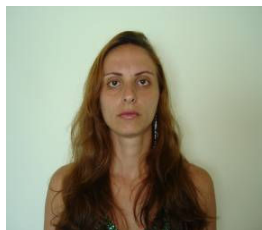


ANÁLISE DE ARGAMASSAS COM RESÍDUO DE CORTE DE ROCHAS ORNAMENTAIS



REIS, Alessandra Savazzini dos
Professora do Centro Federal de
Educação Tecnológica do Esp. Santo -
Mestranda da Universidade Federal do
Espírito Santo
Brasil
e-mail: alessandrar@cefetes.br



TRISTÃO, Fernando Avancini
Universidade Federal do Espírito Santo
Brasil
e-mail: fernandoavancini@ct.ufes.br

Resumo: O grande desafio que vivemos hoje é compatibilizar os benefícios à sociedade conseguidos pela indústria de mineração e beneficiamento de granitos e mármore com os impactos ambientais provocados pelo sector. O beneficiamento das rochas ornamentais produz um alto volume de resíduo, na forma de lama abrasiva. A reciclagem deste resíduo constitui a melhor forma de mitigar os problemas gerados. Existem trabalhos científicos que estudam o uso do resíduo do beneficiamento das rochas ornamentais em várias aplicações, como materiais de construção e, neste artigo, faz-se uma revisão bibliográfica do uso do resíduo em argamassas cimentícias de assentamento e revestimento de alvenaria. Verifica-se, neste trabalho, que o resíduo adicionado à argamassa em quantidades apropriadas se mostra viável e age como um “fíler”, diminuindo a porosidade da matriz e influenciando outras propriedades das argamassas no estado fresco e no estado endurecido.

Palavras-chave: argamassa; rochas ornamentais; resíduos.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil faz parte do grupo dos grandes produtores e exportadores mundiais do sector de rochas ornamentais. Os estados do Espírito Santo e Minas Gerais são os dois principais produtores e exportadores brasileiros de rochas ornamentais seguidos por Bahia e Ceará. O Espírito Santo contribuiu com 43% da produção nacional de rochas ornamentais, que foi de 6,9 milhões de toneladas no ano de 2005 [1].

A produção brasileira de rochas abrange em torno de 600 variedades comercializadas nos mercados interno e externo, com 1.600 lavras activas. O sector conta com 12.000 empresas operando na cadeia produtiva e emprega 130.000 trabalhadores directos [1]. Constata-se, com esses dados, a importância do sector de rochas para a economia e sociedade brasileira.

O processamento das rochas divide-se em duas etapas: extracção dos blocos nas lavras e beneficiamento nas serrarias. Na etapa do beneficiamento dos blocos, há a geração de um grande volume de resíduos. Cerca de 20 a 25% do bloco é transformado em pó no sistema de desdobramento em chapas através dos teares [2]. Essa quantidade pode alcançar de 25 a 30% do volume do bloco [3].

O resíduo é constituído por pó de rocha acrescido de água no caso dos teares que usam fios diamantados, e no caso dos teares que utilizam lâminas metálicas, acrescenta-se também cal, granalha e fragmentos metálicos provenientes do desgaste das lâminas, formando assim a lama (polpa abrasiva), responsável por diversos problemas, principalmente ambiental (Figura 1).



(a) Tear de fios diamantados; (b) Tear de lâminas metálicas [4].

A lama re-circula no tear por meio de uma bomba submersa de eixo vertical, situada num poço de recolhimento durante a serragem. A viscosidade da lama é controlada e a parte da lama que se torna muito viscosa é descartada, tornando-se o resíduo, que em geral, é depositado em lagoas de sedimentação, directamente no solo, nos pátios das empresas. Há casos em que o resíduo passa por um equipamento chamado filtro prensa para diminuir sua humidade e consequentemente seu volume. Após a perda de humidade do resíduo na lagoa de decantação ou nos filtros prensa, o material é transportado e disposto em aterros industriais e geram despesas consideráveis para as empresas.

O resíduo gerado no beneficiamento das rochas alcança cerca de 800.000t/ano nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia e Ceará [5]. Devido a esse grande volume gerado, que é frequentemente lançado directamente nos ecossistemas, sem um processo de tratamento para eliminar ou reduzir os constituintes presentes, as indústrias do setor vêm sendo citadas pelos ambientalistas como fontes de contaminação e/ou poluição do meio ambiente [6].

Verifica-se, portanto, a importância do aproveitamento desse resíduo, tanto para o Brasil, quanto para o Espírito Santo. Logo, é de suma importância a preocupação com estudos que tornem o sector de rochas mais sustentável do ponto de vista ambiental. Porém, apesar dos trabalhos científicos indicarem aplicações para o resíduo em questão, principalmente como material de construção, poucas acções têm sido efectivadas neste sentido.

2. OBJECTIVO

O objectivo deste trabalho é apresentar os estudos desenvolvidos nos últimos anos, no Brasil, que investigaram o uso do resíduo do beneficiamento das rochas ornamentais na produção de argamassas cimentícias e verificaram sua influência nas propriedades das argamassas no estado fresco e no estado endurecido.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho seguiu as etapas seguintes:

I - Levantamento bibliográfico sobre a caracterização do resíduo do corte das rochas ornamentais e a caracterização das argamassas cimentícias;

II - Levantamento bibliográfico dos estudos realizados do aproveitamento do resíduo do corte de rochas ornamentais em argamassas cimentícias;

III - Análise da influência do resíduo nas propriedades das argamassas.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Caracterização do resíduo

Foram analisados os trabalhos que empregaram o resíduo do corte das rochas ornamentais na produção de argamassas. Os resultados das caracterizações dos resíduos obtidos dos diversos autores estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 - Caracterização química do resíduo

Referência	Freire e Motta [2]	Calmon et al. [7], Silva [8]	Moura et al.[9]	Tenório et al.[10]
Compostos Químicos (%)				
SiO₂	29,02	59,95	41,70	58,03
Al₂O₃	6,94	10,28	8,5	18,65
Fe₂O₃	24,52	6,05	4,3	4,79
CaO	18,82	6,51	21	2,8
MgO	4,09	3,25	2	-
K₂O	2,25	4,48	2,3	1,51
Na₂O	1,75	3,39	2,7	1,02
Perda ao Fogo	12,6	4,74	16,8	5,62

A composição química dos resíduos analisados pelos autores (Tabela 1) evidenciou tratar-se de material sílico-aluminoso.

Tabela 2 - Caracterização granulométrica do resíduo

Referência	Método	Amostra	Material passante (%)	Peneira
Freire e Motta [2]	Uso de analisador de partículas	-	99	75µm
Calmon et al. [7]; Silva [8]	Peneiramento via húmida	-	88,7	75µm
Moura et al.[9]	Peneiramento e sedimentação	RCMG	77	75µm
Cruz et al. [11]	Uso de analisador de partículas	M1	77,48	Fracção inferior a 45 µm
		G1	82,55	
		M2	75,42	
		G2	84,85	
Tenório et al.[10]	Uso de analisador de partículas	RBCG	90	Fracção inferior a 47,494 µm

Observa-se que o material passante na peneira de abertura de malha 75 µm, é a principal fracção granulométrica do resíduo, caracterizando-o como material pulverulento, pois de acordo com a NBR 7211/2005 [12], material pulverulento é definido como material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem.

Tabela 3 - Determinação da massa específica

Referência	Amostra	Massa específica (kg/m ³)
Calmon et al. [7]; Silva [8]	-	2670
Moura et al.[9]	RCMG	2840
Cruz et al. [11]	M1	3178
	G1	2974
	M2	2861
	G2	2812
Tenório et al.[10]	RBCG	2670

Observa-se, na Tabela 3, que os valores da massa específica provenientes das amostras M1 e G1 [11] diferem dos demais, devido ao resíduo ter incorporado uma grande quantidade de aço, oriunda da granalha usada no processo de serragem do bloco de granito.

A caracterização ambiental do resíduo foi realizada por Silva [8], através dos ensaios de Lixiviação (NBR10005/1987) e de Solubilização (NBR10006/1987), sendo o resíduo do corte de rochas ornamentais classificado como Classe II – não inerte.

4.2 Caracterização das argamassas

As argamassas são essenciais para a execução das construções e são compostas, em geral, por uma mistura de cimento Portland, cal hidratada, areia e água. As funções das argamassas de revestimento são: (i) proteção contra ruído e calor, (ii) aumento de durabilidade, (iii) estéticas, (iv) para servirem de base para acabamentos mais nobres, como revestimentos cerâmicos, pinturas, etc [13].

A inserção do resíduo desencadeia discussão do estudo dos materiais constituintes das argamassas, bem como a sua dosagem a partir de estudos experimentais em laboratório. Em geral, a especificação e dosagem dos materiais que formam as argamassas são definidas a partir de critérios empíricos, resultando muitas vezes em patologias nos revestimentos [14].

Nesse sentido, os parâmetros utilizados para aferir a correcta dosagem dos componentes são as propriedades das argamassas. No estado fresco são avaliadas várias propriedades, tais como:

1. consistência e retenção de consistência;
2. coesão;
3. tixotropia;
4. plasticidade;
5. retenção de água;
6. massa específica;
7. conteúdo de ar incorporado;
8. adesão inicial;
9. trabalhabilidade.

Também devem ser analisadas as propriedades das argamassas no estado endurecido:

1. resistência mecânica – compressão, tracção, desgaste superficial;
2. resistência ao fogo;
3. resistência ao ataque por sulfatos ou outros agentes químicos;
4. capacidade de deformação;
5. retracção;
6. aderência;
7. permeabilidade;
8. condutividade térmica.

O estudo só ficaria completo analisando também as propriedades das argamassas no período de uso, como:

1. durabilidade;
2. resistência ao congelamento.

4.3 Estudos de argamassas com resíduo de corte de rochas ornamentais

No estudo de Freire e Motta [2], constata-se que o resíduo de granito, por apresentar fina granulometria e composição química com a presença de óxidos, tais como SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 , K_2O e NaO , é compatível com a utilização em argamassas na construção civil, entre outras aplicações.

Calmon et al. [7] empregaram o resíduo do beneficiamento das rochas ornamentais em argamassas de assentamento com traços em volume 1:2:8 e 1:1:6 (cimento:cal:areia) substituindo a cal por 25, 50, 75 e 100% de resíduo, em massa.

Os resultados apresentados nesse estudo [7] foram: a consistência permaneceu dentro dos limites da NBR13276/1995, que é de 255 ± 10 mm. A retenção de água (NBR 13277/1995) foi acima de 80% para todos os traços. Quanto à exsudação (MR 6 - 1982), esta foi maior nos traços 1:1:6, que possuem relação cal/cimento menor, o que pode prejudicar a trabalhabilidade. Tal facto indicia que a cal diminui a exsudação das argamassas [15]. A absorção por imersão, o índice de vazios (NBR 9778/1987) e a absorção por capilaridade (NBR 9779/1987) diminuíram, enquanto a massa específica (NBR 13278/1995) aumentou nas argamassas com a adição de resíduo, o que pode ser explicado pelo efeito “fíler”¹ que o resíduo provoca devido a sua elevada área específica ($1295 \text{ m}^3/\text{kg}$).

A resistência à compressão axial (NBR 13279/1995) e a resistência à tracção por compressão diametral (NBR 7222/1983), elevaram-se com o aumento da quantidade do resíduo. De acordo com a NBR13281/1995, as argamassas de traço 1:1:6 foram classificadas como do tipo I e as argamassas de traço 1:2:8 foram classificadas como do tipo II. Pelos resultados obtidos no estudo, o resíduo mostrou-se viável substituindo a cal em até 100% na argamassa [7].

Foram verificadas as propriedades das argamassas no estado endurecido e os resultados dos ensaios, nas idades de 63 e 91 dias, não apresentaram variações significativas em relação às propriedades no estado fresco, antes descritas [16].

No estudo de Moura et al. [9], o resíduo do corte de blocos de mármore e granito, foi usado em argamassas de revestimento e na produção de lajotas para piso. Foram produzidas argamassas no traço 1:6 (cimento:areia) em massa, com substituições de 5% e 10% da massa de areia por resíduo. A consistência foi considerada como factor de controle, estando na faixa de 260 ± 10 mm. A verificação da influência do resíduo foi medida através da resistência à compressão axial a 3, 7 e 28 dias. A resistência à compressão das argamassas com resíduo foi maior do que a resistência da argamassa de referência, com melhores resultados quando a substituição foi de 10%.

Cruz et al. [11] estudaram a resistência à compressão e o módulo de elasticidade das argamassas com diferentes percentagens do resíduo substituindo a areia. Na confecção das argamassas, fixou-se a relação a/c em 0,48 para se averiguar a influência da adição de diferentes percentagens do resíduo na consistência da argamassa. O traço utilizado como referência foi 1:3 (cimento:areia) em massa. As percentagens de substituição de areia por resíduo foram de 5, 10, 15 e 20% (em volume), baseando-se nos estudos de Moura et al. [9]. Foram colectadas amostras de duas grandes empresas beneficiadoras de rochas

¹ fíler – material granular que passa na peneira ABNT n°100 (0,150mm) (NBR 9935/2005) [17]. Trata-se de uma adição mineral finamente dividida sem atividade química, ou seja, sua ação se resume a um efeito físico de empacotamento granulométrico e ação como pontos de nucleação para hidratação dos grãos de cimento [18].

ornamentais da cidade de Alagoas. Os autores constataram que uma das amostras apresentava contaminação orgânica, devido à forma de disposição na lagoa de decantação. A análise do material foi feita de acordo com ensaio da NBR 7220/1987, que descreve o procedimento adequado para determinação de impurezas em agregados miúdos.

A finura do resíduo é semelhante à do cimento Portland. A reactividade pozolânica do resíduo foi avaliada pelo índice de actividade pozolânica com cimento e com cal, não sendo constatada reactividade, o que já era esperado pelo resultado do ensaio de difracção de raio X, que apresentou o resíduo tipicamente na forma cristalina. Quanto à resistência à compressão axial das argamassas, em geral, elevou-se da idade de 7 dias até a idade de 28 dias com a inserção do resíduo. Os melhores resultados de resistência à compressão axial foram obtidos em duas amostras com percentuais de substituição de resíduo de 15% e de 20%, respectivamente. Os módulos de elasticidade se elevaram até ao percentual de substituição do resíduo de 15% e, para 20%, houve diminuição desses valores [11].

A influência do uso do resíduo do polimento e corte de granito sobre as propriedades de argamassas nos estados: fresco e endurecido foi estudada por Tenório [19] e Tenório et al. [10] fazendo a substituição do cimento e da areia pelo resíduo. Para as argamassas do estudo foi adotado o traço 1:3 (cimento:areia) em massa e o índice de consistência de 255 ± 10 mm. O resíduo substituiu o cimento e a areia nas percentagens de 5% e 10% em volume. Foi concluído que a consistência da argamassa diminuiu à medida que se aumentou a quantidade de resíduo. Porém, no estudo, todas as argamassas ficaram na faixa de 255 ± 10 mm, já que o objectivo dos autores foi manter o valor da consistência constante.

Foi realizada a determinação da medida do índice de plasticidade (IP) do resíduo, obtendo-se $IP=14,1$, que é um valor considerado alto [10]. Para índices de plasticidade menores que 4, espera-se que o material não afecte a demanda de água, a trabalhabilidade ou a retração por secagem da mistura [20]. Dessa forma, é de esperar que, em virtude do alto índice de plasticidade apresentado pelo resíduo, o uso do mesmo em argamassas implique um aumento da demanda de água. Considerando os resultados dos trabalhos de Tenório et al. [10] e Tenório [19] pôde-se concluir que o resíduo age como filler na argamassa.

Observa-se que a massa específica do resíduo, comparada aos valores encontrados nos estudos já realizados, não apresenta grande variação. Neste último trabalho, foi igual a 2670 kg/m^3 , e é maior quando há maior quantidade de gralha de aço no resíduo.

A resistência à compressão nas argamassas com resíduo substituindo a areia aumentou com o aumento da quantidade do resíduo em todas as idades. O melhor resultado foi observado com a substituição de 10% da areia por resíduo [9], [10] e [11], o que é explicado provavelmente pela diminuição da porosidade. Já nas argamassas com substituição de cimento por resíduo houve queda da resistência. Quanto ao módulo de elasticidade das argamassas com substituição de areia por resíduo, o mesmo aumentou com o aumento da quantidade de resíduo, e no caso das argamassas com resíduo substituindo o cimento houve uma ligeira queda do módulo com 5% de substituição e um ligeiro aumento do módulo com 10% de substituição, em relação à argamassa de referência [10].

4.4 Conclusões

As considerações a seguir baseiam-se na análise da bibliografia estudada sobre a adição do resíduo de corte de rochas ornamentais em argamassas cimentícias.

4.4.1 Caracterização do resíduo

O resíduo é constituído predominantemente por sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3), além do óxido de ferro (Fe_2O_3) e do óxido de cálcio (CaO), provenientes da granalha de aço e da cal presentes na lama abrasiva. O resíduo possui ainda outros elementos químicos minoritários, tais como: MgO , SO_2 , K_2O , Na_2O , N_2O .

A granulometria do resíduo é extremamente fina, com a maior parte das partículas menores que $75\mu\text{m}$.

Quanto à massa específica do resíduo, podemos dizer que, em geral, é menor que a massa específica do cimento e é maior que a massa específica da areia. Foi observado também que os valores de massa específica do resíduo encontrados nos estudos já realizados, não apresentam grande variação, e são maiores quando há maior quantidade de ferro no resíduo devido à granalha de aço presente no processo de serragem do bloco de granito.

O resíduo foi caracterizado ambientalmente como pertencente à Classe II – não inerte (NBR 10005/1987 e NBR 10006/1987). Logo, trata-se de um resíduo não perigoso, porém não inerte [8].

Verificou-se que o resíduo pode sofrer contaminação por matéria orgânica, de acordo com a sua disposição em lagoas de decantação e seu manejo, o que pode afectar o desempenho do resíduo quando for reciclado. Neste caso, a forma de deposição e manejo é fundamental para obtenção de resíduo que possa ser reaproveitado [11].

O resíduo apresenta baixa possibilidade de reactividade pozolânica com cimento e com cal, o que já era esperado pelos resultados dos ensaios de difracção de raios X, encontrados nos trabalhos pesquisados, que revelam que os minerais componentes do resíduo estão na forma cristalina [11].

4.4.2 Propriedades das argamassas no estado fresco

O resíduo, extremamente fino, age como um “fíler” preenchendo os vazios na argamassa, contribuindo para melhoria de densidade e diminuição da porosidade. O efeito “fíler” nas propriedades das argamassas é associado ao aumento de densidade de mistura e uma aceleração de hidratação do cimento Portland, fato confirmado no estudo de Bonavetti e Irassar [20].

A consistência da argamassa com resíduo permaneceu dentro dos limites da NBR13276/1995, que é de 255 ± 10 mm, havendo para isso aumento da água de mistura da argamassa [7].

Com a adição do resíduo em substituição da areia, a massa específica tende a ser maior do que quando se substitui o cimento pelo resíduo, devido à massa específica do resíduo ser menor que a do cimento e maior que a da areia. Isto poderá dificultar o trabalho de aplicação da argamassa, tendo em vista que o pedreiro terá que lançar uma argamassa mais pesada na superfície a ser revestida.

O resíduo não interferiu significativamente na retenção de água, mantendo a trabalhabilidade da argamassa durante um período adequado.

4.4.3 Propriedades das argamassas no estado endurecido

O resíduo contribuiu para o aumento da resistência à compressão quando substituiu a areia na argamassa devido à sua acção como “filer”, preenchendo os vazios na matriz da argamassa.

Verifica-se o aumento do módulo de deformação nas argamassas de revestimento com resíduo, o que pode ocasionar fissuração, pois o sistema de revestimento pode tornar-se pouco deformável.

COMENTÁRIOS FINAIS

Apesar dos escassos estudos sobre o efeito do uso do resíduo de corte de rochas ornamentais nas argamassas, sabe-se que há minimização dos impactos no meio ambiente quando se recicla um resíduo, quer seja pela diminuição no consumo de cimento ou de areia, materiais que demandam extração de recursos naturais, quer seja, pela incorporação do próprio resíduo, cujo volume é alto e cujo destino final ainda representa um problema.

Conclui-se, portanto que, o uso do resíduo como “filer” em argamassas constitui-se numa opção de aproveitamento do mesmo, sendo uma forma de acção na busca do desenvolvimento sustentável para os sectores de construção civil e de exploração das rochas ornamentais.

Vale ressaltar que devem ser feitos estudos quanto à aderência, retracção e durabilidade das argamassas com resíduo, para que se possa confirmar a viabilidade técnica do uso do mesmo na produção de argamassas cimentícias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABIROCHAS (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais). *O setor de rochas ornamentais e de revestimento*. Informe 005/2006. São Paulo. 2006. Disponível em site: <<http://www.abirochas.com.br>>. Acesso em: 27 set. 2006.
- [2] FREIRE, Alexandre Sayeg; MOTTA, José Francisco M. Potencialidades para o aproveitamento econômico do rejeito da serragem do granito. *Revista Rochas de Qualidade*. São Paulo. Ano XXV. Edição 123, p.98-108, julh/ago. 1995.
- [3] GONÇALVES, Jardel Pereira. *Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para produção de concretos*. 2000. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Programa de pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.
- [4] BARROS, Alexandre R.; GOMES, Paulo C. C.; BARBOZA, Aline S. R.; SILVA, João L. *Estudos e resultados sobre a utilização do resíduo do corte do mármore e granito em materiais à base de cimento*. In: XI ENTAC - Encontro Nacional do Ambiente Construído. Florianópolis. 2006.
- [5] MOURA, Washington A.; LIMA, Mônica B. Leite; CALMON, João Luiz; MORATTI, Markus; SANTOS SOUZA, Fernando Lordello dos. *Produção de pisos intertravados com utilização de resíduo de serragem de rochas ornamentais*. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. ENTAC. 2006. Florianópolis. Santa Catarina. p. 4227-4236. 2006.

- [6] NUNES, R.L.S.; FERREIRA, H.S.; NEVES, G.A.; FERREIRA, H.C. *Reciclagem de resíduos de granito para uso na indústria de revestimentos cerâmicos*. In: 46º CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA. São Paulo. 2002.
- [7] CALMON, João Luiz; TRISTÃO, Fernando A.; LORDÉLLO, Fernando. S. S. ; DA SILVA, Sérgio A. C. ; MATTOS, Flávio. V. *Aproveitamento do resíduo de corte de granito para a produção de argamassas de assentamento*. In: II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Anais. Salvador. Bahia. ANTAC. p. 64-75.1997a.
- [8] SILVA, Sérgio Augusto das Chagas. *Caracterização do resíduo da serragem de blocos de granito. Estudo do potencial de aplicação na fabricação de argamassas de assentamento e de tijolos de solo cimento*. 1998. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1998.
- [9] MOURA, Washington A.; GONÇALVES, Jardel P., LEITE, Roneison da Silva. *Utilização do resíduo de corte de mármore e granito em argamassas de revestimento e confecção de lajotas para piso*. Sitientibus, Feira de Santana, n.26, p.49-61, jan./jun. 2002.
- [10] TENÓRIO, Jonathas J. L.; LAMEIRAS, Rodrigo de M.; LIMA, Luciana A. de. *Desempenho de argamassas produzidas com resíduo do beneficiamento de chapas de granito (RBCG)*. In: VI SBTA - Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa. I International Symposium on Mortars Technology. Florianópolis. 2005.
- [11] CRUZ , Daniel Fontan Maia da; LAMEIRAS, Rodrigo de Melo; BARBOZA, Aline da Silva Ramos; LIMA, Luciana Amaral de. *Estudo das propriedades mecânicas de argamassas produzidas utilizando-se resíduo do corte de mármore e granito*. In: VI Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. São Paulo. 2003. IBRACON (Instituto Brasileiro do Concreto) – CT 206 –Meio Ambiente.
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7211*. Agregados para concreto. Rio de Janeiro, 1986.
- [13] GUIMARÃES, José Epitácio Passos; GOMES, Rubens Donizeti; SEABRA, Mauro Adamo. *Guia das argamassas nas construções*. ABPC (Associação Brasileira dos Produtores de Cal). São Paulo. 8ª edição. 2004. 38p.
- [14] BAUER, Elton; SOUSA, Jose Getulio Gomes de. *Materiais constituintes e suas funções – cap. 02*. In: BAUER, Elton (Editor). *Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades*. Brasília. LEM-UnB. Sinduscon. 2005. p.25-36.
- [15] TRISTÃO, Fernando Avancini. *Influência da composição granulométrica da areia nas propriedades das argamassas de revestimento*. 1995.188f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Curso de Pos-Graduação Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina), Santa Catarina, 1995.
- [16] CALMON, João Luiz; TRISTÃO, Fernando A.; LORDÉLLO, Fernando. S. S. ; DA SILVA, Sérgio A. C. ; MATTOS, Flávio. V. *Reciclagem do resíduo de corte de granito para a produção de argamassas*. In: I Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Canela. ANTAC. 1997b.
- [17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9935*. Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro, 2005.
- [18] DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho. *Adições minerais para concreto estrutural*. In: ISAIA, Geraldo Cechella. *Concreto Ensino, Pesquisa e realizações*. São Paulo: IBRACON, 2005.
- [19] TENÓRIO, JONATHAS JUDÁ LIMA. *Desenvolvimento de argamassa através da utilização do resíduo do beneficiamento de chapas de granito (RBCG)*. 2004. 62f. Monografia (curso de Engenharia Civil), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2004.

[20] BONAVENTI, V. L.; IRASSAR, E.F. *The effect of stone dust content in sand*. Cement and Concrete Research. n. 3, v. 24, p. 580-590. 1994.