction techniques and the evolution of construction materials, the present, has as its main objective to encourage research on tactics to reduce the resulting environmental degradation in order to bring benefits, or minimize the harm to human life. From this material, we present a new line of thought, in which it is required the reuse of materials and construction or demolition waste that would be discarded. The relevance of research such as this material comes against the benefit of the environment in which we live, since a large part of the solid waste produced comes from the construction industry. Stimulating knowledge and awareness about the subject, making people more responsible for the waste produced, the influence will be directed to the human being himself and his continuous development, considering his quality of life.

**KEY WORDS:** Construction, construction or demolition waste, reuse.

## INTRODUÇÃO

O reaproveitamento de materiais que seriam descartados, tanto na construção quanto na demolição, é de extrema importância na atualidade, tendo em vista o crescimento da escassez de matéria-prima no planeta.

A sustentabilidade na construção civil é um tema que cresce ao passar dos anos e torna-se indispensável. A grande quantidade de resíduos gerados em uma obra, além das nocivas atividades de extração da matéria prima representam, hoje, um desafio na minimização dos impactos provocados pela indústria da construção civil.

Esse trabalho apresenta uma metodologia pensada para fazer com que alguns materiais sejam reutilizados, encontrando novas alternativas para o uso dos recursos: a criação de um traço de concreto diferenciado, com percentuais distintos, composto por resíduos da construção ou demolição, auxiliando na redução de desperdícios dentro da obra. Além de gerar economia, criando novos caminhos e conceitos para o seguimento na construção civil.

De acordo com DONAIRE (1996), a oportunidade de bons negócios e a sobrevivência das empresas está cada vez mais atrelada às atitudes e medidas tomadas para redução da poluição do meio ambiente.



# Trabalho de Graduação

## ENGENHARIAS 2020

Segundo SJÖSTRÖM (2000) a construção civil é considerado um dos maiores agentes de degradação do meio ambiente. A quantidade de recursos naturais e energia consumidos e o volume de resíduos gerados pelo setor são bastante significativos, indo desde a obtenção de matérias primas até sua utilização e demolição.

### RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO E CONSTRUÇÃO

Os resíduos representam todas as sobras inutilizados nas obras, incluindo construções, reformas e demolições, e os resultantes de preparação e da escavação de terrenos, como: argamassa, concreto em geral, metais, tijolos, solos, blocos cerâmicos, forros, telhas, rochas, gesso, vidros, fiação elétrica, pavimento asfáltico, plásticos, etc. São resíduos vindos de atividades fundamentais para o fornecimento das necessidades básicas e para o desenvolvimento econômico, tais como serviços de infraestrutura, demolições, reformas e saneamento.

Os resíduos da construção são classificados em dois tipos: uma da norma NBR 10004:2004, separando os materiais de acordo com sua periculosidade em classes 1, 2, II A e II B. E a resolução de 307/2002 e suas variações que organiza os resíduos da construção civil de acordo com sua composição em classes A, B, C e D.

Pela resolução 307/2002: Classe A: cacos de cerâmicas, tijolos, telhas, concreto, argamassa. Classe B: plástico, madeira, metais, vidros e papelão. Classe C: gesso. Classe D: solventes, tintas, óleos ou provenientes de clínicas de radiologia, instalações industriais, etc.

Pela norma NBR 10004:2004: Classe 1: materiais que sejam perigosos, corrosivos, inflamáveis, reativos e tóxicos. Classe 2: entulhos que não se enquadram na classe 1, porém podem ser combustíveis, biodegradáveis e solúveis em água. Classe II A: materiais não perigosos, com propriedades biodegradável, combustível ou solúvel em água. Classe II B: entulhos que, quando amostrados de forma representativa e submetidos a um contato estático e dinâmico com água deionizada ou destilada, à temperatura ambiente, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se cor, aspecto, dureza, turbidez e sabor.



# Trabalho de Graduação

## ENGENHARIAS 2020

De acordo com a Resolução 307 do CONAMA, a reciclagem é o processo de reaproveitamento do resíduo, após ser submetido à transformação e a reutilização de um resíduo é definida como o processo de reaplicação desse resíduo, sem transformação do mesmo.

Segundo LEVY (1997), os primeiros registros de reutilização de resíduos são da época das cidades do Império Romano, porém o desenvolvimento de tecnologias e a reciclagem desses resíduos tiveram início após a 2ª Guerra Mundial. Isso, devido à grande demanda de volume de escombros resultantes das edificações demolidas.

Para WAMBUCO (2006) a reciclagem de RDC não é uma prática muito utilizada, variando muito de um país para o outro. Na Europa, há países em que a taxa de reciclagem chega a 90% dos resíduos gerados como na Dinamarca, e na Espanha essa taxa não atinge nem 5%. Esse elevado índice de reciclagem na Dinamarca é resultado de vários fatores como a existência de metas estabelecidas pelo governo para a reciclagem e redução dos RDC, obrigatoriedade de projetos de gestão nas obras, projetos de gestão municipal dos resíduos, imposição das condições relativas à separação e tratamento durante o licenciamento, aplicação de elevadas taxas sobre os resíduos gerados.

No Brasil, existem oito usinas de reciclagem, sendo 5 no estado de São Paulo, 2 no estado de Minas Gerais e 1 no Paraná.

Os métodos de reutilização e reciclagem dos RDC podem ser: segregação, reciclagem, reuso e armazenamento na própria obra: sendo um método muito vantajoso, pois o processamento desses resíduos na própria obra evita a contaminação e mistura, além de diminuir os custos com transporte, portanto, esse método depende de algumas condições para que possa ser aplicado, como instalação de equipamentos, espaço para armazenamento e volume gerado.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho foi elaborado a partir da análise crítica dos resultados de cinco monografias distintas, porém com o mesmo intuito, de reutilizar materiais que estão presentes



# Trabalho de Graduação

## ENGENHARIAS 2020

em larga escala dentro da construção civil e seriam descartados, como supracitado, os resíduos da construção civil. Essas monografias serão apresentadas e comparadas através do traço utilizado, resistência a compressão, índices de permeabilidade, economia e uso/aplicação. Finalmente, posterior às análises e comparações, será desenvolvido um traço a ser utilizado, baseando-se nas melhores características dos materiais analisados, tendo como resultado um traço sem precedentes que será utilizado na área da pavimentação especificamente. As monografias serão apresentadas e descritas como trabalho de 1 a 5, tendo como base bibliográfica os seguintes trabalhos acadêmicos: CALDEIRA, Antônio Carlos Vilella; SERRADILHA, Vitor Henrique; CRUZ, Alex Henrique Gomes da; ALVES, Lucas Gomes; YOKOMIZO, Luiz Gustavo Pereira; RODRIGUES, Pedro Sergio Hortolani: ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE CONCRETO PERMEÁVEL COM FUNÇÃO ESTRUTURAL E ANÁLISE DE VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO. TOMAZ, Kaique Bromecheng Crugel; MORAES, Rafael Vinícius Cruz Fanti de: REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA CONFECÇÃO DE CONCRETO. PANDOLFI, Marina Pereira: ESTUDO DO USO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO. ZANGESKI, Dahiane dos Santos Oliveira: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO COM AGREGADO CONVENCIONAL CALCÁRIO E COM AGREGADOS RECICLÁVEIS. COSTA, Glacieli da Cruz: AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO PRODUZIDO COM AGREGADOS RECICLADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

As comparações serão feitas de acordo com cada traço utilizado. Para cada monografia foi utilizado uma porcentagem diferente de cada tipo de material, obtendo o resultado de 5 diferentes corpos de prova testados, através disso podemos perceber a importância de cada material utilizado no processo, e sua importância para cada característica apresentada. Todos os corpos de prova foram moldados em cilindros de 10cm x 20cm, seguindo as normas da NBR 5738/2015. Os traços para cada corpo de prova foi adotado em quilograma (Kg).



# Trabalho de Graduação

## ENGENHARIAS 2020

Tabela 1 - Traços de cinco monografias

Fonte: própria, 2020.

	ÁGUA	CIMENTO	AREIA	PEDRISCO	BRITA REICLADA	ADITIVO
TRABALHO 1 (T1)	0,37	1,00	-	-	3,00	-
TRABALHO 2 (T2)	2,1	4,00	4,05	3,9	3,85	-
TRABALHO 3 (T3)	1,37	3,93	4,55	7,81	1,37	-
TRABALHO 4 (T4)	0,58	1,00	2,26	-	2,52	-
TRABALHO 5 (T5)	0,49	1,00	1,51	-	1,39	-

Para cada material adotado, faremos um levantamento de custos, para analisar sua viabilidade econômica para cada corpo de prova:

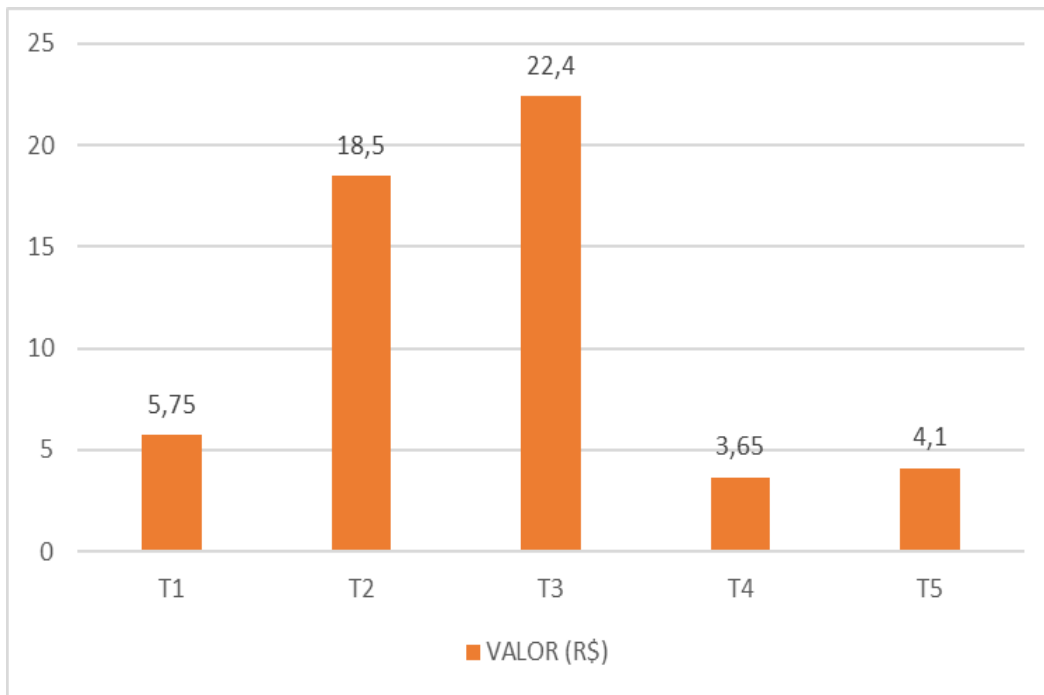
- Água = 0,05 Litro
- Cimento = R\$ 0,53 Kg
- Pedrisco = R\$ 0,20 Kg
- Areia = R\$ 0,17 Kg
- Brita reciclada = sem custo (resíduos de construção ou demolição).



# Trabalho de Graduação

## ENGENHARIAS 2020

Tabela 2 - Custo para a produção de corpos de prova



Fonte: própria, 2020

Como os traços não utilizam nenhum tipo de aditivo em sua mistura, e utilizam brita reciclada que é o que seria descartado na obra, ou seja, não gerando custos adicionais em questão, o valor dos traços é relativamente baixo, mas o traço com maior viabilidade econômica é o trabalho 4, por ser um dos que possuem uma quantidade reduzida de materiais. Por outro lado, o trabalho 3 nos apresenta um custo mais elevado em relação aos outros por utilizar mais areia e pedrisco em seu traço, tendo em vista a análise de custo benefício podemos descartá-lo, uma vez que temos diversos outros tipos de traços mais econômicos.

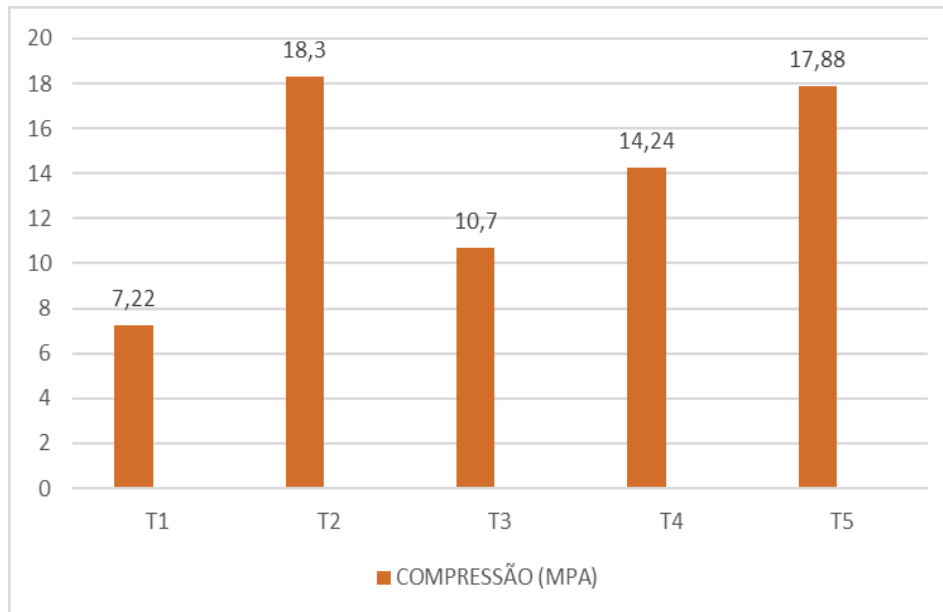
Posteriormente, a análise de custos supracitada, podemos identificar e analisar a característica de resistência a compressão dos trabalhos aqui presentes.



# Trabalho de Graduação

## ENGENHARIAS 2020

Tabela 3 - Resistência à compressão.



Fonte: própria, 2020.

Tendo como base a NBR 9781 (ABNT 987) para pavimentação, descartamos três trabalhos apresentados, pois apresentaram valores inferiores ao exigido – 15MPa, sendo eles: o trabalho 1 - ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE CONCRETO PERMEÁVEL COM FUNÇÃO ESTRUTURAL E ANÁLISE DE VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO – apresentando no teste de rompimento de corpo de prova 7,22 MPa, trabalho 3 - ESTUDO DO USO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO – com valor de 10,7 MPa e trabalho 4 - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO COM AGREGADO CONVENCIONAL CALCÁRIO E COM AGREGADOS RECICLÁVEIS – apresentando um de valor de 14,24 MPa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após toda pesquisa realizada e comparação de resultados, por meio de gráficos e valores neles descritos, podemos observar as informações relevantes e, assim, identificar o melhor traço que se utiliza de resíduos de construção e demolição. Dentre os trabalhos válidos para identificarmos, dentro das análises de resistência à compressão e custo benefício, respeitando a NBR de pavimentação, que exige o mínimo de 15 MPa no teste de rompimento



# Trabalho de Graduação

## ENGENHARIAS 2020

de corpos de provas, temos: trabalho 2 – REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA CONFECÇÃO DE CONCRETO – utilizou-se água, cimento, pedrisco e brita reciclada, tendo custo baixo e resultado de resistência a compressão de 18,3 MPA e trabalho 5 – AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO PRODUZIDO COM AGREGADOS RECICLADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – que em sua composição de traço foi usado água, cimento, areia e brita reciclada, tendo custo bem menor e resistência à compressão de 17,88 MPA.

Analisando o restante dos trabalhos apresentados, temos: trabalho 1, trabalho 3 e trabalho 4, apresentaram custos inferiores aos trabalhos supracitados, porém, não atingiram o mínimo exigido pela NBR 9781 (ABNT, 1987), sendo assim, foram devidamente descartados.

### CONCLUSÃO

O intuito desse estudo foi analisar diversos trabalhos já existentes, na busca de um entendimento melhor sobre o reuso de materiais dentro da construção civil, tendo isso como base, apresentamos cinco trabalhos distintos, que utilizaram também traços e materiais diferentes para composição de seu concreto, porém, o ponto comum de todos esses trabalhos era a brita reciclada.

Podemos concluir com a pesquisa a importância de termos novas maneiras de construir, novas maneiras de descartar e de reutilizar nossos materiais, identificamos com nossas análises que é possível atingir resistência para o uso focado dentro de algumas áreas específicas da construção civil.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRAILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR16416. Pavimentos Permeáveis de Concreto- Requisitos e Procedimentos.** Rio de Janeiro 2015.

DONAIRE, D. **A internalização da gestão ambiental na empresa.** Revista de Administração, v. 31, n. 01, p. 44-51, 1996.



# Trabalho de Graduação

ENGENHARIAS 2020

LEVY, S. M. **Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos.** São Paulo, 1997. 145f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SJÖSTRÖM, C. **Durability of building materials and componentes.** In: CIB SYMPOSIUM IN CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE, 2000, São Paulo, Brazil. São Paulo: CIB, 2000. 9p.

MEHTA, P. Kumar. MONTEIRO, Paulo J. Melaragno. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais.** 1º Edição. São Paulo: Editora Pini, 1994.

WAMBUCO, Projecto. **Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios – V1 e V3, União Europeia.** 2006. Disponível em: < <http://www.ceifa-ambiente.net/portugues/projectos/concluidos/wambuco/>>.