

O uso de pó de rocha ametista para produção de compostos argamassados

Cadore. William W^{a, *}, De Marco. Fernanda^b, ZAT. Tuani^c

^a *Professor e mestre da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI – Campus de Frederico Westphalen.*

^b *Graduanda em Engenharia Civil na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI – Campus de Frederico Westphalen.*

^c *Graduanda em Engenharia Civil na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI – Campus de Frederico Westphalen.*

^d *URI, Rua Assis Brasil 709, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil*
e-mails: fernanda_demarco@hotmail.com, william@uri.edu.br, tuanizat@hotmail.com

Resumo

Com o controle da economia e a evolução da construção civil surgem iniciativas que envolvem o estudo de novos materiais para o aprimoramento da argamassa. O objetivo do presente é avaliar a viabilidade técnica do emprego dos resíduos da mineração da pedra ametista como contribuição para a preservação da qualidade do meio ambiente e do desenvolvimento sócio econômico da região do Médio Alto Uruguai em argamassas. A metodologia propõe a dosagem de acordo com o traço volumétrico 1:5 para a relação a/c de 1,3. Foram empregados cinco traços com teores de substituição do agregado miúdo de 0, 30, 50, 70 e 100% respectivamente. Os corpos de prova foram curados e ensaiados aos 7 e 28 dias. Os resultados da análise de resistência indicam que as misturas com substituição da areia natural por pó de rocha ametista tendem a diminuir a resistência quando comparado a moldagem referência. No entanto, todas as resistências obtidas atendem o estipulado pela norma. Nota-se ainda, que as misturas perdem a trabalhabilidade à medida que aumenta a quantidade de resíduo. Por fim, o uso do pó de rocha ametista em argamassas mostra-se como um material que fortalece o potencial da cadeia regional da extração da pedra ametista.

Palavras Chave – *Argamassa, Rejeitos Industriais, Pó de Rocha Ametista, Desenvolvimento Regional*

1. Introdução

Na racionalização no processo de industrialização da construção civil, tem sido crescente o uso de agregados de origem artificial, muitas vezes rejeitos e subprodutos de outras produções. Sob o aspecto da diversificação da matéria-prima, a reciclagem de materiais, tais como entulhos, resíduos agrícolas, resíduos industriais e resíduos de mineração, entre outros, contribui para a preservação ambiental. A geração de resíduos tornou-se uma constante preocupação, visto que seu descarte desencadeia diversos problemas ambientais, como a poluição do solo, de mananciais e até mesmo do ar. Um dos setores mais abrangentes para aplicação desses resíduos é o da construção civil, em concretos e argamassas tornando possível, através de estudos, a destinação final adequada para esses resíduos na forma de agregados [1].

Conforme [2], as atividades de extração de areia são de grande importância para o desenvolvimento social, mas igualmente responsáveis por impactos ambientais negativos, como a retirada da cobertura vegetal nas áreas a serem lavradas o que acarreta o assoreamento nos rios e a degradação do curso d'água. Conseqüentemente, de acordo com [3], leis de zoneamento municipais

*Autor em correspondência.

restringem a extração de areia em alguns locais, principalmente em cidades brasileiras que estão fixadas em bacias sedimentares ou vales de rios. Assim sendo, o difícil acesso ao agregado acarreta em um aumento do custo de transporte, influenciando no custo total do material. Dessa forma, alternativas como a substituição parcial ou total da areia na argamassa por materiais inutilizáveis, como os rejeitos, tornam-se sustentavelmente viável.

A argamassa assume várias funções e finalidades, dentre elas a de assentamento de alvenaria estrutural, utilizada para a elevação de painéis e paredes, também chamados de unidades de alvenaria. As juntas de argamassa na alvenaria são responsáveis por constituir o mesmo em um único elemento, contribuindo na resistência dos esforços laterais, distribuindo as cargas atuantes igualmente na parede por toda a área dos blocos, o que para [4], fica caracterizado como justaposição entre o bloco e a argamassa, com diferentes características mecânicas. Além disso, selar as juntas garantindo a não infiltração de água das chuvas; absorver as deformações naturais, como as de retração e de origem térmica.

O termo agregado, no setor da construção, identifica material granular de origens e tamanhos diversos, geralmente utilizados na produção de argamassas e concretos. A especificação [5] procede uma separação entre agregado graúdo e miúdo a partir da peneira de malha quadrada de abertura de 4,75mm. Para ser enquadrado como areia deve ser passante 95%, em massa, e passante pela peneira 0,075mm em quantidades menores que 5%. Sendo a argamassa constituída de, em sua maioria, por agregado miúdo (areias), torna-se importante conhecer os aspectos e propriedades desse componente haja vista, que segundo [6]. Na qualidade de uma argamassa depende das características de seus componentes e a proporção da mistura entre eles.

A substituição de agregado miúdo tem sido foco de autores como [7] com uso de pó de rocha calcária. Da mesma forma, [8] e [9], com o uso da cinza do bagaço de cana também substituíram a areia em suas pesquisas, com destaque para o aspecto ambiental em ambas pesquisas. As características de rejeitos industriais para ganhos econômicos e ambientais foi o tema da pesquisa de [10], o qual verificaram o potencial de utilização para compostos cimentados. O uso de polímeros também é uma das variedades na substituição do agregado, e isso não é recente. [11] utilizou fibras de polipropileno, verificando o aumento da coesão. Já para [12], o uso de polímero foi com aditivos retentores de água à base de éter de celulose. Assim, dessa forma, verifica-se a busca de ganhos técnicos, econômicos e ambientais com o uso de rejeitos industriais em argamassas. Sobretudo, novos subprodutos surgem como potenciais para novas pesquisas.

Nesse contexto, surgem alternativas que envolvem o estudo de novos materiais para o aprimoramento da argamassa. A pesquisa emerge da necessidade de solucionar dois problemas distintos a partir da produção de argamassa com a utilização de resíduos oriundos da extração de pedra preciosas em ametista: um ambiental e o outro econômico. A primeira alternativa busca a redução dos impactos ambientais ocasionados pelo processo convencional da extração de areia e da disposição incorreta dos rejeitos da exploração de pedra ametista que prejudicam a fauna e a flora do município. A segunda é econômica, pois o pó de rocha ametista é um resíduo encontrado facilmente na região e no momento não possui grande valor econômico, sendo assim, além do material ainda não possuir valor de venda, o custo de transporte do material devido à distância é mínimo.

Por fim, esta pesquisa busca estudar os benefícios da utilização do agregado de origem da exploração do garimpo da pedra ametista nas propriedades da argamassa através da substituição parcial ou total da areia por rejeitos, em específico, objetiva pesquisar a viabilidade técnica do emprego dos rejeitos da mineração da pedra ametista como contribuição para a preservação da qualidade do meio ambiente e desenvolvimento sócio econômico da região em compostos argamassados. Nesta seara, o enfoque está no uso do pó de rocha ametista para produção de argamassas de assentamento de alvenaria estrutural.

2. Revisão da literatura e fundamentos teóricos

2.1. Utilização de resíduos na argamassa

A [13], define a argamassa comum, como uma mistura simples ou mista, cujas propriedades dependem da proporção e do tipo de aglomerante e agregados empregados. Nesse contexto, [14] relata a importância de um critério na definição do material e do traço adequado a fim de não ocorrer problemas devido a aplicação de processos incorretos de dosagens e por ser exigida, dos materiais, respostas acima de sua competência técnica. Segundo [15] uma das maneiras de contornar os problemas enfrentados em relação à insuficiência de locais próprios para a disposição de resíduos e dos custos associados ao seu transporte e aterro, consiste no reaproveitamento de resíduos.

Nessa perspectiva, uma das formas para reaproveitar tais materiais é a sua utilização na argamassa. Sendo assim, surgem estudos como o de [16] que buscaram utilizar os resíduos gerados no beneficiamento de rochas ornamentais em argamassa e alcançaram resultados positivos em relação à resistência mecânica, pois ocorreu um aumento de cerca de 15% na resistência à compressão axial e à tração a flexão esse aumento só se verificou em argamassas cuja a substituição não ultrapassou 10%.

Já os resultados da substituição de agregado natural em argamassa por areia artificial alcançados por [17], indicam que no estado endurecido, a resistência a compressão também apresentou uma diferença considerável em relação ao uso da areia artificial, sendo que, quanto maior a quantidade de areia artificial maior a resistência obtida. Já em relação a quantidade de água necessária para a mistura não ocorreu grandes variações. Outro estudo que substituiu a areia natural pela areia de britagem realizado por [18] apresentou melhor trabalhabilidade com o menor consumo de água e um aumento considerável nos valores de resistências mecânicas.

[19] ressaltam a utilização de pó de rolagem de ágata em substituição do agregado miúdo de calcário quanto ao desempenho mecânico, apresentou um incremento de resistência á compressão. No âmbito ambiental a substituição é ainda mais favorável, pois permite uma correta destinação aos resíduos e diminui a extração de matérias primas pela construção civil, além de diminuir as emissões de gases do consumo energético e do efeito estufa tendo como condição determinante para a diminuição, o local da produção, devido aos impactos gerados pelo transporte.

Em contrapartida, no estudo de [20], o uso de agregado reciclado gerou argamassas mais porosas e com índices de vazios superiores ao traço com areia natural, com menor resistência mecânica e módulo de elasticidade dinâmico. Segundo os autores, esses resultados ocorreram devido a forma lamelar e a porosidade dos grãos dos agregados reciclados que resultam em maiores demandas de

água e prejudicam a resistência à compressão. Todavia, esta característica morfológica se manifestou de forma positiva na resistência à tração na flexão visto que a forma lamelar permite uma melhor aderência da argamassa com os grãos. [15] também observaram que a utilização de agregados reciclados diminui o módulo de elasticidade e as resistências mecânicas devido, principalmente, a diminuição de compactidade e consequente aumento da porosidade.

2.2. Resíduos oriundos da extração de pedra preciosa

A extração de pedras preciosas no município de Ametista do Sul, localizado no norte do estado do Rio Grande do Sul, ocorreu a partir de 1950 com o término da Segunda Guerra Mundial. Nesse período, o trabalho era manual através de escavações em forma de poço com abertura na lateral. O auge da extração ocorreu no ano de 1972 e o garimpo começou a ser construído em forma de túneis [21].

No presente, o município de Ametista do Sul é um dos maiores produtores de pedras semipreciosas. Conforme [22] a extração desse mineral é a principal atividade econômica do município correspondendo a cerca de a 85% da arrecadação de impostos. De acordo com [23], a área em que a Cooperativa de Garimpeiros do Médio e Alto Uruguai Ltda - COOGAMAI atua, possui mais de 500 garimpos cadastrados. Pesquisas na região indicam que a cada 30 quilogramas de pedra preciosa extraída, em média 1 metro cúbico de rejeito também é retirado.

A [24] institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos a todas as pessoas físicas ou jurídicas que são responsáveis pela geração de resíduos e as que desenvolvem ações relacionadas à gestão integrada ou não do gerenciamento desses resíduos.

3. Objetivos

Verificar a viabilidade técnica do emprego dos rejeitos da mineração do pó de rocha ametista como contribuição para a preservação da qualidade do meio ambiente e desenvolvimento sócio econômico da região em compostos argamassados.

4. Resultados

4.1. Materiais e métodos

As argamassas possuem em sua composição agregados miúdos. [21], define agregado como um material granular sem forma ou volume definido que é classificado quanto a origem, a massa específica e suas dimensões. Diante disso, foram utilizados dois agregados: “areia média” e o “resíduo de minério de pedra ametista”, proveniente da empresa BRITEC de Ametista do Sul –RS. Os agregados aplicados foram os de fornecimento, ou seja, não passaram por processos como a lavagem prévia ou o ajuste da granulometria.

Conforme [25], o cimento Portland é o material artificial mais utilizado na construção civil sendo superior ao consumo de alimentos. No Brasil cerca de 1/3 dos recursos naturais são utilizados na produção de materiais cimentícios. O material utilizado na pesquisa foi o Cimento Portland o CPV-ARI (Cimento Portland de Alta Resistência Inicial) fornecido pela empresa Itambé.

A cal utilizada foi a CH-II do fabricante Itabranca pois é empregada, principalmente, no assentamento de tijolos, revestimento de paredes e tetos e possui uma resistência maior à penetração

de água, mais elasticidade e maior aderência. Os materiais utilizados foram caracterizados em ensaios físicos e químicos. A seguir (Tabela 1 e 2) são apresentados os resultados da caracterização dos materiais.

Tabela 1: Aspectos químicos do cimento, cal hidratada e agregados.

Análise Química (%)	(%)		
	Cimento*	Cal CH-II**	Pó de rocha ametista***
SiO ₂	18,71	4,64	46,76
Al ₂ O ₃	4,26	-	13,90
Fe ₂ O ₃	2,95	-	17,81
CaO	60,61	41,54	9,38
TiO ₂	-	-	3,74
MgO	3,52	28,77	2,22
K ₂ O	-	-	1,29
P ₂ O	-	-	2,26
MnO	-	-	0,25
SO ₃	3,12	-	-

*Cimento (2018); ** Cal (2018); *** COOGAMAI (2015).

Tabela 2: Aspectos físicos dos agregados

Propriedades físicas		Retido acumulado (%)	
		Areia Natural*	Pó de rocha ametista**
Diâmetro da malha (mm)	9,5	0,0%	0,0%
	6,3	0,0%	0,0%
	4,75	1,5%	1,5%
	2,36	7,2%	7,2%
	1,18	27,0%	27,0%
	0,6	44,6%	44,6%
	0,3	63,0%	63,0%
	0,15	80,9%	80,9%
	Fundo	100,0%	100,0%
Módulo de Finura		2,64	2,24
Diâmetro máximo (mm)		1,18	4,75
Coeficiente médio de inchamento		2,23	1,33
Umidade crítica (%)		3,2	5,4
Massa específica (Kg/dm ³)		2,58	2,65
Massa unitária (Kg/dm ³)		1,58	1,41
Teor de material pulverulento (%)		-	19,07

*Areia Natural (2018); ** COOGAMAI (2015).

[21], afirma que o rejeito da extração de pedra ametista, assim como a areia, é classificado como agregado normal e com origem artificial, pois é retirado a partir de matérias primas naturais. [26], em sua pesquisa sobre o desempenho em concretos produzidos com rejeitos de pedra ametista verificaram as propriedades desses resíduos. Segundo os autores, através da caracterização do resíduo é possível concluir que as propriedades variam devido a formação geológica, isto é, nem todos os rejeitos oriundos da extração de pedra preciosa irão apresentar os mesmos resultados. Outro ponto, conforme os mesmos autores, é a composição química desse material, a qual apresenta

grande quantidade de sílica, componente que em condições normais traz maior resistência e durabilidade ao concreto. Dessa forma, a substituição da areia que é fonte de sílica nos compostos por pó de rocha na argamassa pode ser eficaz.

O trabalho experimental consistiu em realizar a análise de cinco misturas de argamassas modificando entre elas o agregado miúdo. A relação água cimento foi fixada em 1,3, em massa, para traço volumétrico 1:1:5 (cimento, cal hidratada e agregado unitário em volume). Por convenção de nomenclatura, foram utilizados 100% areia natural (R), 70% areia natural (A1), 50% areia natural (A2), 30% areia natural (A3) e 100% pó de rocha ametista (A4). As argamassas foram preparadas em argamassadeira industrial com o objetivo de obter uma mistura homogênea.

Com a finalidade de atingir o mesmo abatimento em mesa de consistência com valores entre 200 a 280 mm foram remoldados as misturas A3 e A4 passando a serem designadas como 2A3 e 2A4 com o acréscimo de 2,5% e 10% de água respectivamente. Quando necessário foi utilizado o aditivo incorporador de ar *Mortard A2* da Grace Construcion Prodcnts ®. As composições estão expressas na Tabela 3. É valido ressaltar que todos procedimentos estão de acordo com a [27]. A qual prescreve o procedimento para o preparo da mistura e a realização e determinação do índice de consistência.

Tabela 3: Mistura das argamassas

Mistura	a/c	(Kg/m ³)					
		Cimento	Cal	Areia Natural	Pó de rocha ametista	Aditivo (%)	Água
R	1,30	201,34	158,20	1287,34	-	-	267,09
A1	1,30	207,43	162,98	928,37	336,59	-	275,16
A2	1,30	211,69	166,33	676,75	572,52	-	280,82
A3	1,30	216,14	169,82	414,58	818,35	2	286,71
2A3	1,33	214,43	168,48	411,30	811,89	2	291,56
A4	1,30	223,17	175,34	-	1207,79	2	296,04
2A4	1,43	216,06	169,76	-	1168,65	2	315,27

Após a produção da argamassa, os corpos de prova foram moldados em moldes de 40mm x 40mm x 160mm e desmoldados depois de quarenta e oito horas, com tolerância de mais ou menos vinte e quatro horas. Posteriormente, foram destinados à um tanque de imersão e ficaram até os corpos de prova serem rompidos.

4.2. Resistência à compressão e à tração na tração

A [28], é utilizada para descrever o método para a derminação das resistências e também verificar os aparelhos para a execução, a descrição das tolerâncias para as idades dos rompimentos, o método de cálculo da resistência e as informações para a apresentação dos resultados do ensaio. A Tabela 4 indica o desempenho em relação a resistência à tração na flexão e a compressão das amostras analisados aos 7 e 28 dias. É valido ressaltar que as amostras foram desmoldadas em 48h e inserida em tanque úmido para cura até o dia do ensaio.

Tabela 4: Desempenho das misturas analisadas

Mistura	Consistência	Resistência a compressão		Δ_{RM28}	Resistência a tração na Flexão		Δ_{RM28}
		MPa		%	MPa		%
	(mm)	7	28		7	28	
R	293	16,16	22,59	-	9,70	10,53	-
A1	277	18,79	22,95	1,6	8,70	10,0	-5,1
A2	254	20,54	22,71	0,5	6,20	8,30	-21,2
A3	223	22,71	26,17	15,9	10,60	11,87	12,7
2A3	252	15,73	20,26	-10,3	7,47	11,87	12,7
A4	187	16,62	20,96	-7,2	7,90	16,53	57,0
2A4	252	14,63	18,76	-16,9	7,30	14,73	39,9

Os resultados de resistência à compressão indicam o crescimento com as idades entre 7 e 28 dias, conforme esperado pelo modelo proposto por Abrams. Contudo, ao analisar o comportamento entre os traços moldados, verifica-se que com a substituição total da areia por resíduo oriundo da extração de pó de pedra ametista, a resistência reduz aproximadamente 17%. Comportamento semelhante ocorre com os maiores teores de substituição, com exceção do traço A3 que teve um aumento de aproximadamente 16% em relação ao traço referência, todavia, não obteve o índice de consistência estipulado pela normativa. Dessa forma, nota-se os resultados não são lineares e os traços com a utilização dos resíduos tendem a reduzir os valores em relação ao traço referência. Fato esse observado no Gráfico 1, o qual relaciona a resistência à compressão com os teores de substituição da areia por pó de rocha. É válido ressaltar que os gráficos se referem aos traços R, A1, A2, 2A3 e 2A4.

E neste mesmo viés, em relação a resistência a tração na flexão, verifica-se um aumento de resistência de cerca de 40% nos maiores teores de substituição aos 28 dias. Relação essa que pode ser verificada no Gráfico 2

Gráfico 1. Comparação entre a resistência à compressão e o teor de substituição do resíduo.

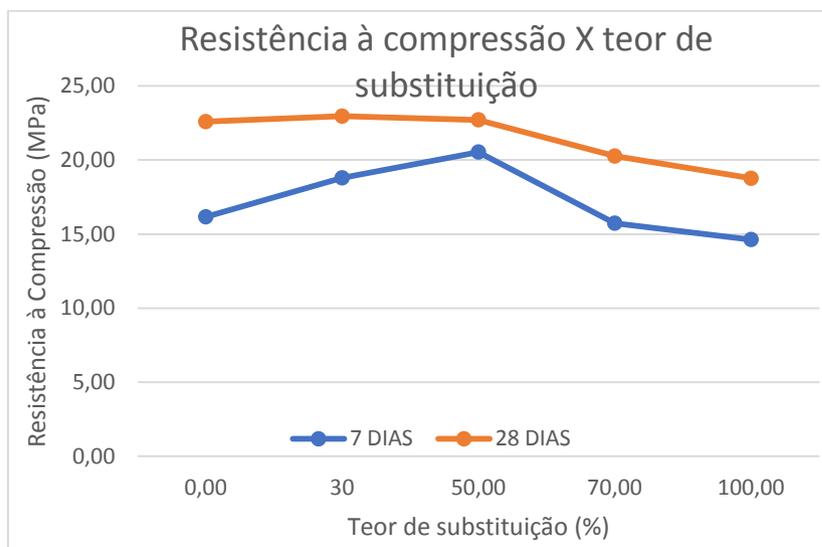
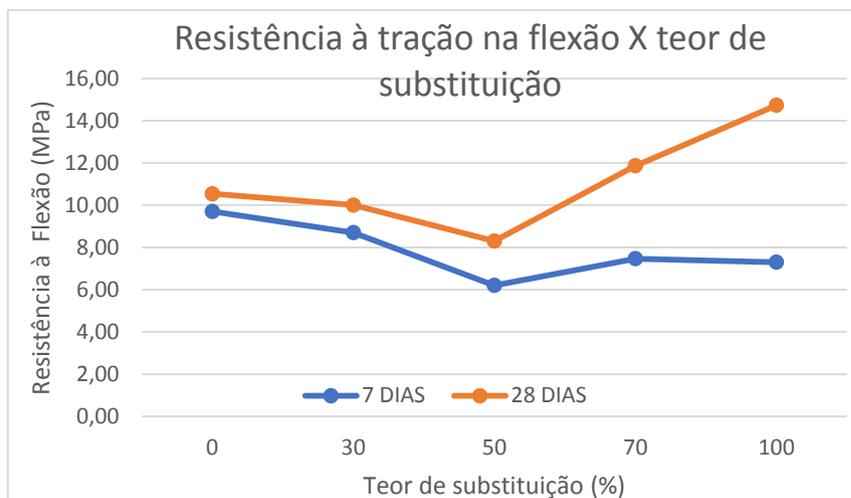


Gráfico 2. Comparação entre a resistência à tração na flexão e o teor de substituição do resíduo.

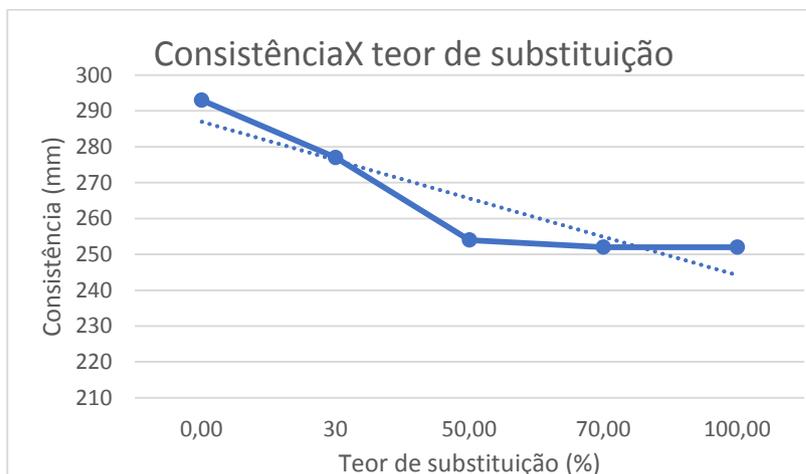


Nessa perspectiva, em alguns estudos com a substituição da areia por outros agregados na argamassa esse comportamento também se verifica, a exemplo do estudo de [20], no qual o uso de agregado reciclado gerou argamassas com menor resistência à compressão. Já em relação a resistência à tração na flexão os resultados mostraram-se positivos. [15] também observaram que a utilização de agregados reciclados diminui as resistências mecânicas. Os autores aliam esse fato a diminuição de compactidade e consequente aumento da porosidade.

Em contrapartida, apesar dos valores de resistência terem diminuído em comparação ao traço referência, os valores de resistência obtidos estão de acordo com [29]. A qual, estabelece que para a classe P6, as resistências à compressão devem ser superiores a 8 MPa e para a classe R6 as resistências à tração na flexão sejam maiores que 3,5 MPa, o que ocorre em todas as moldagens propostas.

O Gráfico 3 compara a consistência da argamassa com o teor de substituição de pó de rocha.

Gráfico 3. Comparação entre o Índice de consistência e o teor de substituição.



De acordo com os índices de consistência obtidos (Gráfico 3), é possível verificar que quanto menor o espalhamento pressupõe-se que a argamassa é mais difícil de deformar. Através dos

resultados é possível constatar também que a substituição de areia por pó de rocha diminui o índice de consistência, isto é, o índice de consistência reduz a medida em que a quantidade do resíduo aumenta.

5. Considerações finais

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou conhecer as características do pó de rocha ametista na argamassa. Na conformidade dos dados examinados a utilização desse material em relação ao índice de consistência demonstrou que argamassas com substituição do resíduo de pó de rocha ametista são mais difíceis de deformar, isto é, o índice de consistência diminuiu a medida em que a quantidade do resíduo aumentou. Já em relação as resistências, foi possível observar que os traços com substituição de pó de rocha, em sua maioria, se mostraram mais resistentes do que a argamassa referência.

Por fim, a reciclagem dos resíduos é uma das melhores alternativas para redução da utilização de recursos naturais e para melhoria nas questões de gerenciamento ambiental. Sendo assim, a substituição da areia natural pelo pó de rocha mostrou uma tendência de desempenho satisfatório na produção de argamassas. É válido constatar que esses agregados apresentaram massa específica semelhantes e diferentes índices de absorção, ou seja, sugere-se que em pesquisas futuras ocorra o acréscimo de água nos compostos com substituição de pó de rocha ametista. Sobretudo, espera-se que os resultados encontrados possam auxiliar para o desenvolvimento de novos estudos e técnicas que venham a contribuir tanto no âmbito econômico como ambiental com a região do Médio Alto Uruguai.

6. Bibliografia

- [1] JOHN, W. M.; PRADO, R. T. A. Boas práticas para habitação mais sustentável. 2004.
- [2] LELLES, L. C. DE et al. Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água. 2005.
- [3] VALVERDE, F. M. Agregados para construção civil. Balanço mineral brasileiro, 2001.
- [4] MOHAMAD, G.; NETO, A. D. S.; PELISSER, F.; LOURENÇO, P.; ROMAN, H. and Alegrete, R. S. (2009). Caracterização mecânica das argamassas de assentamento para alvenaria estrutural – Previsão e modo de ruptura. Revista Matéria, 14(2), pp. 824-844.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregado para concreto – Especificação, 2009.
- [6] MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. JM.; CARMONA FILHO, A. Concreto: Estrutura, propriedades e materiais. Pini, 1994.
- [7] BENABED, Benchaa et al. Effect of limestone powder as a partial replacement of crushed quarry sand on properties of self-compacting repair mortars. Journal of Building Materials and Structures, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2016.
- [8] CÂMARA, E.; PINTO, R. C. A.; ROCHA, J. C. Setting process on mortars containing sugarcane bagasse ash. Revista IBRACON Estrut. Mater., São Paulo, v. 9, n. 4, p. 617-629, ago. 2016.
- [9] PRASHANT, O. MODANI; VYAWAHARE, M.R. Utilization of Bagasse Ash as a Partial Replacement of Fine Aggregate in Concrete, Procedia Engineering, Volume 51, 2013, Pages 25-29, ISSN 1877-7058.
- [10] AIGBODION, V. S.; HASSAN, S. B.; AUSE, T.; NYIOR, G.B. Potential Utilization of Solid Waste (Bagasse Ash), Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering 9, p.67-77. 2010.
- [11] OLIVEIRA, M. L. L. de et al. Influência da adição de fibras de polipropileno em argamassas. 2001.

- [12] OLIVEIRA, A. L. et al. Influência do uso de aditivo retentor de água à base de éter de celulose nas propriedades das argamassas de assentamento em alvenaria estrutural de blocos de concreto. *Ambiente constr.*, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 57-69, set. 2015.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. 2013
- [14] PIAZZA RECENA, F. A. *Conhecendo argamassa*. [s.l.] EDIPUCRS, 2017.
- [15] MACHADO, S. F. A.; PINHO, F. F. DA S. Influência de agregados provenientes de rcd e cinzas volantes não-conformes no desempenho de argamassas de cimento. p. 200, 2014.
- [16] DA COSTA E SILVA, A. J.; SILVA, C. J. V. *Aplicação de resíduos de pedras ornamentais na produção de argamassas*.2017.
- [17] HEEMANN, F. W. Substituição de agregado natural em argamassa por areia artificial. p. 79, 2014.
- [18] DIOGENES, A. G.; CABRAL, A. E. B. *Análise do comportamento de argamassas de revestimento com areia de britagem da região metropolitana de fortaleza*. 2017.
- [19] PETRY, N. D. S. et al. *Uso do pó de rolagem de ágata em substituição ao agregado calcário na produção de argamassas: análise da resistência mecânica, carbono e energia incorporados*. 2015.
- [20] HEINECK, S.; KAZMIERCZAK, C. D. S. *Argamassas de revestimento com incorporação de agregado miúdo da britagem de concreto*. 2015.
- [21] AMBROZEWICZ, P. H. L. *Materiais de construção*. São Paulo: Pini, 2012.
- [22] PAGNOSSIN, E. M. A. *Atividade Mineira em Ametista do Sul/RS e a Incidência de Silicose em Garimpeiros*, 2007.
- [23] HARTMANN, L. A.; SILVA, A. O. da.; *Visita técnica - Geologia e Mineração nos Garimpos de Ametista do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre, 2011.
- [24] BRASIL. Lei nº 12.305/10 de 02 de agosto de 2010. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*.
- [25] AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. *O desafio da sustentabilidade na construção civil*. [s.l.] Blucher, 2011.
- [26] CADORE, W. W.; ZAT, T. *Desempenho em concretos produzidos com rejeitos de pedra ametista*. *Revista Vivencias*.
- [27] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Requisito,2005.
- [28] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento, 2002.
- [29] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, 2005.