

SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO NATURAL MIÚDO POR AGREGADO RECICLADO NO CONCRETO

Replacement of natural fine aggregate by recycled aggregate in concrete

MILENA VICENTE BIELA¹, milenavicentebiel@outlook.com

CARLOS EDURADO DE OLIVEIRA², carlos.oliveira@faculdefacec.edu.br

1. Acadêmico do curso de graduação do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Administração e Ciências Econômicas - FACEC
Rod PR-082 KM 468 - Lote 45/46 - Gleba, R. Ribeira, Cianorte - PR, 87200-000.

2. Professor Orientador

Recebido em 12/12/2022. Publicado em 30/01/2023.

RESUMO

A construção civil é um dos setores de maior geração de resíduos de construção e demolição no mundo, o que implica na necessidade de realizar um bom gerenciamento do RCD, de modo a garantir a sua redução. Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da substituição dos agregados miúdos naturais pelos agregados miúdos reciclados de construção civil no concreto, do ponto de vista de resistência a compressão, a partir da análise de corpos de provas produzidos em laboratório. Verificou-se que a substituição é viável em intervalos entre 10 a 20%, contribuindo para a preservação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: construção civil; resíduo de construção e demolição; teor de agregados.

ABSTRACT

Civil construction is one of the sectors with the highest generation of construction waste in the world, which implies the need to carry out a good CDW management, in order to guarantee its reduction. This work aimed to provide a feasibility overview of replacing non-recycled fine aggregates, from the perspective of resistance, based on the analysis of specimens produced in the laboratory. In this context, the replacement is practicable at intervals between 10 and 20%, aiming at environmental preservation.

KEYWORDS: civil construction; construction and demolition waste; recycled aggregate content.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento socioeconômico, sendo a responsável por, em média, 5,34% do PIB nacional (NUNES *et al.*, 2020). Apesar disso, seu impacto no meio ambiente é significativo, em decorrência do consumo de recursos naturais, da mudança na paisagem ou da geração de resíduos (FLACH; KERN, 2009).

Somente no ano de 2020 foram coletadas pelos municípios cerca de 47 milhões de toneladas de Resíduo da Construção e Demolição (RCD), o que representa um crescimento de 5,5% em relação ao ano anterior

(ABRELPE, 2021), correspondendo a 61% de todo o resíduo urbano gerado no país (PINTO; GONZÁLES, 2005). Tal montante torna necessário o gerenciamento do RCD, de modo a garantir que sua redução, reuso e reciclagem sejam crescentes, rumo à sustentabilidade (FERREIRA; MOREIRA, 2013).

Além disso, a indústria de agregados fechou o ano de 2020 com uma produção de 605 milhões de toneladas, um crescimento de 13,1% em relação ao ano de 2019 (ANEPAC, 2021), apesar das incertezas da demanda do mercado devido à pandemia, quarentena, isolamento social, restrições de circulação e adiamento das obras.

Observa-se nesse cenário que é necessário a reutilização de RCD como insumo para a fabricação de materiais de construção. Pesquisas recentes mostram que a resistência à compressão do concreto produzido com agregados reciclados é maior do que aqueles confeccionados por agregados convencionais (CAVALCANTI *et al.*, 2021), além de trazer as benesses ambientais mencionados anteriormente.

Com base na análise do aumento da produção de RCD no Brasil, este trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade da produção de concreto com agregados de RCD, a análise será por meio de ensaios laboratoriais, afim de identificar um intervalo percentual aceitável de substituição do agregado miúdo reciclado, e correlacionar o parâmetro físico de resistência a compressão em detrimento do concreto produzido com agregado miúdo natural, de modo em que o concreto mantenha características análogas a do concreto convencional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 USO DE RECURSOS NATURAIS

A mineração é uma atividade de natureza econômica, a mesma extrai recursos minerais contidos no subsolo para a fabricação de diversos produtos que contribuem para o bem-estar da humanidade (DNPM, 2011). Logo, a mineração é necessária e importante, uma vez que sem ela não haveria fosfato para a fabricação de fertilizantes, cimento para a construção civil, argilas para as cerâmicas, areia para fabricação de cabos de fibra óptica e metais usados para fabricar quase tudo (PRESS, 2006).

No caso específico da Construção Civil, a areia é o

material utilizado como agregado miúdo do concreto, e, por se tratar de um material advindo da atividade extrativa não renovável (GIRODO, 2005) e, portanto, limitado.

Segundo Almeida e Luz (2009), os agregados (pedra britada e areia) representam as substâncias minerais mais utilizadas na indústria da construção civil e, portanto, são os produtos mais significativos em termos de quantidade consumida no mundo. No Brasil, apenas no ano de 2020, cerca de 18 e 217 milhões de toneladas de areia e brita, respectivamente, foram produzidas (ANM, 2021).

Contudo, como esta atividade extrativa trabalha com recursos naturais não renováveis, inevitavelmente a atividade mineral de uma determinada mina terá um fim. Por este motivo, o estudo de insumos alternativos para a construção civil se faz cada vez mais necessário, contribuindo para a diminuição da extração mineral e consequente diminuição na degradação ambiental.

2.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

De acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), os resíduos da construção civil, são aqueles provenientes de construção, reformas, reparos e demolição de obras, além dos resultantes da preparação e da escavação de terrenos.

Visando a destinação adequada do Resíduo de Construção e Demolição (RCD), de modo a ampliar a capacidade de reaproveitamento do mesmo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a partir da Resolução nº 307/2002, classificou resíduos da construção civil em quatro classes de acordo com a possibilidade de reutilização, reciclagem e periculosidade. Na classe A, trata-se de resíduos reutilizáveis ou recicláveis (agregados), na classe B são os resíduos recicláveis para outras destinações, já na classe C, refere-se aos resíduos que não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações viáveis do ponto de vista econômico para a sua reciclagem e, por fim, a classe D engloba os resíduos perigosos oriundos do processo de construção. Segundo a ABNT NBR 10004:2004, que classifica os resíduos sólidos, são resíduos inertes aqueles que, com base nas suas características, não sofrem transformações em sua composição e relevo e se mantêm inalterados por um longo período de tempo.

É importante destacar que a geração de RCD no Brasil vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Segundo a ABRELPE (2021), quando são comparadas as quantidades coletadas de RCD em 2020 aos dados de 2010, percebe-se um crescimento de 26,6%.

2.3 RCD COMO AGREGADO RECICLADO NO CONCRETO

O setor da construção civil destaca-se pelo consumo elevado de recursos naturais e a significativa geração de resíduos. Esses resíduos são responsáveis por diversos

impactos ambientais quando recebem uma destinação final inadequada, podendo resultar em impactos ambientais negativos, como, obstrução de vias públicas, comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, proliferação de vetores, assoreamento de córregos e rios, além dos custos com limpeza (PINTO, 1999).

Neste sentido, com a potencialização da reciclagem, esses resíduos podem ser utilizados em diversos ramos da Engenharia Civil, como descreve Oliveira (2021): sendo base e sub-base de pavimentos; fabricação de asfalto usinado a quente, de concreto, de argamassas e até mesmo de tijolos e blocos cerâmicos.

No caso particular de utilização do RCD reciclado como agregado do concreto, a ABNT NBR 15116:2004 dispõe sobre os requisitos para utilização de agregados reciclados de RCD em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural, além de definir agregado reciclado como um material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção ou demolição de obras civis e que apresenta características técnicas para a aplicação em obras de edificação e infraestrutura (ABNT, 2004).

Desta forma, o setor da construção pode absorver uma grande parte dos resíduos gerados em seu próprio ciclo de atividade, substituindo parte do agregado natural por agregado reciclado e reduzindo o extrativismo (GARCIA; GONZÁLEZ *et al.*, 2015). Segundo Aliabdo, Abd-Elmoaty e Hassan (2014), o RCD como agregado graúdo e miúdo para adição em concretos pode alcançar resultados satisfatórios, comparado ao concreto convencional.

2.4 FUNÇÃO DO AGREGADO MIÚDO NO CONCRETO

De acordo com Petrucci (1998), entende-se por agregado miúdo normal a areia ou o pedrisco resultante de britamento de rochas estáveis, com tamanhos de partículas tais que no máximo 15% ficam retidos na peneira 4,8mm.

Padmini *et al.* (2009) em sua pesquisa observaram que o tamanho do agregado influencia diretamente na trabalhabilidade do concreto. Pois quanto maior a dimensão máxima do agregado menor a absorção de água e melhor a trabalhabilidade.

O agregado miúdo, assim como os demais materiais utilizados para a produção do concreto, tem a função de atender simultaneamente as propriedades mecânicas, físicas e de durabilidade do concreto, além das características de trabalhabilidade necessárias para o transporte, lançamento, condições estas que variam caso a caso (Metha e Monteiro, 1994 apud SCUMACHER, 2007, p. 38).

2.5 TRABALHOS REALIZADOS COM CONCRETOS UTILIZANDO AGREGADO RECICLADO MIÚDO

Por meio de uma revisão bibliográfica, a figura 1 traz uma análise comparativa de diferentes autores sobre a resistência a compressão obtida no concreto produzido com a inclusão de agregado miúdo reciclado em sua composição, a análise mostra que os autores em seus estudos realizaram as substituições entre 25% a 100% da areia pelo reciclado, e puderam identificar quais os teores de substituição adequado, mediano e inadequado para produção do concreto.

Figura 1 – Análise Comparativa de teor de agregado miúdo.

Autores e Ano da Publicação	Teor 20% a 25%	Teor 30%	Teor 40%	Teor 50%	Teor 100%
Fabro, Gava, Grigoli e Meneghetti (2011)	-	Adequado	-	-	-
Ângulo e Figueiredo (2011)	Adequado	-	-	Inadequado	Inadequado
Paiva (2013)	Adequado	Adequado	Mediano	Mediano	Inadequado
Santos, Fontes e Lima (2014)	Adequado	-	-	-	-
Rodrigues e Fucale (2014)	-	-	-	Adequado	-
Duarte e Godinho (2015)	-	-	-	Mediano	Inadequado
Sganderla (2015)	Adequado	-	nadequadt	-	-
Fernandes e Venquiaruto (2018)	Adequado	-	nadequadt	-	Inadequado
Luz (2018)	Adequado	Adequado	-	-	-
Nascimento, Silva, Santos, Teixeira e Monteiro (2019)	-	-	-	Adequado	Inadequado
Reis, Silva e Lima (2021)	Adequado	-	-	Mediano	Inadequado
Diógenes (2021)	Adequado	-	nadequadt	-	-

Fonte: Autora

As propriedades do concreto original naturalmente influenciam no concreto reciclado resultante, apesar dos resíduos utilizados pelos autores serem diferentes, mesmo que possam ser classificados da mesma forma, fica visualmente claro pela análise, que os concretos

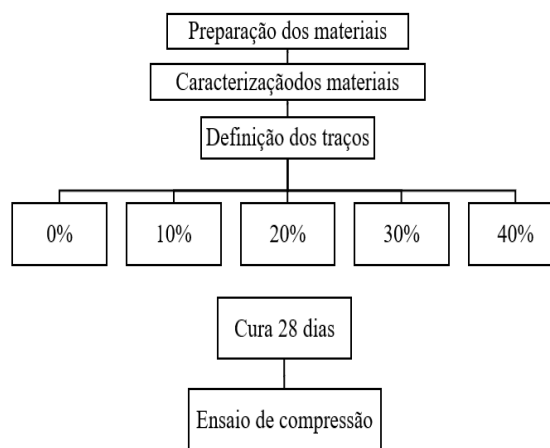
com menos teores de substituição são os mais adequados.

De acordo com Diógenes (2021) e com base na figura 1, os concretos com traços contendo entre 20% a 30% de agregado miúdo reciclado tendem a apresentar valores próximos de resistência à compressão, comparados ao concreto convencional, indicando que uma pequena substituição da areia é possível.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada para alcançar o objetivo desse trabalho de caráter qualitativo, consiste na confecção de 20 corpos de prova de molde cilíndrico, de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, o procedimento para moldagem e cura de corpos de prova foram normatizado pela ABNT NBR 5738:2015, por conveniência optou-se por 4 corpos de prova para cada traço, sendo 4 para o concreto convencional (areia, brita e cimento), e os outros 16 corpos de prova com concreto confeccionado com a substituição de parte da areia por agregado miúdo reciclado em porcentagens de 10%, 20%, 30% e 40%, por meio da utilização do Laboratório de Engenharia Civil da Faculdade FACEC, tendo em vista a necessidade de fabricação, amostragem e ensaio de corpos de prova. Um Fluxograma do programa experimental é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do estudo



Fonte: Autora

3.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados neste estudo, como o cimento Portland CP-IV 32, agregado miúdo natural, água e brita, foram disponibilizados pelo Laboratório de Materiais de Construção Civil da FACEC. Já os agregados miúdos reciclados objetos desta pesquisa foram obtidos em uma obra residencial na cidade de Terra Boa/PR. Os resíduos utilizados foram coletados na

forma de resíduo misto de construção civil, sendo, restos de concreto e tijolo, o material foi armazenado no laboratório de materiais, na condição seca ao ar.

3.3 TRAÇO DE REFERÊNCIA

O traço do concreto escolhido foi desenvolvido por Assunção (2002), compatível para o presente estudo. Para esta pesquisa, optou-se pelo traço apresentado na Tabela 3.

Tabela 2 – Traço de Referência utilizado na moldagem de concreto

Cimento (kg/m ³)	Areia (kg/m ³)	Brita (kg/m ³)	Fator a/c (kg/m ³)
1,00	2,656	3,645	0,571

Fonte: Pela Autora

3.4 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Após definir o traço de referência, definiu-se os teores de substituição de Am (agregado miúdo), determinados em 0%, 10%, 20%, 30% e 40%, a tabela 4 traz as variações do traço de referência, com substituição da areia por agregado miúdo.

Tabela 3 – Variações do Traço de Referência

Traço (%)	Cimento	Areia	Brita	Fator a/c	Am
0	1,00	2,328	3,072	0,571	-
10	1,00	2,095	3,072	0,571	0,233
20	1,00	1,862	3,072	0,571	0,466
30	1,00	1,630	3,072	0,571	0,698
40	1,00	1,397	3,072	0,571	0,931

Fonte: Pela Autora

A tabela 6 apresenta a quantidade, em massa, de cada material para a confecção dos 20 corpos de prova, dos 5 traços, sendo acrescido o total de cada insumo em 20%, devido à possibilidade de novos ensaios, se porventura houvesse a necessidade.

Tabela 5 – Representação dos traços e quantidade de materiais

T R A Ç O %	Cimento	Areia	Am	Brita	Fator a/c
0	2,50	7,94	-	10,94	1,72
10	2,50	7,15	0,79	10,94	1,72
20	2,50	6,35	1,59	10,94	1,72
30	2,50	5,56	2,38	10,94	1,72
40	2,50	4,76	3,18	10,94	1,72
20	0,50	1,58		2,19	0,20
T O T A L	13,00	33,34	7,94	56,89	8,80

Fonte: Pela Autora

3.5 ENSAIO DO CONCRETO

Na caracterização do concreto foi realizado os ensaios seguindo a norma ABNT NBR 16889 (2020) Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.

Figura 2 – Ensaio pelo abatimento do tronco do cone



Fonte: Pela Autora

A moldagem dos corpos de prova foi realizada em 2 etapas, pois os corpos de prova eram limitados, e seguindo as recomendações da ABNT NBR 5738 (2015) Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpo de provas.

Figura 3 – Corpos de prova enformados



Fonte: Pela Autora

Após 24h da moldagem, desmoldou-se e levou-se a cura por 28 dias e realizado o ensaio de compressão no laboratório de materiais de construção civil da Facec.

Figura 4 – Corpos de prova desmoldados



Fonte: Pela Autora

No ensaio de compressão foi embasado na norma ABNT NBR 5739 (2018): Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

Figura 5 – Prensa



Fonte: Pela Autora

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados observados no ensaio de resistência à compressão do concreto nas diferentes substituições evidenciam que o concreto com teor de substituição de 10% apresentou eficiência mecânica equivalente comparado com o traço de referência 0%.

No slump test (teste de abatimento do concreto), foi possível observar a diferença de aspectos dos concretos, e consequentemente a falta de trabalhabilidade dos mesmos, no traço de 40% o slump test deu zero como mostrado na figura 6, demonstrando a dificuldade de moldar os corpos de prova.

Figura 6 – Slump test do traço de 40%



Fonte: Pela Autora

A trabalhabilidade do concreto foi tão pequena, que além do slump zero, o concreto teve dificuldades em se manter na forma de cone, o mesmo cedeu por não obter

argamassa o suficiente para manter o concreto no posicionamento desejado.

No slump teste do traço de 20% o slump test resultou em um abatimento também de zero, porém, conforme mostra a figura 7, o concreto fica visivelmente mais fluido, evidenciando que quanto menor a substituição, maior a trabalhabilidade.

Figura 7 – Slump test do traço de 20%

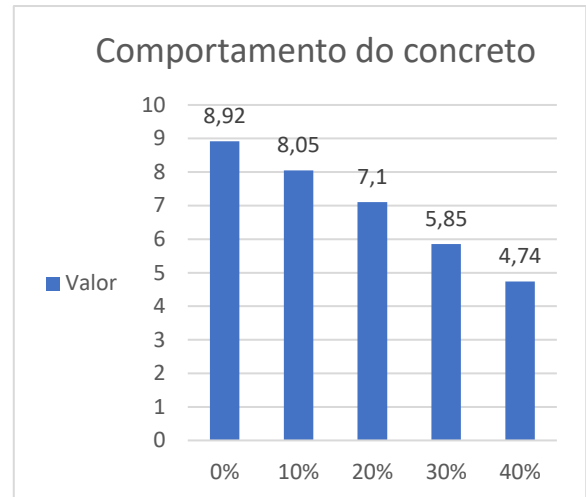


Fonte: Pela Autora

Visto que o concreto de referência obteve uma resistência de 8,92 Mpa e o concreto de 10% de substituição obteve 8,05 Mpa, resultando em 90,24% da resistência do traço de referência, sendo o traço de substituição com maior resistência, subsequente do traço de 20% com 79,59%, o traço de 30% chegando a 65,58%.

Por outro lado, o concreto com a maior substituição de 40%, à resistência à compressão foi a menor em comparação com o concreto convencional. Pode-se observar no gráfico 1, o concreto com 40% de agregado reciclado, a redução da resistência à compressão foi de 53,14% comparado ao traço de referência.

Gráfico 1 – Resultados da resistência a compressão



Fonte: Pela Autora

Embora não tenha sido realizado a caracterização da granulometria dos agregados, o agregado reciclado utilizado é perceptivelmente mais fino do que a areia, o que dificultou a trabalhabilidade do concreto, resultando em um concreto visualmente seco comparado ao concreto convencional, conforme a figura 8.

Figura 8 – Corpo de prova de concreto com agregado miúdo



Fonte: Pela Autora

A relação a/c de 0,571, também influenciou na não trabalhabilidade do concreto, logo não houve abatimento, dificultando a vibração do concreto nos moldes e após o desmolde conforme mostrado na figura 9, observou-se vazios na superfície e consequentemente na estrutura interna dos CP's acarretando na perda de resistência.

Figura 9 – Corpo de prova com vazios em evidência



Fonte: Pela autora

5 CONCLUSÃO

Com base na análise dos resultados, conclui-se que, embora a resistência a compressão do concreto diminua a medida em que se reduz o percentual de agregado miúdo natural na mistura, esta diferença é pouco significativa quando se utiliza agregado miúdo proveniente de RCD reciclado em porcentagens entre 10% a 20%.

Mediante a análise dos resultados obtidos no slump teste, o concreto, não obteve uma aderência e trabalhabilidade ideal, deixando o trabalho um tanto restrito. Os concretos com agregados reciclados necessitam de maior quantidade de água que os concretos convencionais, devido ao material ter maior quantidade de finos e pela sua textura ser mais porosa.

A resistência do concreto com substituição de 40% de agregado miúdo reciclado, não se mostrou satisfatória, com 4,74 Mpa alcançado aos 28 dias, distanciando um pouco da resistência obtida com o concreto utilizado como referência, resultando em 8,92 Mpa aos 28 dias.

Como a resistência à compressão do concreto é influenciada pela porosidade dos materiais que o compõe e a relação a/c é um dos principais fatores que influenciam na resistência final do concreto, os concretos com substituição de agregados poderiam obter resistências maiores se modificado a relação a/c .

Outro fator que influenciou nos resultados foi a não realização da caracterização dos agregados, dificultando em resultados mais conclusivos para o ensaio.

Dessa forma, com base nos resultados, podemos afirmar que a substituição do agregado miúdo reciclado em concretos, é possível, porém, faz-se necessário ampliar ainda mais o conhecimento sobre o comportamento do resíduo de construção e demolição em concretos.

Sugestões para trabalhos futuros: Utilizar

substituições diferentes das utilizadas neste trabalho, com o objetivo de comprovar a sua influência na resistência à compressão, avaliar a resistência à tração na compressão diametral, realizar a caracterização dos materiais e utilizar um traço diferente do utilizado no presente estudo afim de obter um concreto mais fluido e com maior trabalhabilidade.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pela minha vida e por me dar forças perante todos os obstáculos encontrados ao longo do curso permitindo que os meus objetivos fossem alcançados.

Á minha família, que sempre esteve ao meu lado me incentivando a seguir e me dando forças nos momentos difíceis.

Ao meu orientador Prof. Carlos Eduardo de Oliveira, pela orientação, conselhos, paciência, compreensão e sobretudo desempenhar tal função com dedicação e amizade.

Ao Prof. Lourival Zorzato de Matos Junior, pelo apoio nas atividades laboratoriais.

E por fim, a todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO ANM. **Report Mensal Barragens de Mineração**. Brasília, 2021.
- ALIABDO, Ali A.; ABD-ELMOATY, Abd-Elmoaty M; HASSAN, Hani H. **Utilization of crushed clay brick in concrete industry**. Alexandria Engineering Journal, v. 53, n. 1, p. 151-168, 2014.
- ALMEIDA, Salvador Luiz Matos; LUZ, Adão Benvindo. **Manual de agregados para construção civil**. Cetem, Salvador, 2009.
- ANGULO, Sérgio C.; FIGUEIREDO, AD de. **Concreto com agregados reciclados**. v. 1, Instituto Brasileiro do Concreto p. 1731-1767, 2011.
- ASSIS, A. S. Utilização de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) Como Agregados na Produção de Concretos. **Apresentado no Congresso Técnico de Engenharia e Agronomia – CONTECC**, Fortaleza, 2015.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA A CONTRUÇÃO CIVIL - ANEPAC, **Perspectivas para o Setor de Agregados**. São Paulo, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo**

de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: **Resíduos sólidos – classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16889: **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco do cone.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSUNÇÃO, J. W; **Curvas de dosagem para concretos convencionais e aditivados confeccionados com materiais da região noroeste do paraná.** 254 p. Programa de pós graduação – Engenharia Civil, UFSC, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento ea disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Portaria nº 307**, de 5 de julho de 2002. Institui a Câmara Técnica de Gestão Territorial e Biomas - CONAMA.

CAVALCANTI, A. C. B.; LEÃO, R. M.; COSTA, L. S.; BEZERRA, K. R. Reutilização de alvenaria oriunda de entulho como agregado miúdo no concreto. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC**, Fortaleza, 2021.

CORDEIRO, L. de N. P. **Análise dos parâmetros principais que regem a variabilidade de concretos produzidos com agregados graúdos de concreto.** Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **A Importância Econômica da Mineração no Brasil.** Brasília, 2011.

DIÓGENES, C. S. **Uso do Agregado Reciclado em Substituição parcial do Agregado na Produção de Concreto para Pavimento Intertravado.** 85 p. Graduação – Engenharia Civil, UFCE, 2021.

DOS REIS, Geisa Rodrigues; DA SILVA, Cibelly Peixoto; DE LIMA, Henrique Jorge Nery. Avaliação do uso de agregados reciclados na fabricação de concreto. **Revista InterScientia**, v. 8, n. 1, 2021.

DUARTE, M. L; GODINHO, D. S. S. **Comportamento do concreto com substituição do agregado miúdo convencional por agregado miúdo reciclado.** 22p. UNESC, 2015.

FABRO, F., GAVA, G. P., GRIGOLI, B., MENEGHETTI, L. Influência da forma dos agregados miúdos nas propriedades do concreto. **Revista IBRACON de estruturas e materiais**, v. 4, p. 191-212, 2011.

FERNANDES, A; VENQUIARUTO, S. D. Estudo da resistência à tração na flexão em concretos com agregado reciclado de pet. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 2018.

FERREIRA, A. R. L.; MOREIRA, H. C. **Análise Crítica da Gestão de Resíduos de Construção Civil: Estudo de caso do Município do Rio de Janeiro.** Graduação – Engenharia Civil, UFRJ, 2013.

FLACH, C. E.; KERN, A. P. Estimativa da Geração de Resíduos de Construção e Demolição em uma Cidade na Serra Gaúcha. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PUCRS, 10, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2009. p. 2958-2960.

GARCÍA-GONZÁLEZ, Julia et al. Ceramic ware waste as coarse aggregate for structural concrete production. **Environmental technology**, v. 36, n. 23, p. 3050-3059, 2015.

GIRODO, A. C. **Projeto APA Sul RMBH: estudos do meio físico, mineração.** CPRM/EMBRAPA/SEMAD, 2005.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** Programa de Pós Graduação – Engenharia Civil, UFRS, 2001.

LUZ, J. C. P. M. **Reaproveitamento da concha do sururu como insumo em argamassas de alvenaria.** Cesmac, Maceió, 2018.

METHA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: Pini, 1994. 573 p.

DO NASCIMENTO, Carlos Fernando Gomes et al. Viabilidade da substituição parcial do resíduo de construção civil pelo agregado miúdo nas propriedades físicas e mecânicas do concreto. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62073-62081, 2020.

NUNES, Jessica Martins et al. O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e393997274-e393997274, 2020.

OLIVEIRA, Carlos Eduardo de et al. **Uso Combinado de SIG e Conceitos de MIVES na Identificação de Áreas para Implantação de Aterro de Resíduos Inertes de Construção e Demolição.** 116 p. Dissertação de Mestrado – Engenharia Civil, Unila, Foz do Iguaçu, 2021.

PADMINI, A. K; RAMAMURTHY; MATHEWS, M. S. Influence of parent concrete on the properties of recycled aggregate concrete. **Cement and Building Materials**, 23(1), 829-836. 2009.

PAIVA, E. H. G. **Avaliação do Concreto de Cimento Portland com Resíduo da Produção de Scheelita em Substituição ao Agregado Miúdo.** 105 p. Universidade Federal Rio Grande do Norte, 2013.

PETRUCCI, Eladio G. R., **Concreto de cimento Portland.** 13. Ed. Ver. Por Vladimir Antônio Paulon – São Paulo: Globo, 1998.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. 189 f. Tese Doutorado – Engenharia Civil, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil.** Brasília: CEF, 2005. v. 1. 196 p.

PRESS, F. *et al.* Para entender a Terra. 4. Ed. Porto Alegre: **Bookman**, 2006.

RODRIGUES, C. R. S., FUCALE, S. Dosagem de concretos produzidos com agregado miúdo reciclado de resíduo da construção civil. **Ambiente Construído**, v.14, n.1, pp. 99-111, 2014.

SANTOS, D. O. J; FONTES, C. M. A; LIMA, P. R. L. Uso de agregado miúdo reciclado em matrizes cimentícias para compósitos reforçados com fibras de sisal. **Revista Matéria** (Rio de Janeiro), v. 22, 2017.

SGANDERLA, M. S. (Re) **Aproveitamento dos resíduos classe A da construção civil na substituição parcial do agregado miúdo do concreto**. Graduação – Engenharia Civil, Ijuí, 2015.