

Resíduos de mármore e granitos utilizados em cerâmica vermelha. Revisão preliminar

Juliana Grillo da S. Madeira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
julianagrillo.arq@gmail.com

João Luiz Calmon

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
calmonbarcelona@gmail.com

Roberta Arlêu Teixeira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
roberta.arleu@gmail.com

ABSTRACT

The activities related to the extraction and processing of ornamental stones promote a great economic growth in the country, but they have serious environmental consequences due to the solid waste generated, being its recycling and use in the civil construction a good alternative for the sustainable development of the sector.

The purpose of this article is to carry out a preliminary review at the national level of works on the use of waste from these processes in ceramic products and to verify the best percentage of substitution of this residue.

To do so, a survey was made of the production of rocks in Brazil and the main producing regions, as well as the main residues generated by the extraction and processing of ornamental rocks were studied, and from there, the existing works in the area were studied, if the results presented. As a result, it was found that residue substitution levels in proportions of 15% to 30% submitted to temperatures of 1050 °C and 1200 °C respectively, presented the best results in terms of modulus of bending rupture and water absorption. However, there is an urgent need for standardization in testing, including percentages of residues, temperatures, and properties studied, which has limited the use of waste in the manufacturing industry.

Keywords: Waste; Granite and marble; Abrasive sludge

1. INTRODUÇÃO

A indústria de rochas ornamentais no Brasil é uma área promissora, apresentando um crescimento médio na produção mundial estimado em 6% ao ano nos últimos dez anos (MENEZES et al., 2014). O setor de beneficiamento de rochas ornamentais vive um crescimento bastante significativo no contexto mundial. Com uma evolução de 1,8 mt/ano, da década de 1920, para um patamar atual de 130 mt/ano, a produção mundial noticiada de rochas ornamentais e de revestimento evoluiu exponencialmente como nenhum outro setor. 53,4 mt de rochas brutas e beneficiadas foram comercializadas no mercado internacional em 2013 (MONTANI, 2014).

Como maiores produtores de rochas ornamentais estão a China (39,5 mt), Índia (19,5 mt), Turquia (12 mt) e Brasil, respectivamente. O Brasil ocupa o 4º (quarto) lugar mundial com produção estimada de 10,5 mt em 2013 (ABIROCHAS, 2014).

No cenário brasileiro, a produção estimada em 2015 foi de 9,5 milhões de toneladas de rochas, sendo

70,3 milhões de m² destinados ao consumo interno. As transações comerciais foram superiores a US\$ 5 bilhões nos mercados interno e externo, sendo o Brasil considerado o maior e melhor produtor mundial de chapas, com capacidade para 93 milhões m²/ano.(FINDES, 2016).

Do total da produção de rochas, destacam-se o granito e o mármore, como sendo os mais utilizados na construção civil, o primeiro representando cerca de 50% e o segundo 20% da produção brasileira. Se compararmos a produção por região, só a região sudeste do país, contribui com 64% da produção, seguida da região nordeste com 26% e as demais contabilizando os 10% faltantes. (ABIROCHAS, 2014)

Os estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia respondem por cerca de 80% da produção nacional, sendo o Espírito Santo o principal produtor, seguido de Minas Gerais, que possui a maior diversidade de rochas extraídas. (Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica – Ministério da Educação). O Estado do Espírito Santo tem o maior parque de beneficiamento de rochas do país, sendo o maior produtor de mármore (75% da produção nacional) e grande produtor de granito (diversidade de materiais). Em 2014, produziu 4 milhões de toneladas, correspondendo a 10% do PIB local. O Estado possui ainda o maior polo de empresas voltadas para o setor de rochas ornamentais do país, tendo em 2015 produzido cerca de 3,6 milhões de toneladas de rochas ornamentais, cerca de 40% da produção brasileira. (FINDES, 2016)

Contudo, apesar dos benefícios financeiros, a empregabilidade dessas rochas ornamentais, acarretam uma preocupação ambiental, devido aos resíduos provenientes da indústria de sua extração e beneficiamento, sendo necessário conhecer como são feitos esses processos e quais os principais resíduos gerados.

Diante o exposto, a principal motivação deste trabalho é examinar a literatura brasileira relacionada à uso de resíduos de mármore e granitos em cerâmicas vermelhas identificando os principais resultados e barreiras para o desenvolvimento de pesquisas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Processo de extração e os rejeitos gerados

As atividades de extração e beneficiamento das rochas ornamentais se iniciam nas lavras, onde há a extração dos blocos, sendo estes encaminhados para o beneficiamento nas serrarias que incluem a serragem dos blocos em chapas, o polimento das chapas e o corte em ladrilhos com dimensões comerciais. Em todas as etapas do processo há a geração de resíduo. (**Figura 1**)

Figura 1 - Esquema de produção de resíduo gerado no beneficiamento do granito



Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2004), p.15

A atividade de extração (lavra) tem o objetivo de remover o material útil ou economicamente aproveitável dos maciços ou dos matacões. Na etapa do beneficiamento, o corte dos blocos pode ser feito

por equipamentos chamados teares, sendo de dois tipos: de fios diamantados e de lâminas metálicas, sendo este último denominado de tear convencional e existente em maior número nas indústrias brasileiras atualmente (MORAES, 2006). No estado do Espírito Santo hoje há 1.100 teares convencionais e 200 teares multifios. (FINDES, 2016).

No corte do bloco, usa-se uma lama (polpa abrasiva) constituída de rocha moída e água para o tear de fios diamantados. Já no caso do tear convencional, esta lama é acrescida de cal e granalha de aço, que tem como principais finalidades: lubrificar e esfriar as lâminas de serragem; evitar a oxidação das mesmas; limpar os canais entre as chapas; e servir como abrasivo para facilitar o processo de corte.

De acordo com Freire e Motta (1995), no sistema de desdobramento do bloco de rocha em chapas através de teares, de 20 a 25% do mesmo é transformado em pó e segundo Gonçalves (2000), no mesmo processo, cerca de 25 a 30% do volume do bloco é transformado em resíduo de serragem. Segundo Moraes (2006), os diversos processos de produção (nomeadamente, extração, corte, serragem e polimento dos blocos de pedra), as perdas podem ser da ordem de 30 a 40%. Para Campos e Castro (2007), na lavra e no processamento das rochas ornamentais, em conjunto, pode chegar a 70% o material extraído e não aproveitado, sendo constituído de resíduos grossos, finos e ultrafinos.

A quantidade estimada de geração de resíduo de corte de granito e mármore no Brasil foi de 165.000 toneladas ao ano distribuídas entre Espírito Santo, Bahia, Ceará, Paraíba entre outros estados, de acordo com Gonçalves (2000); já em 2002, no trabalho de Moura et al. (2002), esse valor alcançou 240.000 toneladas ao ano, distribuídos nos mesmos estados. Já Zanelato (2015), aponta que o processo de corte das rochas ornamentais produz cerca de 800.000 toneladas por ano de resíduo nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Ceará e Bahia. Sendo que esse resíduo, em geral, não recebe destino adequado e por muitas vezes é despejado sem tratamento prévio.

O processo industrial de beneficiamento de rochas ornamentais, envolvendo o desdobramento de blocos de rochas, o polimento das chapas brutas serradas e corte dos materiais para comercialização envolve também grandes quantidades de água para a sua realização. Por exemplo, uma única politriz, operando 24 horas/dia geram 576 m³/dia de águas residuárias. As águas residuárias desse processo apresentam inclusive valores altos para o pH, devido ao uso da cal (MORAES, 2006).

Para se fazer o correto gerenciamento de um resíduo industrial é preciso primeiro caracterizá-lo, classificando-o ambientalmente, e definir suas características físico-químicas. A classificação dos resíduos sólidos deve ser feita de acordo com a NBR ISO 10004 (ABNT, 2004), tendo como objetivo, determinar qual a disposição ambientalmente correta (tipo de aterro, incineração).

Os resíduos na cadeia produtiva de rochas ornamentais, são classificados, normalmente, por tamanho, em resíduos grossos, finos e ultrafinos. Os resíduos grossos são encontrados, nas pedreiras, nas serrarias e nas marmorarias. Os resíduos finos e ultrafinos são mais comuns na serrarias e marmorarias, formados por ocasião do corte da rocha.

De todos esses tipos de resíduos, os que provocam maior impacto ao meio ambiente são os efluentes das serrarias com teares, a lama abrasiva (CAMPOS e CASTRO, 2007). No Estado do Espírito Santo, maior explorador do setor, estima-se que a produção de lama abrasiva de mármore e granito das indústrias da região esteja em torno de 4000 toneladas por mês (MORAES, 2006).

Os resíduos de mármore e o granito pela sua composição apresentam um comportamento não plástico e tal como a grande maioria dos materiais cerâmicos tradicionais, seus constituintes químicos majoritários, expressos na forma de óxidos, são a sílica (SiO₂) e a alumina (Al₂O₃), seguidos pela cal (CaO) e os óxidos alcalinos (Na₂O, K₂O).

Como regra geral, as aplicações possíveis são aquelas que melhor aproveitam as características físico-químicas que o resíduo apresenta, para gerar um novo produto de melhor desempenho e menor impacto

ambiental (JHON, 2000). Portanto, este tipo de rejeito industrial apresenta um bom potencial para ser incorporado em massas argilosas destinadas à produção de materiais cerâmicos tradicionais, sendo necessário avaliar suas possibilidades dentro da indústria cerâmica e seus processos de beneficiamento.

2.2. Material Cerâmico

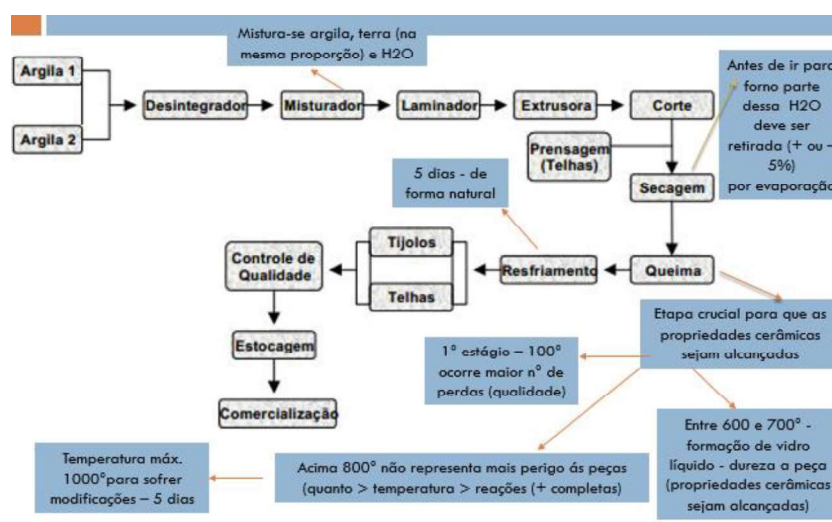
O setor cerâmico brasileiro, de um modo geral, apresenta uma deficiência grande em dados estatísticos e indicadores de desempenho, ferramentas indispensáveis para acompanhar o seu desenvolvimento e melhorar a competitividade, entre outros fatores, daí as dificuldades de se ter um panorama mais amplo dessa importante área industrial. (ABCERAM, 2017)

A indústria cerâmica vermelha, enfoque deste artigo, voltada para a construção civil, basicamente divide-se nas áreas como revestimentos (placas cerâmicas) e cerâmica vermelha. Em revestimentos destacam-se: ladrilhos, peças de porcelanato, pastilhas, mosaicos, azulejos. Em materiais para a construção: blocos cerâmicos, blocos estruturais, telhas e outros;

A produção cerâmica representa 4,8% da indústria da construção civil, sendo produzidos em média 1,3 bilhão de telhas por mês, 4 bilhões de blocos de vedação e estruturais. (SEBRAE, 2015) A região sudeste e sul são as que mais produzem cerâmica no país.

Tecnicamente entende-se por material cerâmico aquele obtido pela mistura de matérias primas inorgânicas, sendo a principal a argila, moldada a frio e endurecida por tratamento térmico. As cerâmicas assumem a coloração vermelha devido a presença do óxido de ferro. Os tijolos maciços, o bloco cerâmico e as telhas, praticamente apresentam mesmo processo de produção, conforme **figura 2**.

Figura 2 - Processo de produção cerâmica vermelha.



Fonte: Adaptado de ABCERAM (2017)

As principais normas técnicas para avaliação do emprego do resíduo nas massas cerâmicas apontam como os principais ensaios e propriedades a serem observados: Perda de massa ao fogo ou plasticidade, retração linear de queima, absorção de água ou porosidade, porosidade aparente, tensão de ruptura a flexão ou módulo de ruptura a flexão e resistência mecânica.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada foi dividida em pesquisa bibliográfica e análise qualitativa dos dados.

Inicialmente na pesquisa bibliográfica, analisou-se a legislação pertinente, bem como, livros, artigos científicos, teses e dissertações nacionais disponibilizadas em sítios na internet que tratavam sobre a utilização de resíduos de mármore e granitos para a confecção de materiais cerâmicos como telhas, blocos e outros. Foram encontradas várias ocorrências, porém torna-se importante destacar que a falta de um repositório comum para os artigos nacionais dificulta a obtenção dos dados que podem não representar sua totalidade.

Após, procedeu-se uma classificação dos trabalhos por tipo de material estudado e percebeu-se que se apresentavam em maior número, aqueles voltados para estudo da cerâmica vermelha, sendo portanto adotado este objeto de pesquisa. Por último foi realizada uma análise crítica dos dados obtidos, comparando-se ao referencial teórico abordado. Estas análises encontram-se no item 4, em forma de texto, quadros e gráficos, sendo para cada um dos ensaios selecionados, plotado um gráfico de dispersão no software Excel, onde cada ponto representou os valores encontrados com a adição do resíduo por cada estudo em relação aos valores dos corpos de prova de referência ou controle de cada autor..

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na pesquisa bibliográfica realizada, foram encontrados inicialmente 20 trabalhos brasileiros que se utilizavam dos resíduos de mármore e granito para a confecção de materiais cerâmicos, como telhas, blocos e cerâmicas. Desses trabalhos, oito analisavam a incorporação de resíduos para cerâmica vermelha, constituindo o maior número de estudos de mesma similaridade nos ensaios e destinação, que possibilitavam estabelecer análises e comparações: Nunes, Ferreira e Neves (2004); Moreira, Freire e Holanda (2003); Acchar, Vieira e Segadães (2006); Ferreira *et al.*(2001); Menezes *et al.*(2014); Aguiar (2012); Avelino (2013) e Mello (2006), respectivamente nomeados Estudos de 1 a 8.

Todos os estudos fazem a caracterização de amostras e após realizam ensaios diferenciados em corpos de prova confeccionados com determinada percentagem do resíduo queimado à uma determinada temperatura. Algumas propriedades são medidas e a amostragem de cada estudo, varia em função da localização do rejeito utilizado. Foram observados, conforme **quadro 1**, uma gama variada entre os percentuais de resíduos e temperaturas utilizados.

Quadro 1 - Amostragem, variação de temperatura e % de resíduo utilizados nos estudos

Estudo	Local amostragem	% utilização Resíduo	Temperaturas de queima dos corpos de prova
1	Campina Grande-PB	20%, 30%, 35% e 44%	1050°C, 1100°C e 1150°C
2	Cachoeiro de Itapemirim - ES	5 e 10%	850 °C e 1150 °C.
3	Rio Grande do Norte	30%	950°C, 1000°C, 1050°C e 1150°C
4	Campina Grande - PB e Cidade do Cabo - PE	25%, 30%, 31%, 34%, 35%,	1150°C, 1175°C e 1200°C
5	Região Nordeste Paraíba, Ceará e Pernambuco	20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50% e 60%	1150°C, 1175°C e 1200°C
6	Cachoeiro de Itapemirim - ES	20%, 30% e 40%	750°C, 950 °C e 1050 °C
7	Região do Seridó Rio Grande do Norte	10%, 15%, 20% e 30%	800°C, 850°C, 900°C, 950°C, 1000°C e 1100°C
8	São Paulo	8%, 16%, 24%, 32% e 40%	850°C, 900°C, 950°C, 1000°C e 1050°C

Fonte: Autoria Própria

Além da variação no percentual de resíduo e temperaturas, percebeu-se uma grande variação nos ensaios para a caracterização das amostras e ensaios realizados em cada trabalho, denotando uma necessidade de maior padronização para testes com resíduos. Dentre os ensaios realizados (**quadros 2 e 3**), destacam-se:

Quadro 2 - Ensaio de caracterização da amostragem

Estudo	Química	Mineralógica	Perda ao fogo	Por distribuição granulométrica	Por área específica	Térmicas (ATD e ATG)	Consist. de Atterbeg	Por massa específica real
1	x	x	x	x				
2	x	x		x			x	x
3	x	x						
4	x			x		x		
5	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x				x		
7	x	x		x		x		
8	x	x	x	x				
Total	8	7	3	6	1	4	2	2

Fonte: Autoria Própria

Apesar de todos os estudos se referirem ao atendimento das normativas ou literatura específica, não há um padrão encontrado, o que ocorre também com os ensaios realizados por cada trabalho nos corpos de prova, com o resíduo já incorporado, resumidos no **quadro 3** abaixo:

Quadro 3 - Ensaio realizados com corpos de prova

Estudo	Retração Linear	Modulo de ruptura flexão	Massa Esp. AP	Absorção de água	Porosidade AP
1	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x
3	x	x		x	x
4	x	x		x	x
5		x		x	
6	x	x	x	x	
7	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	
Total	7	8	5	8	5

Fonte: Autoria Própria

Percebeu-se que apenas a tensão de ruptura a flexão (TRF) e a absorção de água(AA) foram 100% das vezes testados, portanto buscou-se realizar as comparações entre esses quesitos.

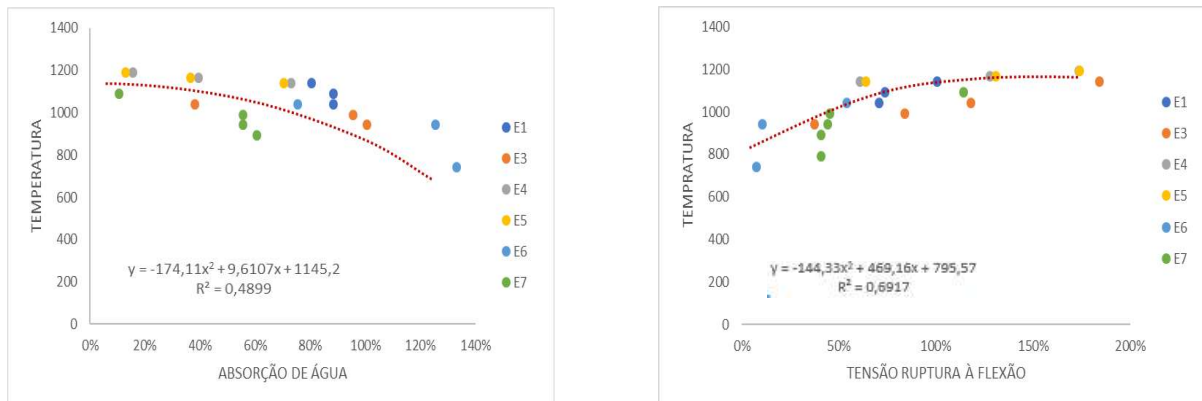
Observou-se que nem todos os estudos consideraram comparar os resultados com corpos de prova contendo o resíduo e corpos de prova sem a presença do resíduo, sendo por isso, descartada a opção com 0% de resíduo. Adotou-se como parâmetro a NBR 13818/97, que classifica placas cerâmicas para revestimento. Pela referida norma, os corpos cerâmicos podem ser classificados como: BIb (grês) - quando possuem AA entre 0,5 e 3% e MRF maior que 30Mpa; BIib (semi porosos) - quando possuem AA entre 6 e 10% e MRF maior de 18MP; BIII (poroso) - quando possui AA entre 10 e 20% e MRF maior de 15Mpa.

A intenção foi cruzar dados entre o percentual de resíduos e temperatura de queima dos corpos de prova, para ver como estes influenciavam a absorção de água (AA) dos corpos de prova e sua tensão de ruptura a flexão(TRF).

Mediante a grande variação já mencionada, tanto em percentual de resíduo, como variação de temperatura de queima, optou-se por realizar duas comparações: uma, variando a temperatura e verificando a AA (gráfico 1) e TRF (gráfico 2), com percentual de resíduo constante a 30% e, outra, avaliando a AA (gráficos 3 e 4) e TRF(gráficos 5 e 6), mantendo a temperatura constante a 1050° e 1150°. Tais escolhas justificam-se pelo elevado número de vezes em que apareceram nos artigos estudados, bem como, porque foram consideradas melhores pelos autores para garantir a resistência do material.

Na análise dos artigos, a maioria dos autores concluiu de modo parcial que com o aumento da temperatura, a AA diminui, pois diminui-se a porosidade, conferindo mais resistência a peça, o que se confirmou ao juntar os dados dos estudos no **gráfico 1**. Igualmente, a maioria dos estudos concluiu parcialmente que com o aumento da temperatura, o módulo de resistência a flexão aumenta, conferindo maior estabilidade à peça, o que também se confirma no **gráfico 2**.

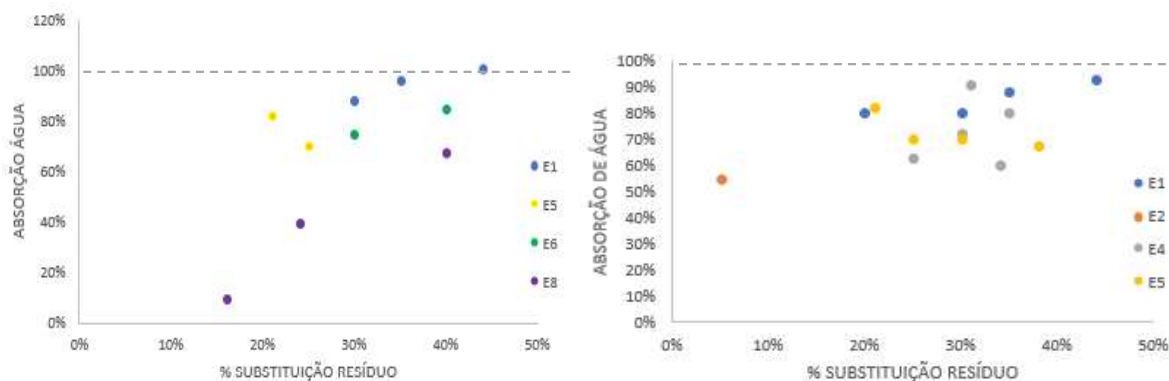
Gráfico 1 e 2 – Respectivamente AA e TRF versus temperatura considerando % de substituição do resíduo constante a 30%



Fonte: Autoria Própria

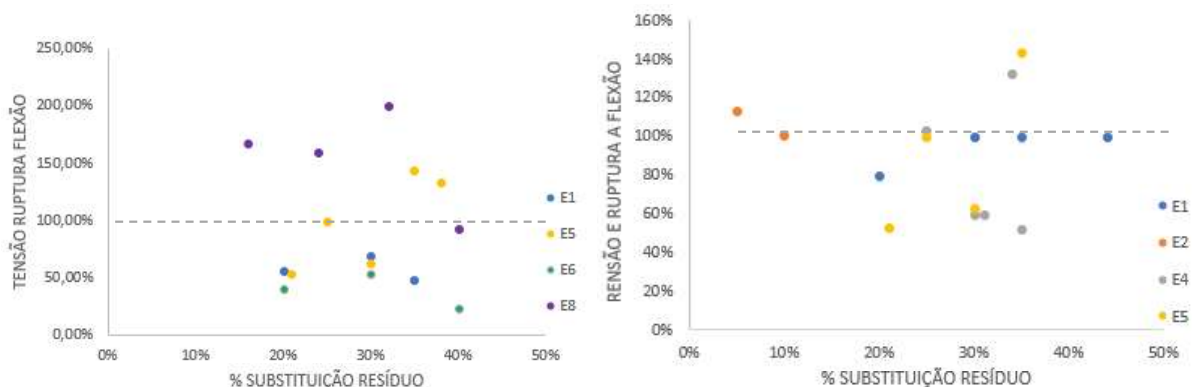
Contudo, ao juntar os dados dos artigos com a temperatura constante, e variando o percentual de resíduo, a tendência seria que com o aumento do resíduo a AA aumentasse e a TRF diminuísse porém os resultados se mostraram inconclusivos principalmente com relação a tensão de ruptura à flexão, como pode ser verificado nos **gráficos 3, 4, 5 e 6**. Não se conseguiu encontrar uma função que expressasse um coeficiente de determinação significativo, por isso optou-se por demarcar apenas o limite de norma representado pelo percentual de 100% para cerâmicas tipo BIII.

Gráficos 3 e 4 – AA considerando respectivamente a temperatura constante de 1050°C e 1150°C.



Fonte: Autoria Própria

Gráficos 5 e 6 – TRF considerando respectivamente a temperatura constante de 1050°C e 1150°C.



Fonte: Autoria Própria

A partir dos gráficos apresentados, pode-se perceber que a substituição de argila pelo resíduo foi benéfica considerando a absorção de água, porém deve-se ter um maior cuidado com relação à propriedade de resistência à flexão.

Comparando a propriedade de absorção de água, os estudos que consideraram a queima dos corpos de prova a temperatura de 1050°C conseguiram menores valores de absorção de água para valores inferiores de substituição, chegando a uma redução de 90%, para teores de substituição de cimento por 15% de resíduo.

Nos estudos com queima a 1150°C, a redução da absorção de água chegou a 40%, com um teor de 30% de substituição da argila pelo resíduo de mármore e granito, indicando que, para AA, os teores ótimos de substituição ficam entre 15 e 20%. Considerando a TRF, verifica-se que maiores temperaturas conferem maior resistência à ruptura à flexão. Comparando os teores de substituição de argila pelo resíduo, verifica-se uma grande variabilidade de resultados. Para a temperatura de 1150°C, teores de substituição inferiores a 10% e superiores a 35% tenderam a apresentar um acréscimo nos valores de tensão de ruptura.

Já para temperatura de 1050°C, a faixa diminuiu, considerando-se que a melhoria desta propriedade só é conseguida com teores inferiores a 20%. Considerando as duas propriedades, um teor ótimo de substituição para a temperatura de 1150°C seria 10%, e para 1050°C, 15%.

Ao se avaliar a AA e TRF com a substituição do resíduo constante (gráficos 1 e 2) percebe-se melhores resultados na temperatura de 1200° pois garantiu-se a menor AA e a TRF compatível com cerâmica BIII adotada como referência. Abaixo dessa temperatura a AA tem redução significativa, porém a TRF também se reduziu, sendo o desempenho melhor comprovado à 1200°C.

Assim, cada estudo e resultado demonstram que as propriedades físico-mecânicas são afetadas tanto pela temperatura de sinterização, quanto pela adição do resíduo. Apesar dos dados não demonstrados, os resultados dos oito trabalhos analisados, apresentaram conclusões semelhantes, indicando que os resíduos apresentaram massas específicas reais, distribuições granulométricas e áreas específicas semelhantes às das matérias-primas cerâmicas convencionais, sendo pertinente o uso de resíduos de mármore e granitos nas composições cerâmicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos de mármore e granitos apresentam composições químico-mineralógicas compatíveis e possuem propriedades físicas (não plástica), compatíveis e pré-solicitadas pela indústria cerâmica, contudo seu aproveitamento é limitado por uma série de fatores, portanto estudos na área precisam ser intensificados principalmente nos estados com maior produção e beneficiamento de mármore e granitos, que tem maior

potencial de contribuição na sustentabilidade.

Primeiramente, se evidencia a necessidade de uma padronização na realização dos ensaios e métodos, incluindo percentuais de resíduos, temperaturas, e propriedades aqui apontadas. Acredita-se que com uma maior quantidade de ensaios e possibilidades de comparações entre estes, trariam maior confiabilidade aos estudos e resultados, atraindo a atenção da indústria cerâmica.

Além disso, esse resíduo aparentemente sem valor industrial, se bem aproveitado, poderia reduzir danos ao meio e ainda custos na confecção dos materiais cerâmicos para uso na construção civil, aumentando sua resistência e durabilidade, ao diminuir seu índice de absorção de água e reduzir índice de retração linear.

Também conseguiu-se comprovar que em temperaturas mais elevadas e com o incremento de resíduo de mármore e granitos, as propriedades tecnológicas da cerâmica obtiveram uma melhora significativa. Pode-se então dizer, que haveria por consequência uma melhoria no produto, tornando-o mais competitivo no mercado. Porém, o aumento da temperatura de queima acarretaria num maior gasto energético, novamente demandando estudos para a viabilização concreta de seu uso. Por isso, se percebe a necessidade de estudos com maiores teores de resíduos de mármore e granito, afim de melhorar a transformação de produtos de argila, permitindo a queima em temperaturas mais baixas.

Por fim, para viabilizar o emprego desses resíduos na indústria cerâmica, faz-se necessário ainda comprovar a vida útil e durabilidade desse material, quesito importante para sua utilização em escala e também avaliar seu impacto ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CYTED – Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnologia para el Desarrollo através da(s) Redes URBENERE e CIREs. Além disso agradecemos a FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESPÍRITO SANTO – FAPES pelo fomento a bolsa de pesquisador capixaba.

REFERÊNCIAS

ABCERAM, **Cerâmicas no Brasil – Números no setor**. Disponível em: <<http://abceram.org.br/numeros-do-setor/>> Acessado em 10 Junho. 2017

ABIROCHAS, **Panorama Mundial do Setor de Rochas 2014**. Disponível em: <http://www.abirochas.com.br/noticia.php?eve_id=3342>. Acessado em 10 Junho. 2017

AGUIAR, M. C de. **Utilização de resíduo de serragem de rocha ornamental com tecnologia de fio diamantado em cerâmica vermelha**. 2012. 133p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISSO 10004: **Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004. 12 p.

AVELINO, K.A.R. **Estudo da potencialidade da incorporação de resíduo de granito e da queima da casca de café em cerâmica vermelha**. 2013.81p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

CAMPOS, A.R; CASTRO, N.F. **Tratamento e Aproveitamento De Resíduos e de Rochas Ornamentais**. Ouro Preto, MG, nov.2007

Cerâmica vermelha: **Panorama no mercado do Brasil**. SEBRAE, 2015. Disponível em: <

[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/b877f9b38e787b32594c8b6e5c39b244/\\$File/5846.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/b877f9b38e787b32594c8b6e5c39b244/$File/5846.pdf)> Acessado em 4 Junho. 2017

FERREIRA, L.C. **Potencial da utilização de resíduos industriais na formulação de massa de cerâmica vermelha para fabricação de blocos de vedação.** 2012. 76p. Dissertação (Programa mestrado Urbano e Industrial) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

FINDES. **Análise de competitividade do setor das indústrias de rochas ornamentais do estado do Espírito Santo.** Espírito Santo: 2016. Disponível em: <http://www.invistanoes.es.gov.br/images/contratos-de-competitividade/AnaliseCompetitividade2016/Rochas_2016.pdf>. Acesso em 25 maio. 2017

FREIRE, A.S.; MOTTA, J.F. **Potencialidades para aproveitamento econômico do rejeito da serragem do granito.** Rochas de Qualidade, São Paulo, v.16, n.123, p.98-108, 1995.

GOMES, Paulo César Correia; LAMEIRAS, Rodrigo de Melo; ROCHA, Sergio Renato Ávila Glasherster da. **Obtenção de materiais à base de cimento com resíduo do estado de Alagoas: um- 519 - caminho para o desenvolvimento sustentável da construção.** Relatório Final - FAPEAL. Alagoas. 2004.

GONÇALVES, J.P. **Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para produção de concretos.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2000.

JONH, V.M; ÂNGULO, S.C - **Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos.** In: Coletânea Habitare. Utilização de resíduos na construção habitacional. Vol 4. Porto Alegre: ANTAC, 2003. p. 09 - 71.

Manual de gerenciamento de resíduos – SEBRAE RJ. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F4EBC426A014ED041F0FB576E&inline=1>>. Acesso em 25 maio. 2017

MELLO, R.M.de. **Utilização do resíduo proveniente do acabamento e manufatura de mármore e granitos como matéria prima em cerâmica vermelha.** 2006. 69p. Dissertação (Ciências na área de tecnologia Nuclear – Aplicações Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2006.

MENEZES, R; FERREIRA. H.S.; NEVES,G.A; FERREIRA,C.H. **Uso de rejeitos de granitos como matérias primas cerâmicas.** Campina Grande, Jan. 2014

MONTANI, Carlo. **XXV Rapporto Marmo e Pietre nel Mondo** 2014. Disponível em: <<http://www.ivolution.com.br/mais/fotos/6/17/3390/Rapporto2014.pdf>>. Acessado em 10 maio. 2017

MORAES, I. V. M. de. **Mármore e Granito: Lavra, beneficiamento e tratamento de resíduos.** Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia. 2006. 21p. Dossiê Técnico. SBRT

MOURA, Washington A.; LIMA, Mônica B. Leite; CALMON, João Luiz Nogueira da Gama; MORATTI, Markus, SOUZA, Fernando Lordêllo dos Santos. **Produção de pisos intertravados com utilização de resíduo de serragem de rochas ornamentais.** Santa Catarina. XI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. 2006.

ZANELATO, E.B; AZEVEDO A.R.G; ALEXANDRE, J.; XAVIER G.C; AGUIAR, N.C;PETRUCCI, L.J.T. **Avaliação da Incorporação de resíduo de rocha na fabricação.**