ARGAMASSA AUTONIVELANTE COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DO CORTE DE MÁRMORES E GRANITOS (RCMG): PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS

Tema: Sustentabilidade, vida útil e meio ambiente.
Grupo: 1

GABRIELA A. MENDES [1], CARMEANE EFFTING [2], ADILSON SCHACKOW [3]

[1]Mestranda, PPGEC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina/UDESC, gabriela.azambujam@gmail.com
[2] Profª. Drª., PPGEC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina/UDESC, carmeane.effting@udesc.br
[3]Dr., Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina/UDESC, adilson.schackow@udesc.br

RESUMO

Foram desenvolvidas argamassas autonivelantes para contrapiso com o RCMG (adição de 40% e 50% em relação a massa de cimento) e sem o resíduo variando-se a quantidade de aditivo modificador de viscosidade e superplastificante, relação água/cimento e cimento/areia. Paralelamente foi estudado um produto comercializado. Propriedades nos estados fresco (espalhamento/*flow,* e *healing time* após 20 e 30min), e endurecido (resistência à compressão) foram ensaiadas conforme a ASTM 1708 (2016). A presença do resíduo melhorou a trabalhabilidade das argamassas, devido ao efeito fíler destas partículas na pasta de cimento. A mistura otimizada com 40% RCMG, fator água/cimento de 0,5, proporção cimento/areia de 1:1,5 (em massa) e resistência de 36,34 MPa aos 28 dias, apresentou melhor desempenho. A mistura comercial obteve 25,40 MPa de resistência à compressão aos 28 dias.

Palavras-chave: argamassa autonivelante, resíduo, propriedades mecânicas.

SELF-LEVELING MORTAR WITH ADDITION OF MARBLE AND GRANITE CUTTING WASTE (RCMG): PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

ABSTRACT

Self-leveling mortar for subfloor with the RCMG (addition of 40% and 50% in relation to the cement mass) and without the waste were developed by varying the amount of viscosity modifying additive and superplasticizer, relation water/cement and cement/sand. In parallel, a commercialized product was studied. Properties in the fresh state (spreading/flow, and healing time after 20 and 30min), and hardened (tensile compressive strength) were tested according to the ASTM 1708 (2016). The presence of the waste significantly improved the workability of the mortars, due to the filler effect effect of the particles in the cement paste. The optimized mixture with 40% waste, water/cement factor of 0.5, cement/sand ratio of 1: 1.5 (by weight) and strength of 36,34 MPa at 28 days, presented better performance. The commercial mixture obtained 25.40 MPa of compressive strength at 28 days.

Keywords: self-leveling mortar, waste, mechanical properties.

1. INTRODUÇÃO

Devido à necessidade de racionalizar recursos naturais e atender a demanda de soluções construtivas rápidas estão sendo desenvolvidas argamassas autonivelantes para contrapiso. O material pode ser bombeado, e por se autonivelar pela ação do peso próprio e da gravidade é capaz de reduzir o número de trabalhadores envolvidos no processo construtivo, acelerando a execução desta etapa em canteiro de obras se comparado com o sistema tradicional.

A camada de contrapiso é um estrato com as funções de regularizar o substrato, proporcionando uma superfície uniforme de apoio, coesa, aderida ou não, e adequada à camada de acabamento, podendo servir como camada de embutimento, caimento ou declividade. A Figura 1 exemplifica o sistema de piso proposto pela norma NBR 15575-3 [(1)].

Figura 1 - Exemplo de um sistema de piso e seus elementos



Fonte: ABNT NBR 15575-3 (2013) [(1)]

Argamassas autonivelantes, são formulações de cimento Portland de alta resistência inicial (25 a 45% da massa total) e areia fina quartzosa (40 a 60%). Os 10 a 15% restantes da massa é formado por aditivos químicos e adições minerais destinados a modificar as características reológicas no estado fresco e as propriedades físico-mecânicas no estado endurecido, de modo a atender aos requisitos de instalação, carga, solicitação e durabilidade[(2)].

Vantagens no processo executivo das argamassas autonivelantes: ganhos de produtividade de mão de obra e no planejamento físico da obra; solução econômica e fácil de usar; possui baixa retração; é durável; é compatível com a maioria das argamassas colantes do mercado[(3)].

Argamassas autonivelantes possuem a propriedade de adensamento em virtude da reologia que as tornam bastante fluidas, sem que aconteça exsudação e segregação. Tem sido desenvolvidos estudos com a busca por adições minerais que beneficiem às argamassas de forma sustentável[(4)].

O setor de exploração de rochas ornamentais no Brasil movimentou cerca de US$ 5,0 bilhões em 2017[(5)]. As atividades relacionadas à extração e beneficiamento de rochas, porém, acarretam graves consequências ambientais nos resíduos sólidos gerados, sendo sua reciclagem e uso na construção civil (em compósitos de base cimentícia) uma boa alternativa

na mitigação do impacto ambiental e na otimização de soluções visando o desenvolvimento sustentável do setor[6,7].

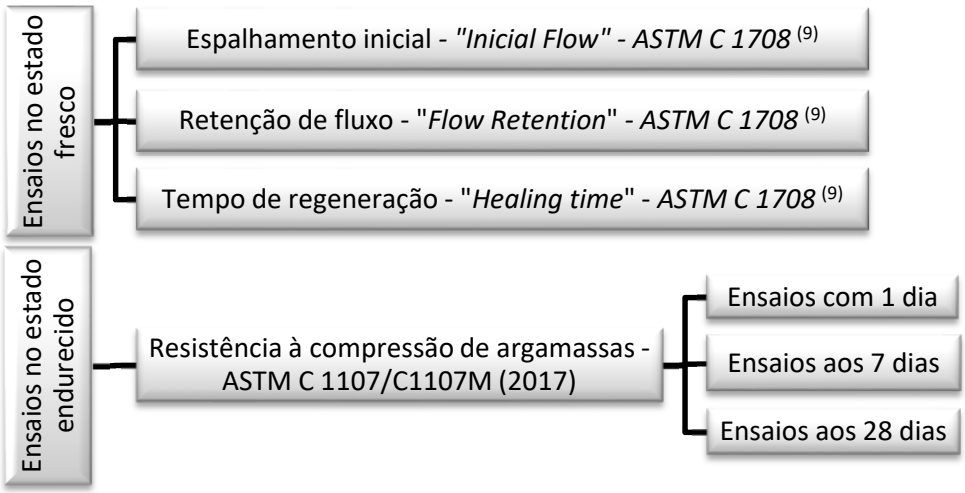
O RCMG, extremamente fino, age como um fíler preenchendo os vazios na argamassa, contribuindo para melhoria de densidade e uma aceleração de hidratação do cimento Portland[8].

Neste estudo, foram elaboradas misturas de argamassas autonivelantes de contrapiso com adição de RCMG sob os parâmetros descritos na norma ASTM C 1708[9]; visto que não existe norma brasileira que regulamente este material.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL: MATERIAIS E MÉTODOS

Foram preparadas misturas de argamassas com diferentes proporções de cimento Portland CP II Z-32, areia natural, RCMG, água, aditivos superplastificantes e modificador de viscosidade, com finalidade de encontrar dosagens de argamassas com a capacidade de se autonivelar. O RCMG foi seco em estufa por 48 horas em temperatura aproximada de 100 ± 2 °C e passado na peneira 150 µm para eliminação de impurezas e para desaglomerar os grãos. Ensaios no estado fresco e endurecido (Figura 2) foram realizados conforme ASTM C 1708[9].

Figura 2 - Procedimentos realizados nos estados fresco e endurecido



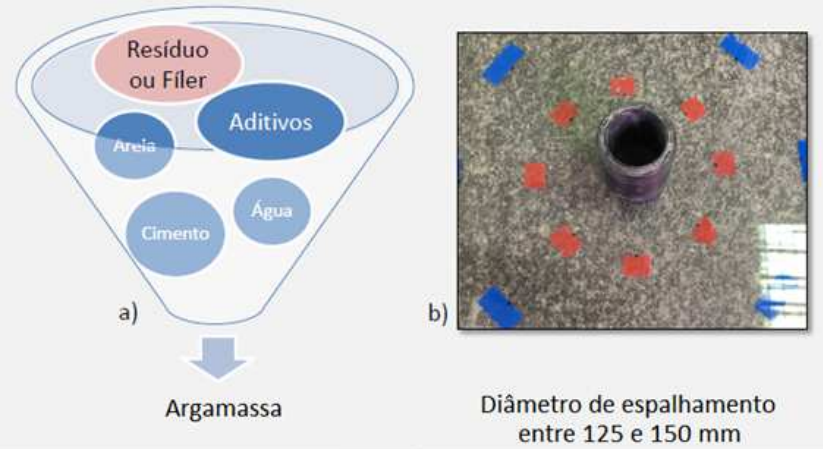
Fonte: autoria própria

O cimento Portland CPII Z-32 (empresa Votorantin) é um cimento composto cuja a principal adição mineral é a pozolana e suas propriedades atendem desde estruturas de concreto até argamassas de revestimento e assentamento. Este tipo de cimento apresenta tamanho de partículas menor que 41 µm e possui, em sua composição, de 6 a 15% de pozolana.

O aditivo químico utilizado para dispersão dos grãos foi um aditivo superplastificante líquido, de coloração marrom, sintético, baseado na cadeia de polímeros policarboxilatos. Segundo o laudo técnico, a amostra apresentou densidade de 1,10 g/ml, teor de sólidos de 45,6 % e PH de 4,6. Para eliminar problemas de segregação dos agregados, foi utilizado aditivo químico modificador de viscosidade líquido, de coloração transparente. Segundo o laudo técnico, a amostra apresentou densidade de 1,00 g/ml, teor de sólidos de 0,680% e PH de 6,9.

Os ensaios de espalhamento inicial e retenção de fluxo foram realizados com um cilindro de 30 x 50 mm, chamado de anel de escoamento – "*flow ring*" sobre uma base quadrada de vidro com as dimensões de 400 x 400 x 6 mm (Figura 3).

Figura 3 - Componentes para formulação da argamassa (a); Ensaio de espalhamento (b)



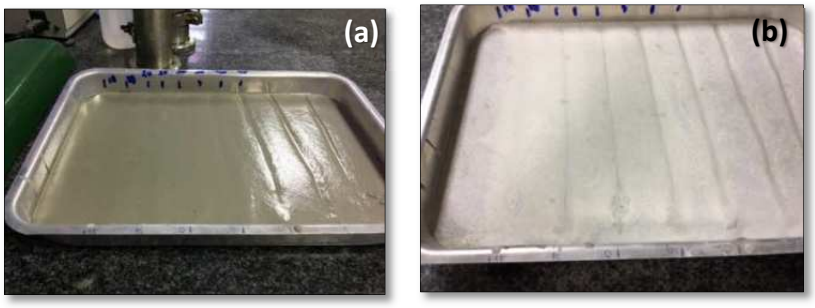
Fonte: autoria própria

Logo após a mistura, a argamassa é inserida no cilindro, em um período de 2 segundos e o anel é levantado a uma altura de 50 a 100 mm acima da base e o cronômetro iniciado. A argamassa deve ser espalhada durante 240 ± 10s, para, a seguir, o diâmetro de espalhamento ser medido em duas direções, o diâmetro médio corresponde ao espalhamento inicial.

A argamassa é denominada autonivelante, se o diâmetro mínimo (Dmín) de espalhamento for de 125 mm[9]. Para a determinação da retenção de fluxo, o ensaio de espalhamento é repetido aos 20 e 30 minutos após a água ser adicionada à mistura da argamassa seca, então, os diâmetros obtidos são comparados para avaliação da retenção de fluxo[10].

O procedimento para determinação do tempo de regeneração (Figura 4) consiste em realizar cortes na argamassa até que a mesma não retorne ao seu estado original, sem marcas, reentrâncias e desníveis na superfície[9]. Logo após a mistura, a argamassa é depositada em uma fôrma retangular metálica com dimensões de 210 x 210 x 9 mm. Os cortes iniciam após 10 minutos da mistura dos componentes da argamassa, os demais cortes são realizados com a periodicidade de 5 em 5 minutos.

Figura 4 - Ensaio de "*healing time*": argamassa no estado fresco (a) e no estado endurecido (b)



Fonte: autoria própria

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

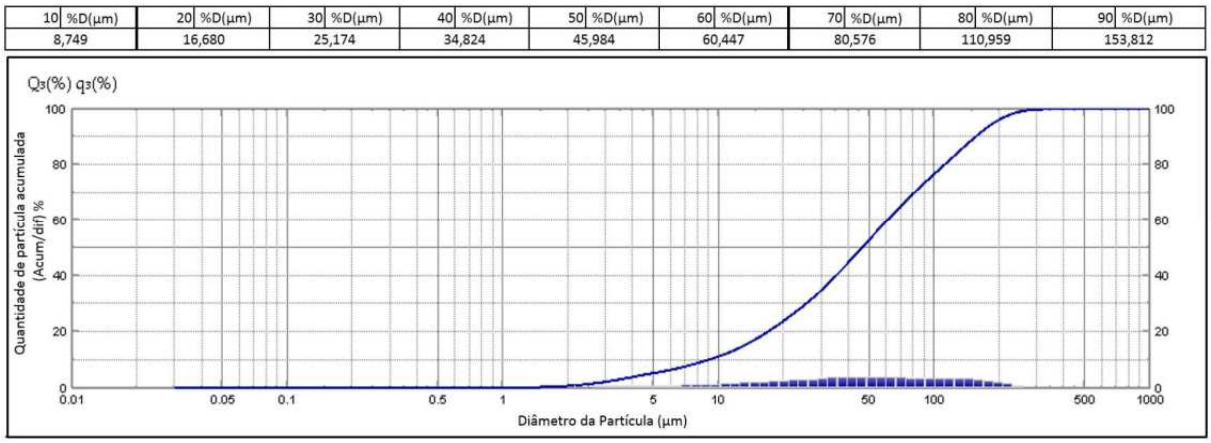
3.1 Caracterização dos materiais

O agregado miúdo utilizado nas argamassas possui dimensão máxima dos grãos de 1,18mm e módulo de finura de 1,24; classificado como fino[10]. Este tamanho de partícula corrobora com um estudo, cujo uso de areias naturais com granulometria de 0 a 1 mm, se comparados com granulometria de 0 a 3 mm, apresenta melhores resultados em argamassas autonivelantes, em relação ao adensamento, à resistência à compressão, à propagação de pulso (módulo de elasticidade) e à absorção de água e capilaridade[11]. A areia apresenta massa específica de 2,57 g/cm³, segundo a NBR NM 52[12], e massa unitária aparente de 1,46 g/cm³, NBR NM 45 [13].

A massa específica do RCMG foi de 2,81g/cm³, obtida por picnometria com gás Hélio. A granulometria do resíduo foi obtida à laser e apresentou tamanho médio dos grãos de 45,98 µm (D50%) e diâmetro máximo dos grãos de 153,81 µm (D90%). Conforme a Figura 5, o resíduo apresenta constância na distribuição granulométrica. O ensaio de análise química por FRX (Tabela 1), apresenta os resultados para o RCMG e que foram comparados com demais autores.

Os resíduos ricos em óxidos fundentes (Fe_2O_3 + CaO + K_2O) são originados dos processos de levigação, polimento ou granalha. Os óxidos de cálcio (CaO) e de ferro (Fe_2O_3) são oriundos da cal utilizada como lubrificante e da granalha como agente abrasivo no processo de beneficiamento[18]. A presença da sílica pode estar relacionada aos feldspatos, minerais micáceos e a sílica livre presente em rochas silicáticas[19].

Figura 5 – Distribuição Granulométrica do RCMG



Fonte: autoria própria

Tabela 1 - Análise química por FRX

Teor de Óxido (%)	Gonçalves, Moura e Dal Molin [14]	Neves *et al.* [15]	Mittri *et al.* [16]	Silva; Severo e Bezerra [17]	A autora
SiO_2	59,62	68,88	66,82	49,39	45,37
Fe_2O_3	9,49	3,59	3,79	12,47	12,14
Al_2O_3	12,77	15,98	13,50	18,52	17,14
CaO	4,83	1,54	3,44	6,33	14,78
MgO	1,96	-	0,93	4,11	-
N_2O	-	2,42	-	-	-
K_2O	5,30	4,82	3,83	3,40	5,12
Na_2O	2,72	-	-	2,60	-
TiO_2	-	-	0,16	1,96	2,68
Outros	3,31	2,77	7,53	1,22	2,77

Fonte: adaptado pela autora

3.2 Desenvolvimento das dosagens de argamassas

Foram desenvolvidas misturas variando as proporções dos materiais em relação à massa de cimento, paralelamente foi ensaiada uma argamassa comercial, ensacada, na proporção em massa de 1 : 0,2 (materiais secos : água). Para validação das argamassas foram analisados os parâmetros de resistência à segregação e Dmín de 125mm (Tabela 2).

Tabela 2 - Dosagens de argamassas elaboradas

Dosagem	Proporção dos Materiais						Presença de Segregação	Dmín (mm)
T	C	A	R	W/C	SP	V		
T1	1	3,0	-	0,70	3,00%	0,50%	Sim	≥125
T2	1	2,0	-	0,50	1,00%	1,00%	Sim	≥125
T3	1	1,5	-	0,50	1,00%	1,00%	Sim	≥125
T4	1	1,0	-	0,50	0,40%	1,00%	Sim	≥125
T5	1	1,5	-	0,40	0,40%	1,00%	Sim	≥125
T6	1	1,5	-	0,30	0,40%	1,00%	Não	115
T7	1	1,5	-	0,30	0,80%	1,00%	Sim	≥125
T8	1	1,5	-	0,37	0,50%	1,00%	Sim	122
T9	1	1,5	0,5	0,45	0,50%	1,00%	Não	110
T10	1	1,0	-	0,33	0,33%	0,67%	Não	125
T11 (50%)	1	1,5	0,5	0,55	0,50%	1,00%	Não	133
T12 (40%)	1	1,5	0,4	0,50	0,50%	1,00%	Não	140
TCOMERCIAL	Formulado na proporção 1 : 0,2 (materias secos : água); 3400 g de argamassa para 690 g de água						Não	135

Legenda: Dmín: (Quando submetido ao ensaio de espalhamento); C – Cimento; A – Areia; R – Resíduo; W – Água (*water*); SP – Superplastificante; V – Modificador de Viscosidade.

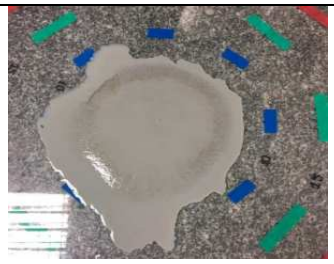
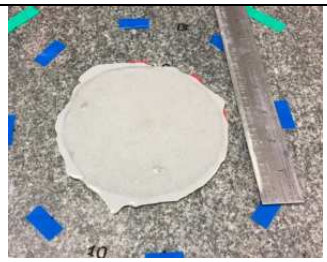
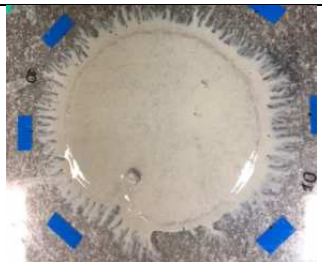
Fonte: autoria própria

A Tabela 3 apresenta um resumo das principais características das misturas estudadas. As dosagens elaboradas com o RCMG obtiveram bons resultados quanto ao Dmín de espalhamento e a resistência à segregação. Para se obter as misturas T11 e T12, várias misturas (T1 a T10) foram testadas e otimizadas para se obter argamassas com consistências adequadas e sem segregação. Primeiramente, a dosagem inicial foi de 1 : 1,5 (proporção de cimento e de areia) conforme os traços anteriores T3, T5, T6, T7, T8 e T9, sem adicionar resíduos (exceto para a T9) e alterando o fator água-cimento. As argamassas elaboradas com esta proporção de 1 : 1,5 e alterando o fator água-cimento, não apresentaram propriedades autonivelantes. Posteriormente então, foi adicionado mais cimento à mistura (material fino) que na proporção de 1 : 1 (mesma proporção de cimento e de areia), sem alterar a quantidade de aditivos, melhorou o problema de segregação. Foram realizadas diversas dosagens, até encontrar a proporção ideal de cimento e areia. A proporção final dos materiais da argamassa T10 foi de 1 : 1: 0,33: 0,0033: 0,067 (C: A: W: SP: V). Desta forma, constatou-se que a adição de finos, superplastificante, modificador de viscosidade é fundamental para o espalhamento da argamassa, de forma coesa e homogênea, eliminando o problema de segregação.

A propriedade autonivelante obtida nas dosagens T10, T11 e T12 está associada à ação dispersante do aditivo superplastificante aliada à presença de finos na dosagem, sejam

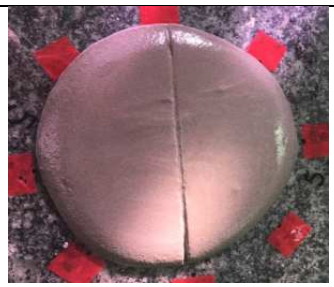
materiais finos provenientes do cimento ou do RCMG. Para diminuir a quantidade de cimento foi necessário introduzir material de granulometria similar, neste caso, o RCMG.

Tabela 3 - Resumo das principais características das misturas estudadas (continua)

Proporção dos Materiais	Imagens do ensaio de espalhamento
T3 C: A: W: SP: V 1: 1,5: 0,5: 0,001: 0,01 Nesta dosagem a quantidade de areia, água e de aditivo SP foi reduzida, porém ainda ocorreu segregação da argamassa.	
T5 C: A: W: SP: V 1: 1,5: 0,4: 0,004: 0,01 A Argamassa ficou mais coesa e apresentou menor segregação. Para diminuir o excesso de água, o fator W/C, na próxima mistura T6, foi reduzido.	
T6 C: A: W: SP: V 1: 1,5: 0,3: 0,004: 0,01 Argamassa ficou demasiadamente seca, e não houve fluidez com o Dmín de 125mm.	
T7 C: A: W: SP: V 1: 1,5: 0,3: 0,008: 0,01 Nesta mistura, a quantidade de aditivo superplastificante foi aumentada significantemente e foi observada segregação na argamassa.	
T8 C: A: W: SP: V 1: 1,5: 0,37: 0,005: 0,01 Nesta mistura, a argamassa apresentou diâmetro de espalhamento de 122 mm e foi observada segregação.	

Fonte: autoria própria

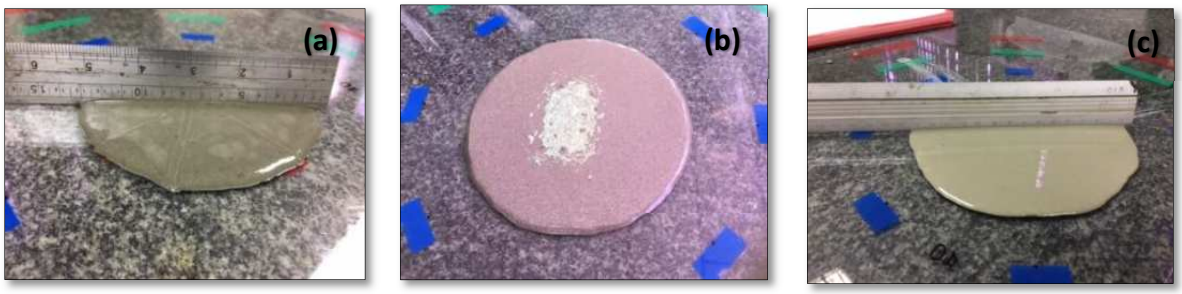
Tabela 3 - Resumo das principais características das misturas estudadas (continuação)

Proporção dos Materiais	Imagens do ensaio de espalhamento
T9 C: A: R: W: SP: V 1: 1,5: 0,5: 0,45: 0,005: 0,01 A Argamassa não apresentou fluidez suficiente, o diâmetro de espalhamento foi inferior à 125 mm. Não houve segregação.	
T10 C: A: W: SP: V 1: 1: 0,33: 0,0033: 0,067 Dosagem de argamassa autonivelante sem a presença de resíduos e com características autonivelantes	

Fonte: autoria própria

O RCMG quando introduzido na argamassa, em substituição ao cimento Portland, proporcionou as características desejadas para autonivelamento. A diminuição da quantidade de cimento e a utilização de resíduo contribui para o desenvolvimento sustentável. As dosagens T11 (50%), T12 (40%) e TCOMERCIAL, após ensaio de espalhamento, podem ser visualizadas na Figura 6.

Figura 6 - Ensaio de espalhamento: argamassas T11 (50%) (a); T12 (40%) (b); TCOMERCIAL (c)



Fonte: autoria própria

3.3 Resistência à compressão

Para os ensaios de resistência à compressão das argamassas T11, T12 e TCOMERCIAL foram elaborados vinte e sete corpos de prova cilíndricos 50 x 100 mm, sendo ensaiados três corpos de prova com 1, 7 e 28 dias de idade (Tabela 4). O equipamento Emic PC200 foi utilizado para

a realização do ensaio, sendo a carga aplicada em cada amostra de (500±50) N/s até à ruptura dos corpos de prova[20].

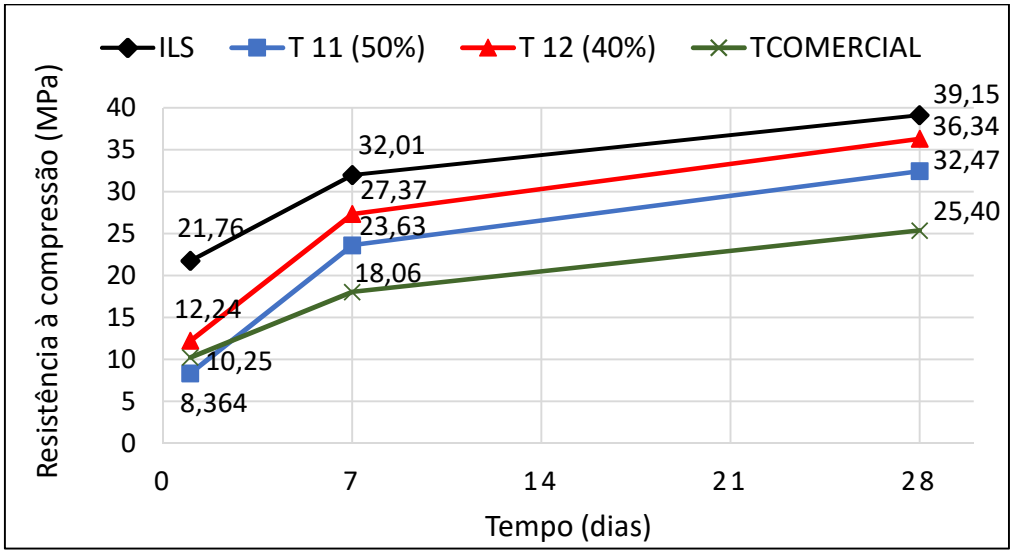
Tabela 4 - Resultados de resistência à compressão das argamassas estudadas

Argamassa	Resistência à compressão (MPa)			Proporção dos materiais
	1 dia	7 dias	28 dias	C: A: R: W: SP: V
T11 (50% RCMG)	8,364 ± 1,11	23,63 ± 3,32	32,47 ± 1,51	1: 1,5: 0,5: 0,5: 0,005: 0,01
T12 (40% RCMG)	12,24 ± 0,35	27,37 ± 3,53	36,34 ± 1,66	1: 1,5: 0,4: 0,5: 0,005: 0,01
TCOMERCIAL	10,25 ± 0,06	18,06 ± 0,02	25,40 ± 4,03	Não fornecido pelo fabricante

Fonte: autoria própria

O estudo interlaboratorial "ILS No. 349", apresentou resultados de ensaios realizados com 07 dosagens de argamassas comerciais autonivelantes, com 05 réplicas[9] . A resistência média em 1 dia foi de 21,76 ± 1,14 MPa, sendo esta 77,78% maior que a resistência média obtida na mistura T12 (40% de RCMG) deste estudo (Figura 7). Aos 7 dias a resistência obtida no ILS foi de 32,01 ± 1,08 MPa, 16,95% maior que a mistura T12. Aos 28 dias a resistência média foi de 39,15 ± 0,86 MPa, 7,73% superior a mesma mistura.

Figura 7 - Resultados de resistência à compressão em 1, 7 e 28 dias



Fonte: autoria própria

A substituição do cimento por RCMG produz resultados de resistência à compressão inferiores aos valores de referência (sem resíduo)[21]. O RCMG é caracterizado como inerte, sem atividade pozolânica, reduzindo os valores de resistência à compressão quando substituído pelo cimento em proporções de 40% e 50% nas dosagens de argamassa.

As dosagens realizadas, em comparação a argamassa comercial, apresentaram valores superiores de resistência à compressão em 1, 7 e 28 dias. A mistura com adição de 40% de RCMG alcançou maiores valores de resistências, atingindo 36,34 ± 1,66 MPa aos 28 dias.

3.4 Retenção de fluxo - "*flow retention*" e tempo de regeneração – "*healing time*"

As argamassas T11 (50%) e T12 (40%) não apresentaram retenção de fluxo, o diâmetro de espalhamento inicial e após trinta minutos se mantiveram iguais, respectivamente, 133 e 140 mm. A argamassa comercial, reduziu 20 mm após 20 minutos da mistura inicial e 40 mm após 30 minutos. No teste do ILS No. 400[9] a retenção de fluxo da argamassa testada foi de 3mm em 20 min (de 144 para 141mm). O tempo de regeneração para as argamassas T11 (50%), T12 (40%) e TCOMERCIAL foi entre 15 e 20 minutos. No teste do ILS No. 531[9] o tempo de regeneração da argamassa estuada ficou entre 25 a 30 min.

4. CONCLUSÕES

A análise química do RCMG apresentou teores de $SiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3 \geq 70\%$ em massa, no entanto o material não possui atividade pozolânica e seus óxidos ($Fe_2O_3 + CaO + K_2O$), tem provável origem pelos processos de levigação, polimento ou granalha.

A adição de 40% de RCMG em relação à massa de cimento no traço T8 elimina o problema de segregação, no entanto, demanda um volume maior de água, formando assim o traço T12. A resistência à compressão em 1 dia, da argamassa T12 foi 11,92% maior do que o traço T11.

As dosagens desenvolvidas com adição do resíduo foram superiores à argamassa comercial, quando analisadas as propriedades de resistência à compressão e retenção de fluxo. O traço T12 apresentou resistência, aos 28 dias, 43,07% maior quando comparada ao traço comercial. As argamassas desenvolvidas não apresentaram retenção de fluxo no período de 30 minutos, enquanto a argamassa comercial reduziu cerca de 30% da capacidade de espalhamento no mesmo período.

Como alternativas para atingir resistências à compressão similares à ILS No. 349, norma ASTM C 1708, poderiam ser realizados testes utilizado cimento de alta resistência inicial ou adição de sílica ativa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edificações habitacionais: desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

2. NAKAKURA, Elza Hissae; BUCHER, Hans Roman Edmundo. Pisos Autonivelantes: Propriedades e Instalação. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2., 1997, São Paulo. **Anais...** Salvador: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 1997. 12 p.

Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/8/80/TC034_Argamassa_auto_nivelante.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2018.

3. ALTOÉ, Cássio Rigo et al. Contrapiso Autonivelante. In: Simpósio Sul Capixaba de Engenharia, 2015, São Camilo. **Anais...** São Camilo: Anec, 2015.

4. FREITAS, Emilly Rachel Ferreira de; BORJA, Edilberto Vitorino de; ANJOS, Marcos Alyssandro Soares dos; PEREIRA, Alexandre da Costa; VIANA, Joyce Soares. Estudo das Adições e Aditivos Minerais nas Propriedades de Argamassas Auto-nivelantes. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5., 2010, Maceió. **Anais...** Natal: Connepi, 2010. 8p. Disponível em: <http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1774/1030>. Acesso em: 07 out. 2017.

5. ABIROCHAS. Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (Org.). **Perfil das Atividades Setoriais no Brasil. Distrito Federal,** 2018. Informe anual.

6. REIS, Alessandra Savazzini dos; ALVAREZ, Cristina Engel de. A Sustentabilidade e o Resíduo Gerado no Beneficiamento das Rochas Ornamentais. In: IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2007, Campo Grande. **Anais...** Vitória: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2007. p. 511 - 520.

7. RAMOS, Telma; MATOS, Ana Mafalda; SCHMIDT, Bruno; RIO, João; SOUZA-COUTINHO, Joana. Granitic quarry sludge waste in mortar: Effect on strength and durability. **Construction and Building Materials**, [s.l.], v. 47, p.1001-1009, out. 2013. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.098>.

8. REIS, Alessandra Savazzini dos; TRISTÃO, Fernando Avancini. Análise de Argamassas com Resíduo de Corte de Rochas Ornamentais. In: CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 2, 2007, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Apfac, 2007.

9. ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C1708/C1708M** − 16: Self-leveling Mortars Containing Hydraulic Cements. USA (2016), 8p.

10. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248:** Agregados – Determinação composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003b.

11. CANBAZ, Mehmet; TOPÇU, İlker Bekir; ATESIN, Özgün. Effect of admixture ratio and aggregate type on self-leveling screed properties. **Construction and Building Materials**, [s.l.], v. 116, p.321-325, jul. 2016. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.084>.

12. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52:** Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

13. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45:** Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

14. GONÇALVES, Jardel Pereira; MOURA, Washington Almeida; MOLIN, Denise Carpena Coitinho dal. Avaliação da influência da utilização do resíduo de corte de granito (RCG), como adição, em propriedades mecânicas do concreto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p.53-68, jan-mar, 2002. Trimestral.

15. NEVES, Gelmires; PATRICIO, S. M. R; FERREIRA, H. C; SILVA, M. C. Utilização de resíduos da serragem de granitos para a confecção de tijolos cerâmicos. In: 43º Congresso Brasileiro de Cerâmica. **Anais...** Florianópolis/SC. Jun/1999.

16. MITTRI, S. H. M. *et al*. Assessment of the pozzolanic activity of ornamental stone waste after heat treatment and its effect on the mechanical properties of concretes. **Revista Ibracon de Estruturas e Materiais**, [s.l.], v. 11, n. 6, p.1186-1207, dez. 2018. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952018000600004.

17. SILVA, Luisa Thaynara Muricy de Souza; SEVERO, Cibelle GuimarÃes Silva; BEZERRA, Ulisses Alencar. Utilização do Resíduo de Granito como Substituição Parcial do Cimento na Produção de Concreto. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 1., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Contecc, 2015. p. 1 - 4.

18. SANTOS, Max M. Aguiar; DESTEFANI, A.Z.; HOLANDA, J.N.F. Caracterização de resíduos de rochas ornamentais provenientes de diferentes processos de corte e beneficiamento. **Revista Matérias**, Campo dos Goytacazes, v. 18, n. 4, p.1442-1450, 16 abr. 2013. Trimestral.

19. DANA, James D.. **Manual de Mineralogia.** São Paulo: Universidade de Sao Paulo, 1978. 642 p.

20. ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C109/C109M** – 16a: Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens). USA (2016), 10p.

21. OLIVEIRA, Douglas Marcus de; OLIVEIRA, Tatiana Nunes; BEZERRA, Augusto Cesar da Silva; GOMES, Viviane de Jesus; PEIXOTO, Ricardo André Fiorotti. Utilização de resíduo de granito como substituição ao cimento Portland em matrizes cimentícias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 53., 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: IBRACON, 2011. p. 1 - 13.