

## **Análise de Propriedades de Argamassa Produzida com Substituição Parcial do Agregado Natural por Resíduo Reciclado Misto da Construção Civil**

*Analysis of mortar properties produced with partial replacement of natural aggregate by mixed recycled waste from civil construction*

Silva, A. B. B. M. (1); Noé, A. F. (1); Batista, B. C. C. (1); Lopes, R. K. (2); Christoforo, A. L. (3); Almeida, D. H. (2)

(1) *Discente do Curso de Engenharia Civil - UNIR/RO*

(2) *Docente do Departamento de Engenharia Civil - UNIR/RO*

(3) *Docente do Departamento de Engenharia Civil - UFSCAR/SP*

### **Resumo**

Desastres naturais e guerras foram os principais propulsores da utilização de resíduos da construção civil em produtos voltados para este setor, devido o amplo volume de resíduos gerados, carência de insumos e urgência nas obras de infraestrutura. Assim, o presente artigo visa analisar experimentalmente o desempenho das propriedades físicas e mecânicas de argamassa com substituição do agregado natural em 50% por resíduo reciclado misto proveniente de recicladora de entulho da construção civil em três distintos períodos de cura (7, 14 e 28 dias). A caracterização de propriedades da argamassa foi realizada por meio dos ensaios de consistência, resistência à compressão (ABNT NBR 13279:2005) e porosidade (ABNT NBR 9778:1987). Para as análises estatísticas foram realizados os testes de Tukey, normalidade de Anderson-Darling e comparações múltiplas por meio do *software* Minitab. Os resultados observados foram satisfatórios, uma vez que a resistência à compressão não apresentou diferenças significativas nos valores médios em todas as idades estudadas, enquanto que para a porosidade nas duas primeiras idades (7 e 14 dias) a argamassa convencional apresentou média de porosidade inferior em relação à reciclada, no entanto, ao final do tempo de cura de 28 dias os valores médios de ambas estabeleceram uma equivalência.

*Palavra-Chave: Argamassa, Construção Civil, Propriedades Mecânicas, Resíduos, Sustentabilidade.*

### **Abstract**

Natural disasters and wars were the main thrusters of the use of construction waste in products for this sector, due to the large volume of waste generated, lack of inputs and urgency in infrastructure constructions. Thus, this article aims to experimentally analyze the performance of the physical and mechanical properties of mortar with 50% replacement of the natural aggregate by mixed recycled waste from a construction rubble recycler in three different curing periods (7, 14 and 28 days). The characterization of mortar properties was carried out by tests of consistency (ABNT NBR 13276: 2002), compressive strength (ABNT NBR 13279:2005) and porosity (ABNT NBR 9778:1987). Tukey's tests, Anderson-Darling normality and multiple comparisons were performed for statistical analysis using the Minitab software. The observed results were satisfactory, since the compressive strength did not present significant differences in the average values in all studied ages, while for porosity in the first two ages (7 and 14 days), conventional mortar had a lower porosity average than recycled mortar, however, at the end of the 28-day curing time, the average values of both established an equivalence.

*Keywords: Mortar, Civil Construction, Mechanical Properties, Wastes, Sustainability.*



Anais do  
62º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2020  
Setembro / 2020



@ 2020 - IBRACON - ISSN 2175-8182

## 1 Introdução

É em decorrência da intensidade do processo de urbanização que a questão ambiental entra em discussão no Brasil, em 1960. Uma crescente preocupação social, econômica e ambiental sobre a evolução humana e como o planeta reage a essa evolução (BARBOSA, 2008). Surgindo, desta forma, o termo “desenvolvimento sustentável” que é definido como uma forma de atender as necessidades humanas com o mínimo possível de transferência de produção, consumo ou lixo para os demais ecossistemas, seja para as gerações presentes ou futuras, isto é, sem exaurir o meio ambiente ao mesmo tempo em que tenta evitar o aumento de resíduos produzidos (SATTERTHWAITE, 2004).

Com a intenção de preservar e recuperar a qualidade ambiental de maneira que possibilite a evolução socioeconômica do país e assegure o bem-estar social e a dignidade humana, é criado, em 31 de agosto de 1981, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981). Então, é instituído pelo Conselho, em 05 de julho de 2002, a resolução nº 307 que estabelece critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil, visando a diminuição dos impactos ambientais, tendo em vista que este setor representa uma parcela considerável de todo o resíduo sólido produzido em áreas urbanas (CONAMA, 2002). Novaes e Mourão (2008) estimam que o percentual de resíduos da construção, reformas e demolição, somente de prédios e residências, é compreendido entre 40 e 60% do total produzido nos grandes centros urbanos.

É definido como resíduo da construção civil todo e qualquer remanescente advindo da construção, reforma, reparo e demolição de obras de construção civil. E são classificados em classes de acordo com o tipo de material, a possibilidade de serem reciclados, e sua interação com o meio ambiente (CONAMA, 2002). A ineficácia na gestão desses resíduos pode resultar em problemas ambientais e econômicos, obstrução de vias urbanas, risco ao bem-estar social, bem como o colapso dos lixões e aterros.

De acordo com a resolução nº 307/2002, esses resíduos são agrupados em quatro classes. A Classe A permitem sua reutilização ou reciclagem como agregados e podem ser: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, bem como solos de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações, como componentes cerâmicos; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto, produzidas em canteiros de obra. A Classe B compreende os resíduos recicláveis com outras destinações, como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros. A Classe C são os resíduos que não foram desenvolvidas aplicações viáveis economicamente, como é o caso do gesso. E, por fim, a Classe D são produtos perigosos e agressivos à saúde, a exemplo tintas, óleos, reparos de clínicas radiológicas, materiais com amianto, entre outros.

Considerando as problemáticas causadas pela má gestão desses resíduos, neste cenário preocupado com o desenvolvimento de forma sustentável, surgem algumas alternativas como a reciclagem. O setor da Construção Civil apresenta um enorme potencial para a solução dos problemas gerados pelos resíduos de construção e demolição, seja para reduzir a sua produção durante o processo construtivo ou até mesmo o seu manuseio para reciclagem, pois apresenta diversas possibilidades de aplicação nos materiais de construção, podendo reduzir os custos dos produtos (MENDES, 2007). De acordo com Lima (1999) essa alternativa já era utilizada há anos, sendo as grandes catástrofes, como

desastres naturais e guerras, os principais propulsores desta prática, devido o amplo volume de resíduos gerados, carência de insumos e urgência nas obras de infraestrutura. As obras de construção civil geram, em sua maioria, resíduos da Classe A que quando processados tornam-se agregados reciclado, que podem substituir os agregados naturais, ao ser aplicado em argamassas e concreto. Que por descaso ou mesmo desconhecimento do potencial desses materiais reciclados não se tornam um item frequente no setor construtivo (NOVAES, 2008).

A utilização de resíduos da construção e demolição é de grande destaque na produção de argamassas, perdendo somente para o concreto (MENDES, 2007). Argamassas produzidas com adição de agregados reciclados já são implantados há mais de 100 anos em países como Itália e Argentina, e apresentam um bom desempenho em comparação a argamassa convencional, a exemplo o aumento da consistência e coesão, bem como a boa aderência aos substratos (LIMA, 1999). Outro resultado observado foi o aumento da resistência à compressão na mesma proporção em que foram aumentados os teores de agregado reciclado, com hipóteses de que esse aumento é em decorrência da quantidade de finos que auxiliam o empacotamento contribuindo para o fechamento de vazios e da maior absorção de água resultando em uma maior aderência entre a pasta e o agregado (ARAÚJO, 2014). Oliveira e Cabral (2011) ainda sustentam que a maior retenção de água da argamassa produzida com agregado reciclado proporciona um cenário ideal para uma melhor hidratação das partículas de cimento e uma quantidade de formação de cristais hidratados superior a argamassa convencional.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho é analisar as propriedades de argamassa produzida com substituição parcial do agregado natural por resíduo reciclado misto da construção civil.

## 2 Procedimentos Experimentais

Os procedimentos experimentais ocorreram em três etapas: caracterização dos materiais, avaliação das propriedades no estado plástico das argamassas e avaliação das propriedades no estado endurecido das argamassas.

### 2.1 Materiais

Nesta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- Cimento *Portland* CP IV Votorantim;
- Agregado miúdo natural proveniente de dragagem adquirido no comércio especializado de Porto Velho (RO);
- Água potável do Laboratório de Materiais de Construção da Universidade Federal de Rondônia, campus Porto Velho (RO);
- Resíduo miúdo misto de Construção Civil adquirido da Processadora de Resíduos Sólidos (PRS, 2020), sediada em Porto Velho (RO).

### 2.2 Métodos

Os métodos desenvolvidos para realização da pesquisa ocorreram no Laboratório de Materiais de Construção (LMCC) juntamente com o Laboratório de Estruturas e Ensaio Mecânicos (LaEEM), ambos do Departamento de Engenharia Civil (DECIV), pertencente ANAIS DO 62º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2020 – 62CBC2020



Anais do  
62º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2020  
Setembro / 2020



@ 2020 - IBRACON - ISSN 2175-8182

ao Núcleo de Tecnologia (NT), da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* José Ribeiro Filho, em Porto Velho (RO). Todas as etapas do processo experimental foram executadas de acordo com os procedimentos normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

### 2.1.1 Caracterização dos Materiais

As argamassas testadas neste trabalho foram produzidas com Cimento *Portland* CP IV, agregado miúdo natural de Porto Velho (RO), agregado miúdo reciclado, proveniente do beneficiamento de resíduos da construção e demolição obtidos junto a PRS Recicladora.

### 2.1.2 Caracterização dos Agregados Miúdos Reciclados e Naturais

A caracterização dos agregados miúdos, naturais e reciclados, foi realizada através dos ensaios de granulometria, de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003 “Agregados - Determinação da composição granulométrica”, bem como de massa específica ABNT NBR 9776:1987 “Agregados – Determinação de massa específica por meio do frasco Chapman”. Para a realização dos ensaios foi necessário inicialmente separar os agregados em seis amostras de 1 quilo cada seguindo a ABNT NBR NM 248:2003, sendo três amostras de agregado reciclado e três de natural.

### 2.1.3 Formulação das Argamassas

Foram realizadas duas formulações diferentes de argamassas, em argamassadeira laboratorial. A primeira formulação, de referência, seguindo a proporção 1:2:8 (cimento, cal, agregado miúdo convencional), e a quantidade de água utilizada foi de acordo com a trabalhabilidade da argamassa, de forma que ela atingisse uma consistência de 250 milímetros no ensaio de consistência (*flow table*). A segunda formulação, argamassa de análise, seguiu a proporção 1:2:4:4 (cimento, cal, agregado miúdo convencional, agregado miúdo reciclado), equivalente a substituição de 50% do agregado miúdo natural pelo agregado miúdo reciclado, o critério de utilização de água segue o mesmo utilizado na formulação da argamassa de referência.

### 2.1.4 Preparação dos Corpos de Prova

Para a realização dos ensaios da argamassa em estado endurecido foram preparados corpos de prova conforme a ABNT NBR 16541: 2016 “Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios” e ABNT NBR 7215:2019 “Cimento *Portland*: determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos”. Desta forma, foram confeccionados corpos de prova utilizando moldes cilíndricos de dimensões 100 mm de altura por 50 mm de diâmetro. Seis corpos de prova produzidos se destinaram para a determinação da resistência à compressão e outros seis para a determinação do índice de porosidade, considerando as três idades de cura selecionadas para análise (7,14,28 dias) e as duas formulações (argamassa de referência e argamassa analisada) o total de corpos de prova foi igual a 72.

### 2.1.5 Resistência à Compressão e Porosidade da Argamassa no estado endurecido

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados na máquina universal de ensaios eletrônica EMIC com capacidade de carga de 100 kN. A resistência à compressão ( $f_c$ ) determinada pela razão entre a máxima força de compressão resistida pelo corpo de prova ( $F_c$ ) e a área da seção transversal do corpo de prova ( $A$ ) (Equação 1), de acordo com a norma ABNT NBR 13279:2005 “Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência à tração na flexão e à compressão”.

$$f_c = \frac{F_c}{A} \quad (\text{Equação 1})$$

Para a determinação do índice de porosidade ( $P_o$ ) é inicialmente retirado da submersão os corpos de prova, em cada uma das idades propostas nesta pesquisa, então são condicionados a estufa com temperatura de  $100 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 horas, para estimativa da massa seca ( $m_s$ ) de cada corpo de prova. Após a pesagem os corpos de prova foram submergidos em água à temperatura ambiente por 24 horas e novamente pesados para estimativa da massa úmida ( $m_u$ ). Por fim, foi estimada a massa do corpo de prova imerso em água pelo método gravimétrico ( $m_i$ ). O índice foi calculado a partir da Equação 2. Todo o procedimento foi realizado de acordo com o estabelecido na norma ABNT NBR 9778:1987 “Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão - índice de vazios e massa específica”.

$$P_o = \frac{m_u - m_s}{m_i - m_i} \quad (\text{Equação 2})$$

### 2.1.6 Análise Estatística

Os níveis investigados na determinação dos valores da resistência à compressão ( $f_c$ ) e porosidade ( $P_o$ ) das argamassas fabricadas consistiram na adição de resíduos da construção e demolição [R] (nas porcentagens de 0% e 50%) e no período de cura [D] (7; 14; 28 dias), o que resultou em um planejamento composto por seis tratamentos distintos, como representado na Tabela 1.

Tabela 1 – Tratamentos Experimentais Delineados.

Tratamentos	Teor de Resíduo (R) (%)	Dias de Cura (D) (dias)
1	0	7
2	50	7
3	0	14
4	50	14
5	0	28
6	50	28

O teste de Tukey (5% de significância) foi utilizado para investigar a influência dos fatores isolados tipo de argamassa [A] (convencional [ACo], reciclada [ARec]) e período de cura [T] (7, 14 e 28 dias) nos valores da resistência à compressão e da porosidade dos materiais fabricados. Do teste de Tukey, A denota o grupo de maior valor médio, B o de segundo maior valor médio e assim sucessivamente, e letras iguais implicam em tratamentos com médias estatisticamente equivalentes.

A avaliação da normalidade e de homogeneidade de variâncias dos resíduos da análise de variância (verificação dos requisitos da ANOVA) foram realizadas com base nos testes de normalidade de Anderson-Darling e de comparações múltiplas, respectivamente, ambos também considerados ao nível de 5% de significância. Pela formulação dos testes, p-valor (probabilidade p) maior ou igual ao nível de significância implica na normalidade e na homogeneidade das variâncias, o que valida o modelo da ANOVA.

Cabe destacar que a combinação dos dois fatores (tipo de argamassa e tempo de cura) resultou em seis tratamentos experimentais distintos. Para cada tratamento foram fabricados seis corpos de prova, o que resultou em 72 determinações experimentais ( $f_c$ ,  $P_o$ ).

### 3 Resultados e Discussões

#### 3.1 Análise Granulométrica e Massa Específica

O módulo de finura obtidos nas amostras 1, 2 e 3 de agregado natural, respectivamente, foram de 4,05; 3,78; 3,89 e média 3,90, enquanto a amostra de agregado reciclado apresentou os seguintes módulos de finura: 3,58; 3,33; 3,21 e média 3,37. Mediante os resultados obtidos e de acordo com a ABNT NBR 7211:2005 “Agregados para concreto - Especificação” observa-se que os agregados, naturais e reciclados, se classificam em zona utilizável superior, desta forma podendo ser aplicados na fabricação das argamassas.

Quanto a massa específica dos agregados os resultados analisados para o natural e o reciclado, respectivamente, foram equivalentes a 2,68 e 2,36 g/cm<sup>3</sup>, seguindo os parâmetros estabelecidos pela norma ABNT NBR 7211:2005.

#### 3.2 Índice de Consistência

Ao realizar os ensaios de consistência nas argamassas observou-se uma tendência ao aumento da demanda de água com o aumento do teor de agregado reciclado na formulação, de forma que a trabalhabilidade da massa conseguisse se equiparar com a da argamassa de referência, produzida somente com agregado natural.

Assim como Araújo (2014), inicialmente foi utilizada a mesma medida de água da formulação de referência, que resultaram em pastas secas e com baixa trabalhabilidade, optando-se então por aumentar a quantidade de água de acordo com a necessidade. Araújo ainda afirma que grande parte da água foi absorvida pelo processo de maturação da cal.

Outro ponto levantado pela maior quantidade de água necessária pela argamassa analisada é o maior teor de finos presentes no agregado reciclado, com alta absorção de água, como também ocorreu na pesquisa realizada por Pimentel et al. (2018).

### 3.3 Resistência à Compressão e Porosidade

As Figuras 1 e 2 apresentam os valores médios, os intervalos de confiança da média (95% de confiabilidade), os coeficientes de variação (CV - %) e os resultados do teste de Tukey da resistência à compressão ( $f_c$  - MPa) e da porosidade ( $P_o$  - %) avaliadas nos três períodos de cura (7, 14 e 28 dias) e considerando-se as argamassas convencionais (ACo) e recicladas (AREc).

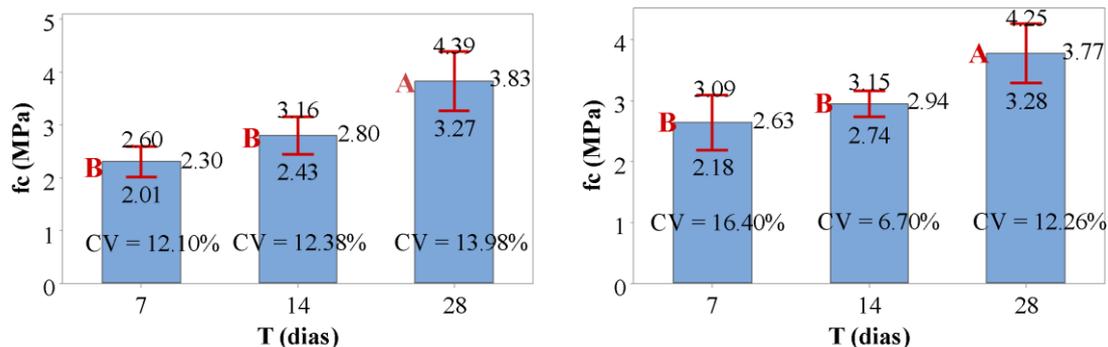


Figura 1 - Resultados obtidos da resistência à compressão para as argamassas convencionais (a) e recicladas (b) em função do período de cura.

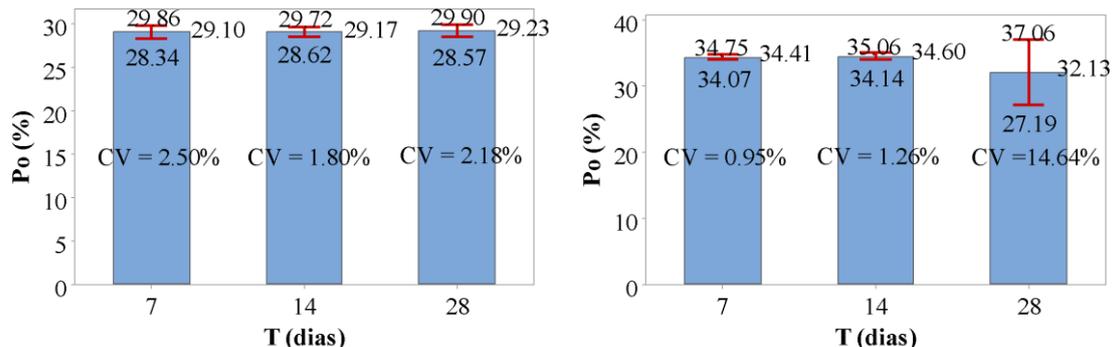


Figura 2 - Resultados obtidos da porosidade para as argamassas convencionais (a) e recicladas (b) em função do período de cura.

Das Figuras 1 e 2, cabe destacar que os p-valores dos testes de normalidade e de homogeneidade de variâncias foram ambos superiores ao nível de significância ( $p$ -valor > 0.05), o que valida os resultados do teste de Tukey.

Verifica-se que após o tempo de cura de 28 dias que as argamassas com agregado miúdo reciclado e natural se classificam, de acordo com a ABNT NBR 13281:2005 “Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: Requisitos” como P3, sendo esse grupo compreendido por argamassas que apresentam resistência à compressão entre 2,5 e 4,5.

Pimentel et al. (2018) observou que quanto o maior o teor de substituição do agregado miúdo natural pelo reciclado menor o valor da sua resistência à compressão, podendo ser a porosidade um fator agravante na análise da resistência.

Quanto à porosidade, constata-se que em todas as idades, com exceção aos 28 dias, o coeficiente de variação dos materiais reciclados foram inferiores aos coeficientes de

variação da argamassa referência, embora tenha apresentado os maiores valores médios. Ao fim dos 28 dias o índice de vazios do torna-se equivalente ao convencional, como mostra a Tabela 2.

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste de Tukey da  $f_c$  e da Po confrontando-se os tipos de argamassa para cada nível do período de cura, sendo  $x_m$  o valor médio da propriedade e Ag. o agrupamento do teste de Tukey.

Tabela 2 – Resultados do teste de Tukey para investigação da influência do tipo de argamassa nas propriedades investigadas.

Resistência à compressão – $f_c$ (MPa)						
Argamassa	7 dias		14 dias		28 dias	
	$x_m$	Ag.	$x_m$	Ag.	$x_m$	Ag.
ACo	2.30	A	2.80	A	3.83	A
ARec	2.64	A	2.94	A	3.77	A
Porosidade – Po (%)						
Argamassa	7 dias		14 dias		28 dias	
	$x_m$	Ag.	$x_m$	Ag.	$x_m$	Ag.
ACo	29.10	B	29.17	B	29.23	A
ARec	34.41	A	34.60	A	32.13	A

A normalidade e a homogeneidade de variâncias dos resíduos referentes aos resultados da Tabela 1 foram devidamente verificadas ( $p$ -valor > 0.05), o que valida os resultados do teste de Tukey.

Dos dados obtidos com o teste de Tukey, pode-se inferir que a argamassa produzida com agregado reciclado possui desempenho equivalente a convencional com relação à resistência à compressão em todas as idades de cura analisadas, pois, como apresentado na Tabela 2 o agrupamento dos resultados é classificado com a mesma letra (A), indicando que os valores médios dos dois produtos são equivalentes considerando o intervalo de variação das amostras.

Referente à porosidade, é possível observar maiores valores médios nas duas primeiras idades de cura (7 e 14 dias) da argamassa reciclada, que influencia diretamente na resistência à compressão. Entretanto, ao final dos 28 dias de cura, a argamassa com agregado reciclado mostrou-se equivalente, quanto às médias apresentadas pela argamassa convencional como denota a representação do agrupamento na Tabela 2.

## 4 Conclusões

Conclui-se com esta pesquisa a viabilidade técnica da aplicação de resíduos reciclados da construção civil na produção de argamassas, visto que, apesar de apresentar um alto índice de porosidade, apresentaram valores médios de resistência à compressão satisfatórios, de forma que se equipara a argamassas convencionais. Além de exibir uma boa trabalhabilidade em decorrência da quantidade de finos presente no agregado reciclado, ainda que para atingir essa consistência seja necessário aumentar a quantidade de água adicionada.

Em síntese, os dados obtidos demonstram a possibilidade da utilização do agregado reciclado uma vez que resultou em argamassas que se encontram dentro dos parâmetros normalizados pela ABNT NBR 13281:2005. Considerando as problemáticas causadas



Anais do  
62º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2020  
Setembro / 2020



@ 2020 - IBRACON - ISSN 2175-8182

pela má gestão dos resíduos sólidos do setor de construção civil, a possibilidade de aplicação desse material como uma alternativa é viável, não somente tecnicamente, como também ecologicamente, de forma a garantir o desenvolvimento humano de maneira sustentável, sem afetar drasticamente o meio ambiente enquanto tenta evitar o aumento de resíduos produzidos.

## 5 Referências

BITTENCOURT, T. N. **Estudo experimental do fraturamento do concreto estrutural por meio de corpos de prova cilíndricos**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. **CEB-FIP Model Code 1990**. London, Thomas Telford, 1993.

CORNELL FRACTURE GROUP. **Franc3D Menu & Dialog Reference**. Cornell University, Ithaca, 1998.

FERNANDES, C. A., et al.. Reforço de pilares de elevado do metrô de São Paulo, **41º Congresso Brasileiro do Concreto**. São Paulo, IBRACON, 1999.

SHAH, S.P.; SWARTZ, S.E.; OUYANG, C.. **Fracture mechanics of concrete - applications of fracture mechanics to concrete, rock and other quasi-brittle materials**, New York, John Wiley & Sons, 1995.

ARAÚJO, N. N. **Desempenho de argamassas de revestimentos produzidas com agregados reciclados oriundos do resíduo de construção e demolição da Grande Natal-RN**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 7211**. Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 7215**. Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 9776**. Agregados – Determinação de massa específica por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 9778**. Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão – índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 1987.



Anais do  
62º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2020  
Setembro / 2020



@ 2020 - IBRACON - ISSN 2175-8182

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 13279**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 13281**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 16541**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR NM 248**. Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2008.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Data de acesso: 04 abr. 2020.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **CONAMA**. Resolução nº 307, de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Data de acesso: 04 abr. 2020.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. 1999. 222 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, M. E. D.; CABRAL, A. E. B. **Argamassas de revestimento produzidas com agregados reciclados de Fortaleza/CE, Brasil**. 2011.

MENDES, B. S.; BORJA, E. V. Estudo experimental das propriedades físicas de argamassas com adição de resíduos de cerâmicas vermelhas recicladas. **HOLOS**, v. 3, p. 43-51, 2007.

NOVAES, M. V.; MOURÃO, C. A. M. A. Manual de gestão ambiental de resíduos sólidos na construção civil. **Cooperativa de Construção Civil do Estado do Ceará, Fortaleza**, 2008.



Anais do  
62º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2020  
Setembro / 2020



@ 2020 - IBRACON - ISSN 2175-8182

PIMENTEL, L. L. et al. Argamassa com Areia Proveniente de Britagem de Resíduo da Construção Civil: Avaliação de Características Físicas e Mecânicas. **Revista Matéria**, v. 23, e-11969, 2018.

PROCESSADORA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PRS). **Reciclagem de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://prsrecicladora.com.br/>>. Acesso em: 06 abr. 2020.

SATTERTHWAITE, D. Como as cidades podem contribuir para o Desenvolvimento Sustentável. **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades, Estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS Editora, pp. 129-167, 2004.