

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO SIMPLES COM A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO AGREGADO

ANALYSIS OF RESISTANCE TO THE COMPRESSION OF SIMPLE CONCRETE STRUCTURAL BLOCKS WITH THE USE OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE AS AGGREGATE

Vitor Yudi Ferreira Kobayashi¹; André Felipe Aparecido de Mello²

¹Graduando em Engenharia Civil -Universidade Federal da Grande Dourados;

²Professor do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal da Grande Dourados; vitor_kobayashi@hotmail.com¹; andremello@ufgd.edu.br²;

RESUMO - Os resíduos sólidos gerados pela construção civil chegam a representar cerca de 61% do volume de resíduos sólidos urbanos (PINTO e GONZÁLEZ, 2005). Devido à grande quantidade de resíduos de construção e demolição (RCD), e sabendo que a preservação das áreas destinadas aos dejetos das construções é fundamental, uma alternativa interessante e viável é a reciclagem dos RCDs para obtenção de agregados a serem utilizados na confecção de blocos estruturais. Ao decorrer da pesquisa foi realizado a análise das propriedades mecânicas referentes a resistência a compressão para verificar a viabilidade técnica da utilização de tais blocos na construção civil. A pesquisa que utilizou blocos com a proporção 90% de RCD e 10% de areia grossa comum como agregado miúdo e 100% RCD como agregado graúdo, por fim, apresentou resultados satisfatórios e dentro dos conformes estabelecidos pela NRB 6136:2016.

Palavras-chave: Blocos Estruturais; Blocos Estruturais com Agregado Reciclado; Blocos de Concreto Reciclado; Concreto Reciclado.

The solid waste generated by the construction industry accounts for about 61% of the volume of urban solid waste (PINTO and GONZÁLEZ, 2005). Due to the large amount of construction and demolition wastes (CDW) and knowing that the preservation of the areas destined to waste from buildings is crucial, an interesting and viable alternative is the recycling of CDW to obtain aggregates to be used in the manufacture of structural blocks. In the course of the research, the mechanical properties of compressive strength were analyzed to verify the technical feasibility of the use of such blocks in civil construction. The research that used blocks with the ratio of 90% CDW and 10% of sharp sand as a fine aggregate and 100% CDW as coarse aggregate, finally, showed positive results satisfying the requirements of NRB 6136: 2016 for the compression test.

Keywords: Structural Blocks; CDW; Blocks; Recycled Blocks.

1. INTRODUÇÃO

Materiais alternativos na construção civil tem sido alvo de várias pesquisas nos últimos anos. A formulação de concreto utilizando materiais como EPS (Poliestireno expandido) (ROCHA et al, 2016), argila expandida (SCOBAR, 2016), cinzas (LIMA et al, 2009) e até mesmo porcelana de isoladores elétricos (CAMPOS e PAULON, 2015) tem se mostrado tecnicamente viáveis como substitutos parciais dos agregados tradicionais.

Apesar da possibilidade de reutilização estar limitada à composição do resíduo, tal fato não torna menos interessante a reciclagem. No âmbito ambiental, a reutilização se mostra positiva principalmente por poupar recursos naturais e diminuir a área que seria degradada com os resíduos descartados na natureza.

Do ponto de vista econômico, a reutilização de resíduos de construção e demolição (RCD) se mostra viável devido a economia na obtenção de matéria prima, já que o custo se resume em transporte e triagem dos resíduos que podem ser utilizados.

O entulho que é processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado no concreto estrutural e não estrutural; devido a variação de granulometria aceitável pode substituir agregado miúdo e gráudo (areia e

brita). Entulhos contidos na classe A do CONAMA podem ser reciclados sem a necessidade de nenhum tipo de separação, podendo-se utilizar argamassas, areia, pedras, tijolos, materiais cerâmicos, etc.

O processo realizado na usina, segundo HANSEN (1992), consiste em triturar os resíduos com a utilização de britadores de impacto (Figura 1) a fim de obter a granulometria desejada, após a granulometria estar correta é possível substituir os agregados naturais na proporção desejada.

Figura 1. Britadores de impacto.



Fonte: Autoria própria (2018)

2. JUSTIFICATIVA

Apesar da utilização de RCDs ter se tornado cada vez mais popular dentro dos campos de pesquisa, a sua aplicação na construção civil ainda se mostra muito pequena quando comparada ao método tradicional. Como nos últimos anos a conservação do meio ambiente vem se tornando cada vez mais debatida em nossa

sociedade é necessário buscar formas de construir menos degradantes, que afetem menos o sistema ecológico do nosso planeta, com essa preocupação surge a solução de reutilizar o entulho descartado das obras para a fabricação de novos blocos.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Este artigo busca avaliar a resistência a compressão dos blocos estruturais fabricados com RCD, verificando em relação aos parâmetros técnicos da norma NBR 6136:2016 quanto a suas capacidades de carga e seguindo a norma de ensaio NBR 12118:2014.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho busca alcançar os seguintes objetivos:

- Apresentar uma variante de bloco estrutural, como o entulho pode ser reutilizado para fins muito mais amplos além da utilização como aterros.
- Mostrar, através de dados numéricos, o comportamento dos blocos utilizando agregados reciclados ao ensaio de compressão simples.
- Difundir a viabilidade da reciclagem dos RCDs.

4.1. BLOCOS DE CONCRETO SIMPLES

Segundo a NRB 6136:2016, bloco é um componente para execução de alvenaria, com ou sem função estrutural, vazado nas faces superior e inferior, cuja área líquida é igual ou inferior a 75 % da área bruta.

Blocos de concreto são amplamente utilizados no Brasil além de serem os primeiros blocos a possuírem uma norma brasileira específica para cálculo de alvenaria estrutural (NBR 15961-1:2011). Os blocos apresentam boa resistência à compressão, sendo exigida a mínima de 3 MPa e podendo ultrapassar 8 MPa (NRB 6136:2016).

Possuem dimensões padronizadas pela NBR 6136 (Tabela 1) e são divididos em três classes A, B e C, cada uma com suas características de resistência a compressão, absorção e retração também definidas pela mesma norma (Tabela 2).

Tabela 1. Dimensões nominais.

Família		15x40	
Medida Nominal (mm)	Largura	140	
	Altura	190	
	Comprimento	Inteiro	390
		Meio	190
		Amarração "L"	340
		Amarração "T"	540
		Compensador A	90
		Compensador B	40
		Canaleta inteira	390
		Meia canaleta	190

Fonte: (ABNT NBR 6136:2016 adaptada)

4. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Tabela 2. Requisitos para resistência característica à compressão.

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial (MPa)
Com função estrutural	A	$f_{ck} \geq 8,0$
	B	$4,0 \leq f_{ck} < 8,0$
Com ou sem função estrutural	C	$f_{ck} \geq 3,0$

Fonte: (ABNT NBR 6136:2016)

4.2. CONCRETO COM AGREGADO RECICLADO

A questão ambiental está cada vez mais presente nas discussões da sociedade, já que a necessidade de preservar os recursos naturais está sendo abordado desde as séries iniciais do ensino fundamental. Com a população buscando uma melhoria na qualidade de vida aliada ao desenvolvimento sustentável, os empresários do setor e o governo são obrigados a investir recursos para desenvolver métodos construtivos com eficiência ecológica.

No Brasil, atualmente a utilização de agregados reciclados para a produção de elementos de concreto resume-se a poucas iniciativas de prefeituras e empresas do setor que aderiram as prescrições da Resolução Nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) e introduziram programas de gestão de resíduos nas obras.

Os resíduos analisados para a fabricação dos blocos na presente pesquisa são do tipo

RCD (Figura 2), que, segundo Angulo (2005), apresentam uma característica de heterogeneidade ao agregado, sendo possível encontrar resíduos de argamassas, cerâmicas, tijolos, gesso e etc. Além de as proporções encontradas de cada tipo de material serem diferentes a cada canteiro de obras.

Figura 2. RCDs após a primeira etapa de britagem.



Fonte: Autoria própria (2018)

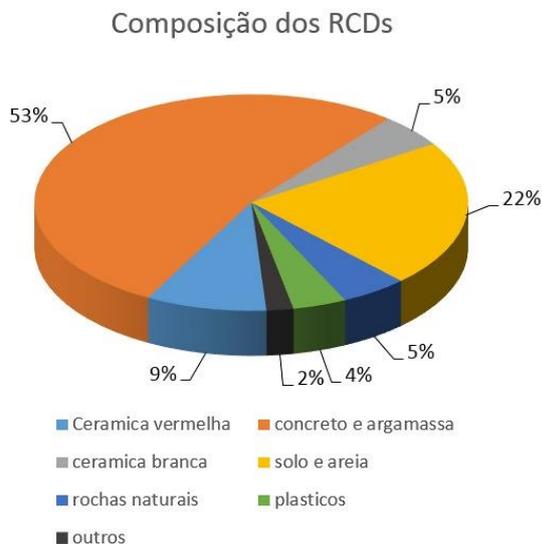
Marques (2009) e Carneiro et al (2000) obtiveram resultados sobre a proporção de cada material do montante de RCDs em usinas de reciclagem.

Os resultados obtidos por Carneiro et al (2000), são representados na Figura 3, sendo que a maior parte dos RCDs foi representada por concreto e argamassa (53%), seguido de solo e areia (22%) e cerâmica vermelha (9%).

Marques (2009), apresentou resultados mais detalhados e recentes dos resíduos da indústria da construção civil, sendo que a maior parcela do RCD é representada por Cerâmica (26%), seguido de concreto (19%) e

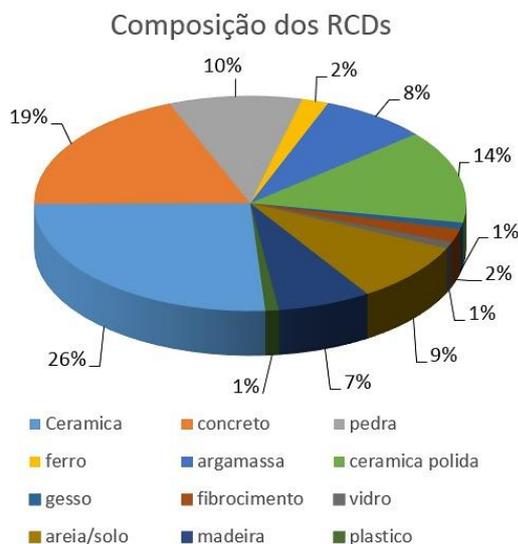
Cerâmica polida(14%), conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 3.Distribuição percentual de amostras de RCDs na cidade de Salvador-BA.



Fonte: (Carneiro et al., 2000)

Figura 4.Distribuição percentual de amostras de RCDs na cidade de São Carlos-SP.



Fonte: (Marques Neto 2009, p. 50)

ABREU et al. (2001), afirma que 71% dos RCDs são potencialmente recicláveis de alguma forma; porém, com a dificuldade de

separação e classificação desses resíduos graças a grande quantidade de impurezas, RCDs têm sido pouco aplicados em elementos com função estrutural, sendo em sua maioria utilizados em elementos de contenção, aterros, bases e sub-bases para pavimentos rodoviários (ALAEJOS et al., 2004; ANGULO et al., 2004).

Devido a menor resistência de peças cerâmicas em relação as peças de concreto, vários estudos utilizando apenas a porção residual de argamassas da construção civil, excluindo o montante de cerâmicas tanto das etapas de construção quanto de demolição, já foram realizados.

GONÇALVES (2001), afirma que os resíduos de concreto são bons substitutos para o agregado miúdo na fabricação de concreto novo, pois normalmente a resistência à compressão é pouco influenciada pela presença dos agregados reciclados, sendo que sua resistência à compressão apresenta resultados satisfatórios quando comparado aos resultados em que se utiliza agregados tradicionais. Quando houve somente a substituição do agregado graúdo natural pelo reciclado, foi possível observar uma resistência à compressão maior que do concreto convencional.

A fabricação de concreto utilizando RCDs com cerâmica na mistura, segundo Cabral et al. (2009), apresenta boa resistência se utilizado como agregado miúdo, porém,

mostra problemas no ponto de vista estrutural como a perda de resistência quando há substituição dos agregados graúdos tradicionais por RCD.

Simulações realizadas utilizando-se os modelos propostos apontam que a substituição do agregado miúdo natural pelo miúdo reciclado resulta em um acréscimo da resistência à compressão dos concretos produzidos e para a substituição do agregado graúdo natural pelo graúdo reciclado, um decréscimo. (A. E. B. Cabral; V. Schalch; D. C. C. Dal Molin; J. L. D. Ribeiro; Rasiah Sri Ravindrarajah, 2009, p.459)

Quando se analisa a argila, matéria prima da cerâmica, é possível buscar explicações plausíveis para tal resultado da pesquisa realizada por Cabral et al. (2009). Sendo a argila um silicato de alumínio hidratado, composto por alumínio (óxido de alumínio), sílica (óxido de silício) e água, possui característica fina e consistência plástica quando em contato com a água (ARANEDA, 2015). Esses compostos quando estão aglomerados em macroestruturas não conseguem ter coesão entre as mesmas superiores em comparação com a coesão de um composto de basalto, uma rocha alfanítica, material utilizado tradicionalmente como agregado graúdo que possui ótima resistência média à compressão, 150MPa (XAVIER e ROCHA, 2000).

Silva (2004) conseguiu em fase intermediária valores de resistência do concreto produzido com entulho próximo ao do concreto tradicional, chegando inclusive a resistências maiores que o mesmo em algumas amostras. Observou-se também que a curva de Abrams, que mostra a relação entre resistência à compressão e o fator a/c (água/cimento), possuía o mesmo formato que a apresentada com concreto tradicional. Portanto, devido aos dados obtidos pelos testes realizados em sua pesquisa foi possível concluir que tanto o entulho na forma de agregados graúdo e miúdo podem ser utilizadas para a produção de concreto, sem grandes prejuízos com relação ao desempenho mecânico dos mesmos.

4.3.BLOCOS DE CONCRETO COM AGREGADO RECICLADO

Os blocos fabricados a partir dos agregados de RCDs exibem coloração distinta do bloco de concreto tradicional, enquanto que o bloco tradicional apresenta uma cor cinza característica do concreto, o bloco de RCDs aparenta uma coloração “rosada” (Figura 5), essa cor é resultado da mistura de partes cerâmicas contidas no RCD, afim de minimizar a tonalidade rosa do bloco para que não cause aversão do consumidor é utilizado corante cinza em sua mistura no momento da fabricação.

Figura 5. Bloco de concreto produzido com RCDs.



Fonte: Autoria própria (2018)

Como previamente explicado no item anterior, ainda que possível a obtenção de resultados satisfatórios com a utilização de integralmente de RCDs na fabricação de concreto segundo as pesquisas de Silva (2004), os resíduos da fábrica localizada em Dourados-MS apresentam alta concentração de cerâmica em seu montante, fazendo-se necessária a correção do traço do concreto.

A composição dos blocos de RCDs consiste em 90% de RCD e 10% de areia grossa como agregado miúdo e 100% de RCD como agregado graúdo.

Enquanto os blocos que utilizam o concreto comum são fabricados com um traço de aproximadamente 1:9:3 (para uma resistência característica desejada de 6MPa), sendo respectivamente cimento, agregado miúdo e agregado graúdo, os blocos

analisados com RCDs utilizam o traço 1:9:2 em sua fabricação.

Não existe atualmente normativas brasileiras que descrevem as diretrizes de utilização de resíduos reciclados em blocos de concreto, a NBR 15116:2004 faz referência restrita a utilização de resíduos sólidos da construção no preparo de concreto sem função estrutural.

Devido à falta de normas brasileiras específicas para a confecção de blocos de concreto com agregado reciclado, na presente pesquisa serão consideradas as normas vigentes de blocos vazados de concreto simples para alvenaria (NBR 6136:2016 e NBR 12118:2013).

5. METODOLOGIA

Enquanto a NBR 6136:2016 descreve os requisitos que os blocos de concreto devem atender, a NBR 12118:2013 descreve como deve ser o procedimento de ensaio dos blocos de concreto.

Segundo a NBR 12118:2013, para o ensaio de compressão ser possível é necessário que a prensa (Figura 6) atenda a todos os requisitos na norma ABNT NBR NM ISO 7500-1, e para os laboratórios de ensaio a máquina deve pertencer as classes 0.5 e 1.

Deve ser equipada com dois pratos de apoio de aço, com dureza superficial de no mínimo 55 HRC (55 Rockwell C), sendo que um dos pratos deve ser articulado e atue na face

superior do corpo de prova. Os instrumentos utilizados devem permitir a leitura de carga máxima com aproximação de $\pm 2\%$ (Figura 6).

Figura 6. Prensa hidráulica utilizada no rompimento dos blocos estudados.



Fonte: Autoria própria (2018)

Para a regularização das faces, a norma exige que devam ser feitas regularizações com pastas ou argamassas capazes de resistir às tensões de ensaio, as mesmas não devem exceder 3 mm.

Durante o ensaio de compressão o bloco deve ser posicionado na direção em que o esforço será resistido quando empregado em elementos estruturais, o mesmo deve ter seu centro de gravidade coincidente com o eixo de carga do equipamento utilizado.

As forças de compressão devem ser aplicadas de forma progressiva à razão de $(0,05 \pm 0,01)$ MPa/s para blocos com resistência característica inferior a 8 MPa e $(0,15 \pm 0,03)$ MPa/s para blocos com resistência característica superior a 8 MPa.

Para produzir os blocos foi realizado a diminuição da quantidade de agregado graúdo da mistura, já que o bloco de RCD utiliza agregado graúdo sendo 100% reciclado, fato que poderia refletir negativamente na resistência.

A presente pesquisa de cunho experimental consiste na verificação e comparação da resistência à compressão axial de dois tipos de blocos de concreto utilizando mesmo traço na fabricação, 1:9:2.

Durante o processo de rompimento das amostras, foram utilizados blocos produzidos com RCDs e blocos fabricados a partir dos métodos convencionais, utilizando areia grossa e pedrisco.

O rompimento das amostras é realizado através das seguintes etapas apresentadas:

1º Seleção aleatória de seis corpos de prova (A NBR 6136:2016 exige um mínimo de seis corpos de prova para lotes inferiores a 1000 peças);

2º O repouso de 28 dias para a realização do ensaio (a NBR 12118 determina que o concreto deva ter máxima resistência característica à compressão na data do ensaio);

3.º A regularização das faces apoiadas dos blocos a ser ensaiados (A regularização deve ser feita de acordo com as exigências da NBR 12118);

4º O posicionamento correto sob o eixo de carga da prensa utilizada (Segundo a NBR 12118 o centro de gravidade deve ser coincidente com o eixo de carga);

5º A aplicação de forças de compressão através da prensa hidráulica (A carga deve ser aplicada a razão de $0,05 \pm 0,01$ MPa/s conforme a NBR 12118) até o rompimento do bloco;

6. RESULTADOS

Após a realização do ensaio baseado no comportamento dos blocos de RCD e de concreto convencional, foi possível elaborar as tabelas 3 e 4, apresentando por meio de resultados numéricos os valores de carga de ruptura e resistência à compressão axial, além do valor médio de resistência do conjunto de corpos de prova de cada amostra dos blocos estudados.

Tabela 3. Resistência à compressão axial de blocos de RCD.

Bloco	Carga de ruptura (N)	Resistencia à compressão (Mpa)
CP1	388143,24	7,0
CP2	395694,29	7,1
CP3	376375,39	6,8
CP4	605358,33	11,0
CP5	343131,18	6,2
CP6	380298,01	6,9
Resistencia característica à compressão da amostra		7,5

Fonte: Autoria própria (2018)

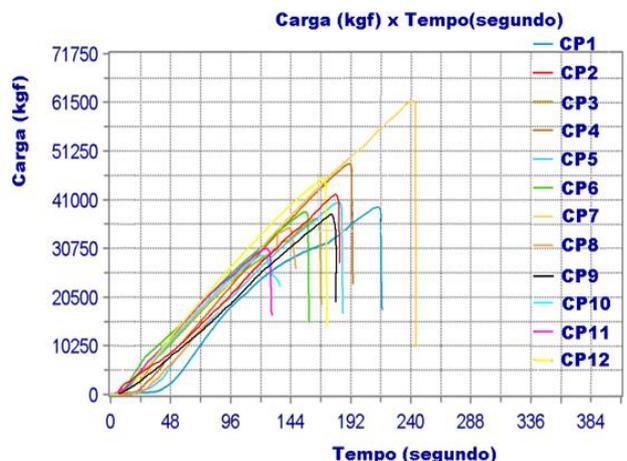
Tabela 4. Resistência à compressão axial de blocos de concreto convencional.

Bloco	Carga de ruptura (N)	Resistencia à compressão (Mpa)
CP7	286841,59	5,2
CP8	300668,82	5,4
CP9	446884,48	8,1
CP10	458750,41	8,2
CP11	363234,61	6,5
CP12	476696,39	8,5
Resistencia característica à compressão da amostra		7,0

Fonte: Autoria própria (2018)

Através dos dados gerados durante o ensaio ainda foi possível obter o gráfico de resistência característica de cada corpo de prova analisado (Figura7), apesar da diferença de valores de carga no momento da ruptura é possível observar que não há grandes divergências em relação a curva Carga x Tempo dos corpos de prova independente dos materiais utilizados em sua confecção.

Figura 7. Gráfico de resistência à compressão.



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 8. Gráfico de resistência média à compressão dos blocos.



Fonte: Autoria própria (2018)

Analisando o resultado do ensaio por meio das tabelas 3 e 4 e o gráfico (Figuras 8), é possível observar que a resistência média dos blocos produzidos com RCD se mostrou maior em relação aos blocos de mesmo traço utilizando material convencional.

Através dos valores obtidos de cada corpo de prova ainda segundo as tabelas 3 e 4, é possível por meio de cálculos observar que a variância dos valores de resistência dos blocos de RCD é maior em relação aos blocos de concreto convencional, a variância calculada dos blocos de RCD é de aproximadamente 2,53MPa enquanto que a variância dos blocos de concreto convencional é de 1,88MPa.

De acordo com os laudos emitidos pelo laboratório (Núcleo Tecnológico UNIGRAN) responsável pela análise das amostras, os blocos analisados de RCD se enquadraram na classificação de blocos estruturais.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os blocos fabricados com RCD e estudados nesta pesquisa atenderam as dimensões e à carga mínima exigida para blocos estruturais pela NBR 6136:2016.

Conforme foi apresentado nos itens anteriores, a utilização do RCD na fabricação de blocos estruturais se mostrou viável quando analisada sua resistência à compressão axial.

A maior variação dos resultados das amostras dos blocos de RCD é explicável pelo fato dos RCDs serem materiais heterogêneos, enquanto os blocos convencionais utilizam unicamente areia grossa e pedrisco em sua fabricação o que proporciona uma ótima padronização, no montante dos RCDs existem diversos materiais como concreto, argamassa, cerâmica, gesso, areia, pedra, entre outros, assim dificultando uma linearidade dos resultados.

Quando comparado as duas variantes de blocos contendo materiais de fabricação distintos em suas composições, os blocos de RCD apresentaram resistência superior ao obtido com os blocos de material convencional, refutando preconceitos de uma possível baixa resistência à compressão por utilizar materiais que seriam descartados por serem provenientes do entulho da obra.

Apesar da necessidade de um maior número de estudos afim garantir uma plena aplicabilidade de RCDs na fabricação de peças

estruturais e não estruturais, as pesquisas existentes até o momento garantem que sua utilização na fabricação de concreto novo é possível.

A utilização de material reciclado na fabricação de blocos, além de garantir uma economia significativa na compra de insumos, já que os mesmos podem ser obtidos facilmente e com preços baixos em empresas de coleta de entulho, garante também uma produção sustentável.

O emprego de RCD na fabricação de peças de concreto ajudaria principalmente na conservação dos recursos naturais, assim como, a preservação de áreas destinadas ao depósito de dejetos da indústria da construção civil, que chega a representar 61% dos resíduos sólidos gerados no meio urbano (PINTO e GONZÁLEZ, 2005).

Para futuras pesquisas sobre os blocos fabricados com RCD é cabível realizar os demais ensaios apresentados na norma NBR 6136:2014, como o ensaio de absorção e área líquida, além de um possível estudo com o intuito de obter o melhor traço em relação ao custo-benefício na produção de tais blocos, para que um maior número de empresários do setor se interessem pela fabricação gerando uma maior visibilidade do produto frente ao mercado consumidor.

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de agradecer a alguns envolvidos nessa pesquisa e durante o período acadêmico.

Primeiramente a Deus por se mostrar presente em todos os momentos de minha vida.

A minha mãe que sempre me apoiou e incentivou durante minha graduação.

A minha família que sempre demonstrou apoio, confiança e disposição de ajudar na minha formação.

Ao professor André Felipe Aparecido de Mello pela orientação, pelo valioso conhecimento transmitido e pela disponibilidade.

Aos meus amigos Gabriel, Ricardo, Daniela e Julia pela amizade e pelos bons momentos ao longo de nossa graduação.

Aos professores que contribuíram para minha formação, transmitindo conhecimento e experiências.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. F.; CHERNICHARO, P. D.; INÁCIO, R. A. C.; FIÚZA, S. M.; MOTA, M. L. A.; SILVA, M. E. C.; CHENNA, S. I. M.; LAGE, W. M. **Plano para minimização dos resíduos sólidos urbanos de Belo Horizonte – Período 2000 – 2004**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, João Pessoa/PB. Anais, ABES:Rio de Janeiro, ABES, 2001.

ALAEJOS, P.; VAZQUEZ, E.; MARTINEZ, F.; POLANCO, A.; ALEZA, F.; PARRA, J. L.; BURÓN, M. **Draft of spanish regulations for the use of recycled aggregate in the production of**

structural concrete. In: INTERNATIONAL RILEM CONFERENCE ON THE USE OF RECYCLED MATERIALS IN BUILDINGS AND STRUCTURES, 2004, Barcelona. Proceedings... França: Elsevier publications, 2004.

ANGULO, S. C.; JOHN, V. M. **Variabilidade dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados.** *Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil*, v. 1, n. 1, p. 22-32, maio 2004.

ANGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico de concretos.** 2005. 167 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ARANEDA, L. F. **Tipo de argila para cerâmica.** Canoas. 2015. Laureate International Universities.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).
NBR 6136: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural.** Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).
NBR 12118: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: Métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).
NBR 15.116: **Agregados 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 (ABNT).

NBR 15961: **Alvenaria estrutural — Blocos de concreto.** Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução no 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, no 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96.

CABRAL, A. E. B. et al . **Desempenho de concretos com agregados reciclados de cerâmica vermelha.** *Cerâmica*, São Paulo , v. 55, n. 336, p. 448-460, Dec. 2009. Disponível em<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132009000400016&lng=en&nrm=iso>

CAMPOS, Marco Antonio; PAULON, Vladimir Antonio. **Utilização de agregados alternativos de isoladores elétricos de porcelana em concretos.** *Concr. cem. investig. desarro*, México, v. 7, n. 1, p. 30-43, dic. 2015. Disponível em <<http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sciarttext&pid=S2007-30112015000200002&lng=es&nrm=iso>>. Acessado em 11 nov. 2018.

CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A.; COSTA. D. B. et al. **Characterization of C&D waste and processed debris aiming the production of construction materials.** In: CIB SYMPOSIUM INCONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE, 2000, São Paulo, Brasil.Proceedings... [CD-ROM]. São Paulo: CIB, 2000. 10p.

ROCHA, B. M. F.;FIGUEIREDO, F. B.;ALTRAN, D. (2016). **Estudo das propriedades físicas, mecânicas e aplicação do concreto leve com a utilização de agregados de poliestireno expandido - eps.** COLLOQUIUM EXACTARUM. 8. 36-43. 10.5747/ce.2016.v08.n3.e164.

GONÇALVES, R.D.C. (2001). **Agregados reciclados de resíduos de concreto: um**

novo material para dosagens estruturais. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

HANSEN, T.C. RILEM Report 6 – **Recycling of Demolish Concrete and Mansory.** London, E & FN SPON in imprint of Chapman & Hall. 305p, 1992.

LIMA, S. A.; SALES, A.; MORETTI, J. P.; SANTOS, T. J. **Análise de argamassas confeccionadas com a cinza do bagaço da cana-de-açúcar em substituição ao agregado miúdo.** Revista Tecnológica, Maringá, Edição Especial ENTECA, p. 87-97, 2009.

MARQUES NETO, J. C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15).** 2009. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil.** Brasília: CEF, 2005. v. 1. 196 p. (Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios, v. 1).

SCOBAR, R. L. **Concreto leve estrutural: substituição do agregado graúdo convencional por argila expandida.** Trabalho de conclusão de graduação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

SILVA, Luiz Ricardo Amaro da. **Utilização do entulho como agregado para a produção de concreto reciclado.** 2004. 113 p. Tese (Pós-graduação em engenharia civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

XAVIER, L. L.; ROCHA, J. C. **Materiais de construção civil.** Curso de Engenharia civil. Florianópolis. 2000. Apostila de materiais de construção civil. Universidade Federal de Santa Catarina.