



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB**  
**PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**JOSEANO JOSÉ DE ANDRADE VIEIRA**  
**MARIA DE FATIMA FORMIGA PEDROSA**

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE BLOCO DE CONCRETO COMO AGREGADO NA  
PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO.**

**BRASÍLIA**

**2018**



**JOSEANO JOSÉ DE ANDRADE VIEIRA**  
**MARIA DE FATIMA FORMIGA PEDROSA**

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE BLOCO DE CONCRETO COMO AGREGADO NA  
PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO.**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica  
apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e  
Pesquisa.

Orientação: MSc. Luciana Nascimento Lins

**BRASÍLIA**

**2018**

Pois porque se uniu a mim, eu o livrarei,  
E o protegerei, pois conhece o meu nome.  
Quando me invocar, eu o atenderei;  
Na tribulação estarei com ele.  
Hei de livrá-lo e o cobrirei de Glória.  
Será favorecido de longos dias,  
E eu lhe mostrarei a minha salvação.

**Salmo 90, 14-16.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Deus em primeiro lugar, pois ele é a rocha que nos sustenta todos os dias.

Aos nossos pais.

À Luciana do Nascimento Lins, nossa orientadora, que ajudou ativamente na elaboração deste trabalho e também na nossa formação acadêmica.

Aos demais professores, que estiveram conosco nesta jornada.

Aos técnicos do laboratório, Francisco e Regis.

Aos nossos amigos.

À Concretcno por ter nos cedido o material necessário para a elaboração desta pesquisa.

## **UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE BLOCO DE CONCRETO COMO AGREGADO NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO.**

**Joseano José de Andrade Vieira – UniCEUB, PIC voluntário**  
*joseano.vieira@sempreceub.com*

**Maria de Fatima Formiga Pedrosa – UniCEUB, PIC voluntário**  
*maria.pedrosa@sempreceub.com*

**MSc. Luciana Nascimento Lins – UniCEUB, professor orientador**  
*luciana.lins@ceub.edu.br*

A utilização de agregado reciclado em qualquer área de uma obra ou construção é benéfica para o meio ambiente, a economia e a sociedade. A reciclagem, além de contribuir com a limpeza da cidade, poupa os rios, represas, terrenos baldios, esgotos sanitários, alivia o impacto nos aterros sanitários e lixões, e até ameniza alagamentos e enchentes, pelo fato de evitar que os resíduos acumulem em bueiros, onde torna o sistema de drenagem local mais eficaz e o solo mais permeável. O objetivo desta pesquisa foi analisar se é possível utilizar os resíduos de bloco de concreto como agregado miúdo para a produção de argamassas de assentamento. Para atingir tal objetivo, foi necessário seguir a norma de requisitos da ABNT e para isso foram feitos diversos ensaios laboratoriais, ambos com o intuito de verificar se essa argamassa passa em todos os requisitos que a norma descreve e exige. Seguindo o mesmo direcionamento, foi realizado também testes com uma argamassa industrializada para fazer um comparativo entre a supracitada e a de resíduo. Para obter os resultados de cada argamassa, foram executados vários ensaios laboratoriais seguindo as normas da ABNT, onde os principais fatores analisados são: resistência a compressão, densidade aparente no estado endurecido e no estado fresco, resistência à tração na flexão, coeficiente de capilaridade, massa específica no estado fresco, retenção de água e resistência potencial de aderência à tração. O estudo constatou que a argamassa industrializada ficou classificada como U1 D1 R6 P6 M3 C5 e a argamassa de resíduo foi classificada como U5 D4 R4 P3 M3 C5. Diante disso, concluiu-se que é possível a utilização dos blocos de concreto como agregado miúdo na produção de argamassas de assentamento, pois apesar dela ter se mostrado inferior a argamassa industrializada em alguns aspectos, a argamassa de resíduo ficou dentro dos parâmetros exigidos pela ABNT NBR 13281:2005, mostrando-se ser viável economicamente e ambientalmente na reutilização dos resíduos de bloco de concreto.

**Palavras-Chave: Argamassa industrializada. Argamassa de resíduo. Sustentabilidade. Ensaio laboratoriais.**

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Resíduo passado na peneira de número 30 .....	16
FIGURA 2: Misturador mecânico utilizado no ensaio .....	18
FIGURA 3: Determinação do índice de consistência da argamassa com resíduo .....	18
FIGURA 4: Ensaio de tração na flexão .....	19
FIGURA 5: Ensaio de absorção por capilaridade .....	19
FIGURA 6: Ensaio de densidade de massa no estado fresco .....	20
FIGURA 7: Ensaio de retenção de água .....	20
FIGURA 8: Argamassa sobre o substrato .....	21
FIGURA 9: Colagem das pastilhas na argamassa .....	21
FIGURA 10: Pastilhas arrancadas .....	21

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Quantidade de cada material para a argamassa com resíduo .....	15
TABELA 2: Quantidade estabelecida pela fabricante .....	15

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Curva granulométrica do resíduo .....	16
GRÁFICO 2: Curva granulométrica da argamassa industrializada .....	17



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Resultados dos experimentos .....	22
---	----

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
2.1 ARGAMASSA .....	12
2.1.1 AGLOMERANTE.....	13
2.1.2 AGREGADO .....	13
2.1.3 ADITIVO.....	14
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	14
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO .....	15
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO .....	16
3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA .....	17
3.4 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA E REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS .....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
4.1 RETENÇÃO DE ÁGUA.....	22
4.2 DENSIDADES DE MASSA.....	22
4.3 COEFICIENTE DE CAPILARIDADE .....	23
4.4 RESISTÊNCIA POTENCIAL DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO.....	23
4.5 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO .....	24
4.6 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO.....	24
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de agregado reciclado em qualquer área de uma obra ou construção é benéfica para o meio ambiente, a economia e a sociedade. A reciclagem, além de contribuir com a limpeza da cidade, poupa os rios, represas, terrenos baldios, esgotamento sanitário, alivia o impacto nos aterros sanitários e lixões, e até ameniza alagamentos e enchentes, uma vez que, os resíduos não vão parar em bueiros e assim não impermeabiliza o solo. (ABRECON, 2010)

Quando se diz resíduos de construção e demolição existem complicações a serem consideradas como: o profundo desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais e financeiros envolvidos e, inclusive, das possibilidades de seu reaproveitamento. (PINTO,1999)

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, por meio da resolução 307/2002 define que resíduos da construção civil advêm de construções, reformas e demolição e os classifica em quatro classes. No Artigo 3º da resolução CONAMA 307/2002 define-se:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Nos últimos anos com o desenvolvimento do mundo globalizado a construção civil teve uma grande demanda e como consequência aumentou-se a quantidade de entulhos provenientes das construções e demolições, e dentre esses entulhos estão os blocos de

concretos que são provenientes das sobras ou que apresentaram falhas de qualidade no seu processo construtivo.

O objetivo deste artigo foi realizar uma avaliação por meio de testes laboratoriais definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para verificar se tanto a argamassa produzida com os resíduos de bloco de concreto como agregado miúdo, como a argamassa industrializada, atendem a ABNT NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos, pois é nesta norma que se encontra os requisitos mínimos que uma argamassa precisa ter para ser utilizada de maneira eficiente na construção civil. Na pesquisa foram analisados os seguintes aspectos: resistência a compressão, densidade aparente no estado endurecido e no estado fresco, resistência à tração na flexão, coeficiente de capilaridade, massa no estado fresco, retenção de água e resistência potencial de aderência à tração. O estudo também tem finalidade de ampliar o conhecimento das propriedades e os comportamentos das argamassas produzidas com agregados reciclados.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo serão abordados os principais aspectos técnicos que servirão de embasamento teórico para este trabalho.

### **2.1 ARGAMASSA**

Entre as definições de argamassa pode-se citar o conceito segundo a norma ABNT NBR 13281 (2005), onde a argamassa é uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria.

Segundo Recena (2012), quanto à utilização, a argamassa se classifica em argamassas de assentamento, argamassa de fixação, argamassas de regularização, argamassa de recuperação e proteção e argamassa de revestimento.

Para este artigo foi estudado a argamassa de assentamento, ela é utilizada na união entre dois componentes, onde os componentes podem ser blocos de concretos ou cerâmicos, a principal função desse tipo de argamassa é realizar a vedação.

### 2.1.1 AGLOMERANTE

Segundo Araújo (2000, p. 18), aglomerante é um material ativo, ligante, em geral pulverulento, que em contato com a água forma uma pasta cuja principal função é promover a união ou aglutinação desta pasta com os grãos do agregado. São utilizados na obtenção das argamassas e concretos, na forma da própria pasta. O tipo de aglomerante utilizado no presente trabalho foi o Cimento Portland.

- **Cimento Portland**

A ABNT NBR 5732 (1991) define cimento portland como:

Aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer portland, ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Durante a moagem, é permitido adicionar a esta mistura materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto-forno e/ou materiais carbonáticos.

### 2.1.2 AGREGADO

De acordo com Neto (2011), agregado é: “material granular, sem forma ou volume definido, de dimensões e propriedades adequadas às obras de engenharia, em particular ao fabrico de concreto e argamassas de cimento Portland”.

Quanto a sua origem, eles podem ser classificados como agregado natural, artificial, britado e reciclado. Quanto as dimensões dos grãos, eles são classificados como agregado graúdo e miúdo. Agregado graúdo é aquele cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha 152 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha 4,75mm, enquanto o agregado miúdo é aquele cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha 0,075 mm.

Os resíduos dos blocos de concreto utilizados neste trabalho foram britados e posteriormente peneirados, todos passando pela peneira de 0,6 mm sendo classificado como agregado miúdo e reciclado.

### **2.1.3 ADITIVO**

Os aditivos são utilizados principalmente em argamassas e em concretos, com o objetivo de se obter uma qualidade melhor do produto final. Ele age incrementando algumas propriedades, tornando-os mais trabalháveis. Ainda possuem uma classificação de acordo com os seus objetivos, como: plastificantes, superplastificantes, produtos de cura, dispersores, impermeabilizantes, produtores de gás ou espuma, redutores de água e os incorporadores de ar, onde esse último foi utilizado no traço do trabalho.

Os incorporadores de ar têm como principal objetivo aumentar a durabilidade, melhorando a plasticidade e facilitando a utilização. São muito usados em concretos com baixo teor de cimento para melhorar a coesão e diminuir a exsudação (CARVALHO FILHO; NASCIMENTO, 2004). Esses aditivos reduzem a tensão superficial da água, incorporando bolhas resistentes, estáveis e próximas umas das outras. Sua eficiência dependerá dos finos contidos na argamassa ou concreto, onde quanto mais finos menor a quantidade de ar incorporado. Vale ressaltar que se for incorporado bastante ar, há uma perda na resistência.

## **3. METODOLOGIA**

Para cumprir o objetivo deste trabalho, foram realizados os ensaios para caracterizar os materiais constituintes da argamassa para assentamento e em seguida foram realizados ensaios laboratoriais para determinar a resistência à compressão, densidade de massa aparente no estado endurecido, resistência à tração na flexão, coeficiente de capilaridade, densidade de massa no estado fresco, retenção de água e resistência potencial de aderência à tração das argamassas. Esses materiais foram concedidos pelo UNICEUB e pela empresa CONCRETECNO, localizada em Ceilândia – DF, o cimento utilizado foi o CP II Z 32 RS, a argamassa industrializada, é da marca Axton de 20 Kg, sendo encontrada com facilidade no mercado.

Foram utilizados dois traços com diferentes proporções, onde o traço 1 (Tabela 1) foi para a argamassa feita com o resíduo e o traço 2 (Tabela 2) foi para a argamassa industrializada.

Tabela 1: Quantidade de cada material para a argamassa com resíduo.

Cimento (kg)	0,200
Agregado (kg)	1,100
Água (kg)	0,370
Aditivo (g)	6

Fonte: Autores (2018)

Os agregados nesse primeiro traço, foram britados e passados na peneira de número 30 com abertura de 0,6 mm, sendo caracterizado como agregado fino.

Tabela 2: Quantidade estabelecida pela fabricante.

Argamassa (kg)	1,300
Água (kg)	0,260

Fonte: Autores (2018)

Os agregados nesse segundo traço têm uma predominância de grãos finos, principalmente na peneira de número 100, pois foi o que determinou a escolha da granulometria escolhida do resíduo de bloco de concreto, onde buscou-se a maior aproximação possível da argamassa industrializada. Há uma diferença entre os traços na quantidade de água, no aditivo e nos agregados, tendo em vista que para a argamassa industrializada foi seguida a dosagem do fabricante.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO

O cimento utilizado foi o CP II Z 32 RS, para realizar a caracterização desse cimento foram seguidas as recomendações das NBR's 11578 (1991) (módulo de finura), 7215 (1996) (Determinação da resistência à compressão), NM 43 (2003) (Determinação da pasta de consistência normal), NM 65 (2003) (Determinação do tempo de pega).

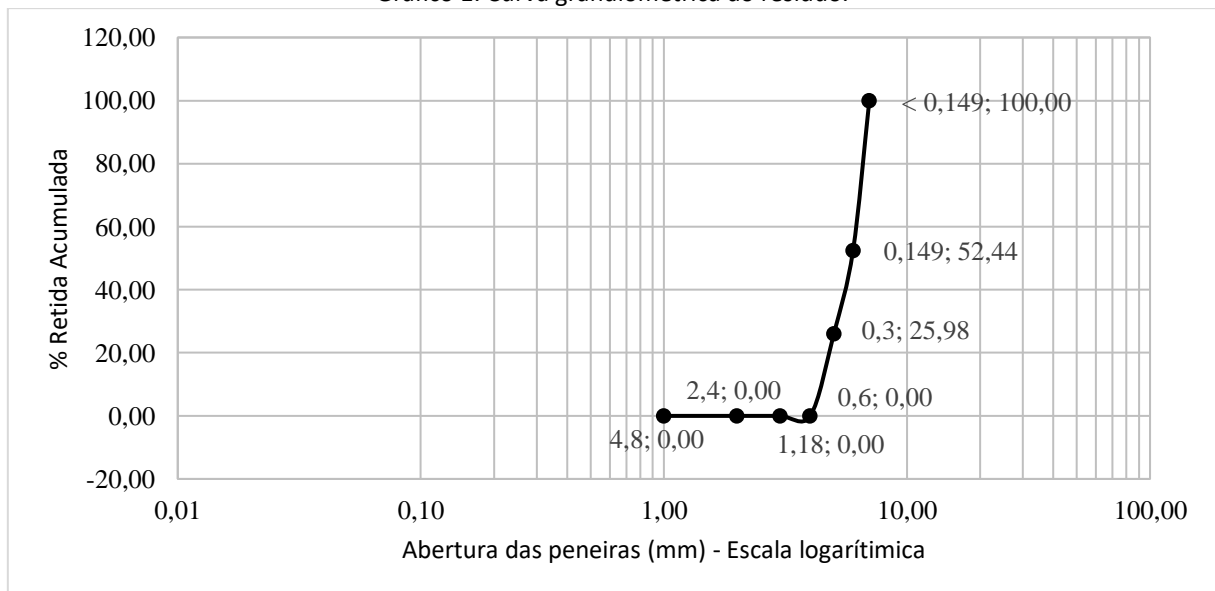
Como resultados dos experimentos, constatou-se que o módulo de finura foi de 1,244 %, ou seja, está dentro dos parâmetros da ABNT NBR 11578 (1991) - Cimento Portland Composto - que exige um módulo de finura menor que 12% para esse tipo de cimento. Já para a determinação de resistência à compressão, foram alcançadas tensões de 25,31 e 40 Mpa para 3,7, 28 dias, respectivamente. O tempo mínimo de início de pega do cimento portland deve ser de 1h e o tempo máximo de fim de pega deve ser de 10 h, o cimento utilizado

alcançou o início de pega as 2 horas e o fim de pega as 3:18 horas, portanto, o cimento atende aos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 11578 (1991) - Cimento Portland Composto.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO

Para encontrar a granulometria da areia de resíduos utilizada neste trabalho, foi utilizado como referência a ABNT NBR NM 248 (2003): Agregados – Determinação da composição granulométrica. As peneiras utilizadas tinham as aberturas em milímetros de 9,5; 6,3; 4,75; 2,36; 1,18; 0,6; 0,3 e 0,15, a partir das porcentagens acumuladas em cada peneira, foi possível gerar a curva granulométrica do agregado, conforme o gráfico abaixo, caracterizando-o como granulometria contínua com um módulo de finura de 0,78.

Gráfico 1: Curva granulométrica do resíduo.



Fonte: Autores (2018)

Figura 1: Resíduo passado na peneira de número 30.

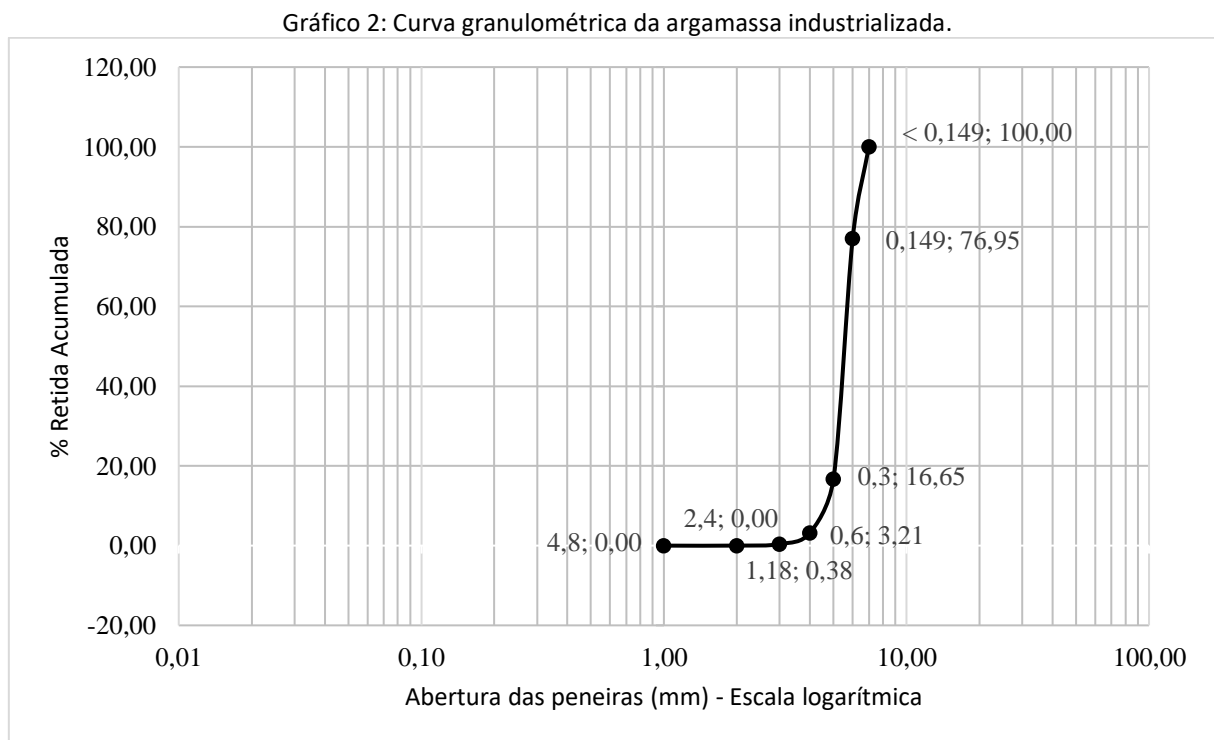


Fonte: Autores (2018)



### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA

Com os dados obtido da argamassa industrial foi definido um traço para a realização dos ensaios com os resíduos de bloco, de forma que se aproximou o máximo possível de suas características. Tal argamassa mostrou uma granulometria conforme o gráfico 2 e um modulo de finura de 0,97.



### 3.4 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA E REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Para realizar a perfeita homogeneização dos componentes da argamassa, foi utilizado um misturador mecânico (Figura 2), onde a ordem de cada material colocado e o tempo de mistura, seguiu as recomendações da ABNT NBR 7215 (1996). O ensaio de índice de consistência foi realizado na mesa Flow table (Figura 3) padrão desta mesma norma.

Figura 2: Misturador mecânico utilizado no ensaio.



Fonte: Autores (2018)

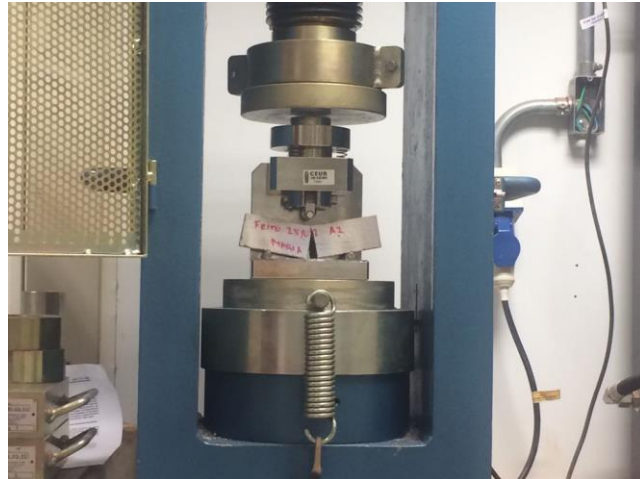
Figura 3: Determinação do índice de consistência da argamassa com resíduo.



Fonte: Autores (2018).

Os Corpos de Prova (CP's), prismáticos, três de cada argamassa, com dimensões de 4 cm x 4 cm x 16 cm, foram ensaiados aos 28 dias de idade (Figura 4). Para os ensaios de resistência à compressão e resistência à tração na flexão foram seguidas as recomendações da ABNT NBR 13279:2005.

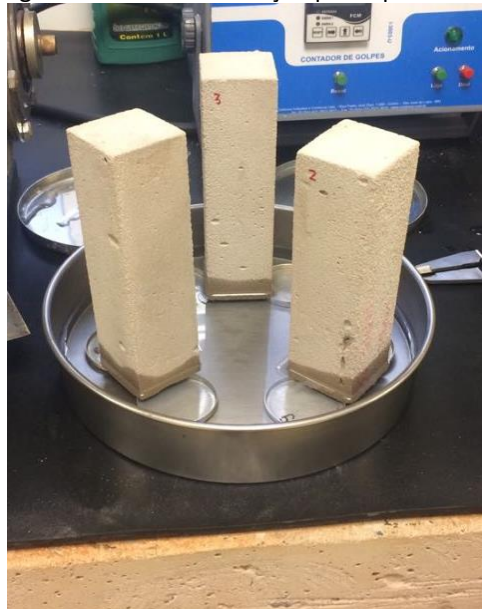
Figura 4: Ensaio de tração na flexão.



Fonte: Autores (2018)

Para o ensaio de absorção de água por capilaridade (Figura 5), foram colocados três CP's de cada traço com uma das extremidades em contato com uma lâmina d'água de 5 mm, de acordo com a ABNT NBR 15259 (2005). Esse ensaio mede a quantidade de água absorvida pelo corpo de prova no decorrer de tempos determinados pela norma.

Figura 5: Ensaio de absorção por capilaridade.

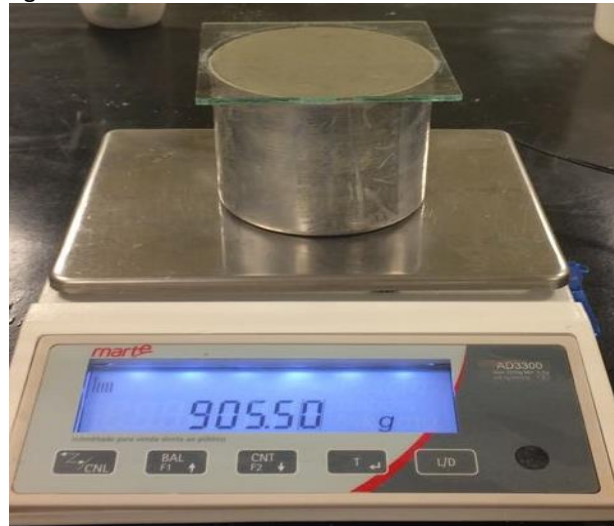


Fonte: Autores (2018)

Para o ensaio de determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido, foi seguido as recomendações da ABNT NBR 13280:2005, onde os CP's na idade de 28 dias foram pesados e tiveram suas medidas determinadas com o auxílio de um paquímetro.

Para o ensaio de densidade de massa no estado fresco, foi seguido as recomendações da ABNT NBR 13278:2005, a argamassa foi colocada em um cilindro de 400cm<sup>3</sup> e esse cilindro foi vedado com uma placa de vidro (Figura 6), o conjunto cilindro-placa foi pesado e determinado sua massa.

Figura 6: Ensaio de densidade de massa no estado fresco.



Fonte: Autores (2018)

Para o ensaio de retenção de água, foi seguido as recomendações da ABNT NBR 13277:2005, foi utilizado o funil de Buchner e uma bomba de vácuo (Figura 7), discos de papel-filtro e outros utensílios de laboratório.

Figura 7: Ensaio de retenção de água.



Fonte: Autores (2018)

Para o ensaio de resistência potencial de aderência à tração, foi seguido as recomendações da ABNT NBR 15258:2005, onde a argamassa foi colocada sobre o substrato com o auxílio do gabarito (Figura 8), e aos 25 dias foi realizado a colagem das pastilhas na

argamassa (Figura 9), quando completou os 28 dias que a argamassa tinha sido preparada, fez-se o arranchamento das pastilhas (Figura 10), com o auxílio de equipamento de tração, conforme a norma.

Figura 8: Argamassa sobre o substrato.



Fonte: Autores (2018)

Figura 9: Colagem das pastilhas na argamassa.



Fonte: Autores (2018)

Figura 10: Pastilhas arrancadas.



Fonte: Autores (2018)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para todos os ensaios estão expostos no Quadro 1.

Quadro 1: Resultados dos experimentos.

RESULTADOS								
	Índice de consistência NBR - 13276:2016	Retenção de água NBR - 13277:2005	Densidade de massa no estado fresco NBR - 13278:2005	Densidade de massa aparente no estado endurecido NBR - 13280-2005	Coefficiente de capilaridade NBR - 15259:2005	Resistência potencial de aderência à tração NBR - 15258:2005	Resistência à tração na flexão NBR - 13279:2005	Resistência à compressão NBR - 13279:2005
<b>Argamassa Industrializada</b>	245 mm	75,60%	1.388 Kg/m <sup>3</sup>	1.310 Kg/m <sup>3</sup>	5,7 g/dm <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup>	0,00178 Mpa	5,11 Mpa	6,21 Mpa
<b>Argamassa de Resíduos</b>	262 mm	91,15%	1.612 Kg/m <sup>3</sup>	1.337 Kg/m <sup>3</sup>	6,4 g/dm <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup>	0,00106 Mpa	2,09 Mpa	3,19 Mpa

Fonte: Autores (2018)

#### 4.1 RETENÇÃO DE ÁGUA

Segundo Carasek (2007), retenção de água é uma propriedade que está associada à capacidade da argamassa fresca manter a sua trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provocam perda de água de amassamento, seja por evaporação seja pela absorção de água da base. O módulo de finura (MF) do resíduo deu 0,78 e o MF da argamassa deu 0,97 isso implica num maior poder de retenção da argamassa de resíduo, pois quanto mais fino o material maior será sua superfície específica e com isso maior seu poder de retenção.

Ambas as argamassas estão de acordo com a ABNT NBR 13281:2005 (Requisitos), sendo que a argamassa industrializada foi classificada como U1 ( $\leq 78\%$ ) e a argamassa de resíduo foi classificada como U5 (91 a 95 %), portanto neste requisito a argamassa de resíduo foi superior a argamassa industrializada, pois reteve mais água.

#### 4.2 DENSIDADES DE MASSA

A densidade de massa depende principalmente do teor de ar incorporado na massa e da massa específica do agregado miúdo, quanto mais leve for o agregado, maior será a trabalhabilidade da argamassa a longo prazo, isto implica em um menor esforço do operário na hora da aplicação e com isso aumenta-se a produtividade do mesmo, segundo a

classificação de Carasek (2007) a argamassa industrializada foi classificada como uma argamassa leve, pois sua densidade foi menor que  $1400 \text{ Kg/m}^3$ , já a argamassa de resíduo foi classificada como uma argamassa normal tendo em vista que sua densidade ficou maior que 1400 e menor que  $2300 \text{ kg/m}^3$ .

Ambas as argamassas estão de acordo com a ABNT NBR 13281:2005 (Requisitos), sendo que a primeira foi classificada como D1 e a segunda foi classificada como D4.

### **4.3 COEFICIENTE DE CAPILARIDADE**

A capilaridade é a tendência da água ou qualquer outro líquido ascender em corpos porosos, causados pela tensão superficial. Na argamassa endurecida, o tamanho e a continuidade dos poros controlam a absorção de água e o coeficiente de capilaridade. A porosidade nas argamassas está relacionada à resistência mecânica de forma inversa. (MEHTA & MONTEIRO, 2008).

O objetivo do ensaio foi medir o quanto de água os CP's absorveram, quanto mais poroso for o CP maior será a absorção e conseqüentemente a argamassa será menos impermeável, essa porosidade também diminui a sua resistência mecânica. Ambas as argamassas estão de acordo com a ABNT NBR 13281:2005 (Requisitos), sendo classificadas como C5.

### **4.4 RESISTÊNCIA POTENCIAL DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO**

Entende-se por resistência de aderência de uma argamassa, a capacidade desta em absorver tensões normais e tangenciais à superfície de interface argamassa/base. A aderência é significativamente influenciada pelas condições da base, como a porosidade e absorção de água, resistência mecânica, textura superficial e pelas próprias condições de execução do assentamento de componentes da base. A capacidade de aderência da interface base-argamassa depende, ainda, da capacidade de retenção de água, da consistência e do teor de ar incorporado da argamassa. (BARRETO E BRANDÃO, 2014)

Ambas as argamassas foram classificadas com A1 nos requisitos da ABNT NBR 13281:2005, pois foram menores que 0,20 MPa, entretanto apesar de estarem dentro da

classificação da norma, ambas as argamassas apresentaram valores bem baixos, e esse fator pode prejudicar o desempenho da argamassa.

#### **4.5 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO**

A resistência à tração na flexão das argamassas revela sua capacidade de deformação por causa naturais, tais como, as de origem térmica, retração por secagem, e até mesmo o peso próprio da alvenaria. No que tange esse aspecto, ambas as argamassas estão de acordo com a ABNT NBR 13281:2005 (Requisitos), sendo que a argamassa industrializada foi classificada como R6 e a argamassa de resíduo foi classificada como R4.

#### **4.6 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO**

Compressão é a tendência de um corpo reduzir suas dimensões com efeito de uma força aplicada, esse aspecto mecânico da argamassa está ligado a capacidade de carga da mesma, ambas as argamassas estão dentro dos parâmetros da ABNT NBR 13281:2005 (Requisitos), sendo que a argamassa industrializada foi classificada como P6 e a argamassa de resíduo foi classificada como P3.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do aproveitamento dos resíduos de bloco na construção civil é de grande importância, pois a reciclagem dos blocos além de diminuir os impactos ao meio ambiente, também acarreta menor custo para a empresa, pois o descarte dos blocos gera custos adicionais, com o transporte desses blocos para o destino final, por exemplo.

O objetivo dessa pesquisa foi analisar se é possível utilizar os resíduos de bloco de concreto como agregado miúdo para a produção de argamassas de assentamento, segundo a norma de requisitos da ABNT e para isso foram feitos diversos ensaios laboratoriais para verificar se essa argamassa passa em todos os requisitos que a norma exige, também foi realizado testes com uma argamassa industrializada para fazer um comparativo de ambas as argamassas.

A argamassa industrializada ficou classificada como U1 D1 R6 P6 M3 C5 e a argamassa de resíduo foi classificada como U5 D4 R4 P3 M3 C5. Em alguns aspectos a argamassa industrializada se mostrou superior a argamassa de resíduo e em outros aspectos as argamassas se mostraram iguais, de acordo com a classificação da norma de requisitos.

Com isso concluiu-se que é possível a utilização dos blocos de concreto como agregado miúdo na produção de argamassas de assentamento, pois apesar dela ter se mostrado inferior a argamassa industrializada em alguns aspectos, a argamassa de resíduo ficou dentro dos parâmetros exigidos pela ABNT NBR 13281:2005, mostrando-se ser viável economicamente e ambientalmente, necessitando de algumas modificações ou incrementos para atingir resultados ainda mais satisfatórios.

## REFERÊNCIAS

ABRECON (Ed.). DECRETO Nº 7.404, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010. 2010. Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/index.php/legislacao/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ABRECON (Ed.). MERCADO. 2010. Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/index.php/legislacao/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ARAÚJO, R. C., RODRIGUES, E. H., & FREITAS, E. G. Materiais de Construção. Rio de Janeiro: Universidade Rural, 2000.Cap.03.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. 2 ed. Rio de Janeiro, 2009. 6 p.

\_\_\_ NBR 13276: - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.

\_\_\_ NBR 13277: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.

\_\_\_ NBR 13278: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 4 p.

\_\_\_ NBR 13279: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão - Método de ensaio. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 9 p.

\_\_\_ NBR 13280: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 2 p.

\_\_\_ NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 7 p.

\_\_\_ NBR 15258: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 5 p.

\_\_\_ NBR 15259: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.

\_\_\_ NBR 5732: cimento Portland comum. 2 ed. Rio de Janeiro, 1991.

\_\_\_\_, NBR 7215, Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. 2 ed. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_, NBR NM 248, Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

BARRETO, M.F.O & BRANDÃO, P. R. G. Avaliação da resistência de aderência à tração de argamassas de cimento portland novas e envelhecidas. 2014. 10. Artigo – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Cuiabá, 2014.

BRASIL. Congresso. Senado. Constituição (2010). Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui A Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 12 agosto 2018.

BRASIL. Constituição (2010). Decreto nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos Para A Gestão dos Resíduos da Construção Civil. Brasília, DF, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 30 maio 2018.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, Geraldo Cechella. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais. São Paulo: Arte Interativa, 2007. Cap. 26, p. 863-904.

CARVALHO, José Carlos. RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. 2002. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/\\_arquivos/36\\_09102008030504.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2016

CARVALHO FILHO, Moacyr; NASCIMENTO, Luciana Lins. Apostila de Materiais de Construção Civil I. Rio de Janeiro: Fev, 2004.

MELO, Fellipe César Andrade de Costa. Análise de argamassas com substituição parcial do cimento portland por cinza residual de lenha de algaroba. 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/14842>>. Acesso em: 25 maio 2016.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais. 3. ed. São Paulo: Arte Interativa, 2008.

NETO, C. S. Agregados Naturais, Britados e Artificiais para Concreto. In: Isaia G. C. (Ed) – Concreto: Ciência e Tecnologia. 1 ed. São Paulo, 2011. Cap. 07.

RECENA, F. A. Conhecendo Argamassa. 2 ed. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2012.

PINTO, Tarcísio de Paula. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 1999. 189p.