

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS MINERAIS VISANDO APLICAÇÃO COMO AGREGADO PARA MATERIAIS DE MATRIZ CIMENTÍCIA

*CHARACTERIZATION OF MINERAL RESIDUES VISING APPLICATION AS
AGGREGATE FOR CEMENT MATRIX MATERIALS*

SILVA, Leonardo de Medeiros

Bacharel, Universidade Federal Rural do Semi-Árido
leonardo@hotmail.com

BARROS, Sâmea Valensca Alves

Doutor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido
samea_valensca@ufersa.edu.br

DANTAS, Gerbeson Carlos Batista

Bacharel, Universidade Federal Rural do Semi-Árido
gerbeson_dantas@hotmail.com

PIMENTEL, Patrícia Mendonça

Doutor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido
pimentelmp@ufersa.edu.br

RESUMO

A construção civil vem se tornando um dos setores econômicos mais promissores para absorver os resíduos sólidos oriundos da atividade da extração e comercialização dos recursos naturais, após passarem por processos de beneficiamento que os transformem em materiais alternativos para atender as demandas desse setor. Dentre os resíduos gerados destacam-se os de quartzito e scheelita, que vêm sendo utilizados na ordem do dia como agregados artificiais para confecção de concretos e argamassas. Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo realizar um estudo comparativo entre os agregados oriundos dos resíduos de quartzito e de scheelita para uso em substituição ao agregado convencional em argamassas. A caracterização química-mineralógica e física dos resíduos investigados foi realizada fazendo uso das seguintes técnicas: difração de raios X (DRX), espectrometria de fluorescência de raios X (FRX), análise granulométrica por peneiramento; determinação da massa unitária; determinação do módulo de finura e do teor de material pulverulento. Os resultados obtidos mostraram que as propriedades físicas obtidas para os agregados estudados foram semelhantes e permitem que sejam utilizados na confecção de argamassas. Enquanto, os resultados obtidos na caracterização química demonstram a necessidade de verificação da reatividade desses agregados em meios agressivos.

Palavras-chave: Propriedades dos agregados. Resíduos de quartzito. Resíduos de scheelita. Argamassas.

ABSTRACT

Civil construction has become one of the most promising economic sectors to absorb solid waste arising from the extraction and commercialization of natural resources, after going through processes of processing that transform them into alternative materials to meet the demands of this sector. Among the residues generated are those of Quartzite and Scheelite, which are being used as artificial aggregates for the production of concrete and mortar. In this context, the objective of this work is to conduct a comparative study between the aggregates from the Quartzite and Scheelite residues for use in substitution of the conventional aggregate in mortars. The chemical-mineralogical and physical characterization of the investigated residues was carried out using the following techniques: X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence spectrometry (FRX), granulometric analysis by sieving; determination of the unit mass; determination of the fineness modulus and the powder content. The obtained results showed that the physical properties obtained for the studied aggregates were similar and allowed to be used in the preparation of mortars. Meanwhile, the results obtained in the chemical characterization demonstrate the need to verify the reactivity of these aggregates in aggressive media.

Keyword: Properties of aggregates. Waste of quartzite. Scheelite waste. Mortars.

1. INTRODUÇÃO

A reutilização dos resíduos sólidos na construção civil tem se tornado uma prática importante, porque permite diminuir os impactos ambientais ocasionados pela destinação final inadequada desses no meio ambiente (BARROS et al., 2016). Nos últimos decênios, tendo em vista o aumento da atividade mineradora, percebeu-se que a geração de resíduos sólidos oriundos do corte e serragem de rochas ornamentais tem sido cada vez mais problemática, tanto pela geração de vultosos volumes de resíduos, como pela destinação final ambientalmente inadequada destes (MOREIRA et al., 2008; ERCIKDI et al., 2015). Logo percebeu-se a necessidade de intervir nesse ciclo, sobretudo, pelas exigências das Leis Ambientais brasileiras.

A importância da utilização desses resíduos na construção civil torna-se evidente ao proporcionar uma gestão adequada desses, quando os utilizam (após beneficiamento que se dará conforme as características de cada resíduo) como matérias primas alternativas na confecção de novos materiais para atender as demandas desse setor, à medida que reduz a exploração dos recursos naturais, gerando materiais alternativos para atender suas demandas (SCHACKOW et al., 2015; GAMEIRO et al., 2014).

No entanto, para que ocorra a viabilidade técnica do uso desses materiais alternativos em substituição aos convencionais é necessário compreender suas propriedades físicas, químicas e mineralógicas. Pois, podem apresentar propriedades físicas adequadas e possuírem uma constituição química reativa que desencadeie patologias ao serem utilizados em matrizes cimentícias (BARROS; NEVES; MENEZES, 2017).

Nessa perspectiva, verifica-se a lacuna na literatura de estudos comparativos entre os agregados artificiais mais utilizados na fabricação de concretos e argamassas. Dentre eles, destacam-se os resíduos de quartzito e os da mineração de scheelita.

Ademais, tem que haver uma preocupação em verificar se existe um resíduo, após beneficiado e transformado na granulometria de agregado, que proporciona melhores propriedades físicas, químicas e mineralógicas para uso em argamassas do que outro. A intenção de verificar esses resíduos é também de melhorar as técnicas para a confecção de argamassas em locais que existe a geração dos mesmos.

A utilização do agregado artificial, em argamassas oriundo do beneficiamento de resíduos sólidos, pode fazer com que as argamassas incorporadas com esses apresentem comportamento diferente quanto as suas propriedades físicas, mecânicas e químicas-mineralógicas quando comparada às convencionais. Daí a relevância de se comparar os agregados oriundos dos resíduos de quartzito e de scheelita (MEHTA; MONTEIRO, 2006; PATELL; SHANH, 2015).

Queiroz e Frascá (2008) afirmam que os resíduos de quartzito vêm sendo muito utilizados como material alternativo para concretos e argamassas, porque esses após passarem por processo de britagem e peneiramento adquirem granulometria de agregado graúdo e miúdo, passando a apresentar características tecnológicas apropriadas para o uso em concretos e argamassas. Já Alves et al. (2016) fizeram uma análise da utilização do resíduo de scheelita como agregado miúdo para concreto, e observaram que o mesmo apresenta uma granulometria apropriada para esse uso quando comparada ao agregado convencional.

Nesse sentido, visando maximizar o desempenho das argamassas incorporadas com materiais alternativos como modo de promover o gerenciamento adequado destes resíduos, este trabalho tem por objetivo comparar as propriedades físicas, químicas e mineralógicas dos agregados artificiais gerados no processo de beneficiamento do resíduo de quartzito e de extração de scheelita para uso em argamassas de revestimento.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1. MATERIAIS

Os materiais utilizados nessa pesquisa foram os resíduos oriundos do processo de beneficiamento de quartzito cedidos pela Empresa Tecquímica do Brasil, localizada no município de Várzea/PB (fornecido já na granulometria utilizada) e os resíduos gerados na

extração de scheelita concedidos pela Empresa de Mineração Tomaz Salustino - Mina Brejuí, localizada no município de Currais Novos/RN.

2.2. MÉTODO

2.2.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

A caracterização física das areias de quartzito e scheelita foi realizada determinando a massa específica aparente, granulometria por peneiramento e teor de material pulverulento. A massa específica aparente foi determinada conforme os procedimentos descritos pela NBR 16605 (BRASIL, 2017). O peneiramento ocorreu por meio da série normal de peneiras, mediante os procedimentos da NBR 7181 (BRASIL, 2018).

2.2.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA-MINERALÓGICA

A composição química dos materiais foi determinada por espectrometria de fluorescência de raios X (FRX), com detector EDS (Shimadzu EDX 720) para obter os óxidos presentes na composição das amostras.

A caracterização mineralógica foi realizada utilizando a difração de raios X (DRX) no Difratorômetro Shimadzu XRD-6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40kV, corrente de 30mA, modo de escaneamento por passos (fixed time scan), com passo de 0,02 e tempo de contagem de 0,6s, com ângulo 2θ percorrido de 5° a 60° .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS DE QUARTZITO E SCHELITA

A Tabela 1 apresenta as propriedades físicas determinadas para areia de quartzito e scheelita. Ao analisar os resultados obtidos observou-se que os valores foram bem parecidos, não apresentando diferenças significativas nas propriedades físicas dos dois agregados artificiais. Logo, a trabalhabilidade de argamassas de revestimento confeccionadas com esses resíduos não será comprometida.

Tabela 1: Propriedades físicas dos resíduos de quartzo e scheelita

Ensaio	Areia de quartzito	Areia de scheelita
Massa unitária ou aparente (g/cm^3)	1,33	1,69
Teor de materiais pulverulentos (%)	1,06	1,4

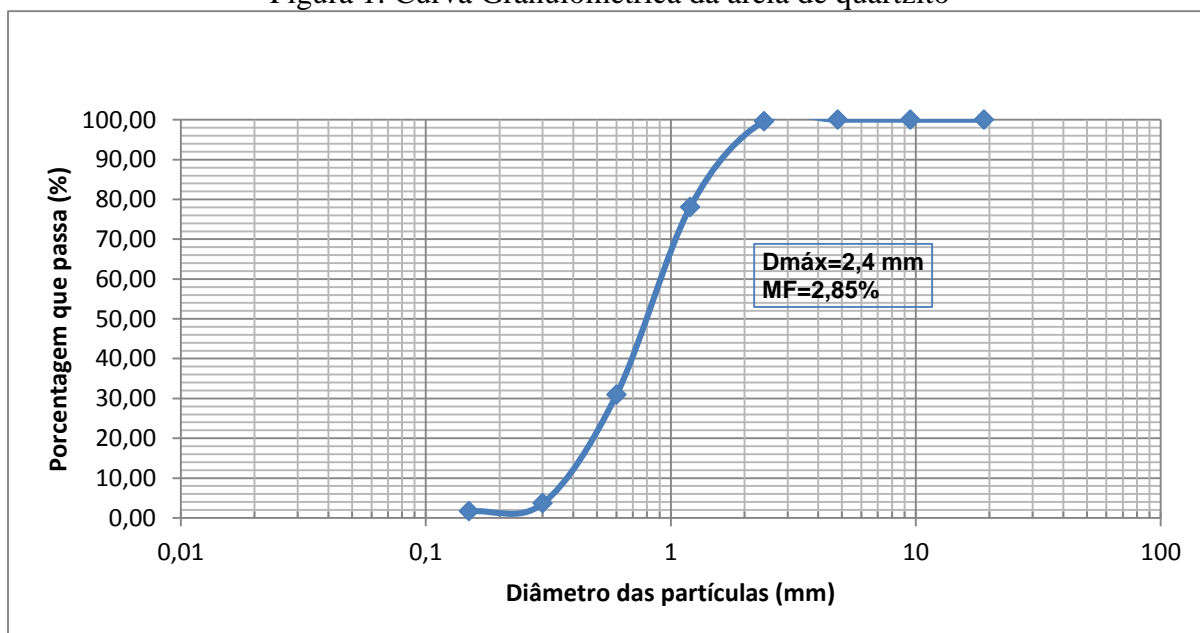
Granulometria	Diâmetro máximo (mm)	2,44	2,37
	Módulo de Finura (%)	2,85	2,4

Ao analisar os resultados obtidos para sua massa unitária desses agregados artificiais (1,33 g/cm³ e 1,69 g/cm³), verificou-se que de acordo com a classificação proposta por Bauer (2008) foram classificados como agregado normal, que segundo esse autor é ideal para uso em argamassas, pois o valor da massa unitária apresentada por esses resíduos se encontram na faixa de valor $1 \leq \gamma \leq 2 \text{ g/cm}^3$.

Os teores de materiais pulverulentos encontrados nesta pesquisa foram de 1,06% e 1,4% (Tabela 1) que são valores baixos e não são capazes de ocasionarem problemas de fissuração por retração, por apresentarem poucos finos. Propriedade essa que tornam essas areias propícias ao uso em argamassas porque demanda uma menor quantidade de água para o amassamento, uma vez que o aumento da água usada na obtenção da argamassa provocaria a retração e perda da resistência dessas argamassas. Vale salientar, que a areia de quartzito por apresentar valor menor que a da scheelita se torna mais viável nesse aspecto.

A Figura 1 apresenta a curva granulométrica da areia de quartzito. De acordo com a curva granulométrica apresentada, esse agregado apresenta uma granulometria contínua.

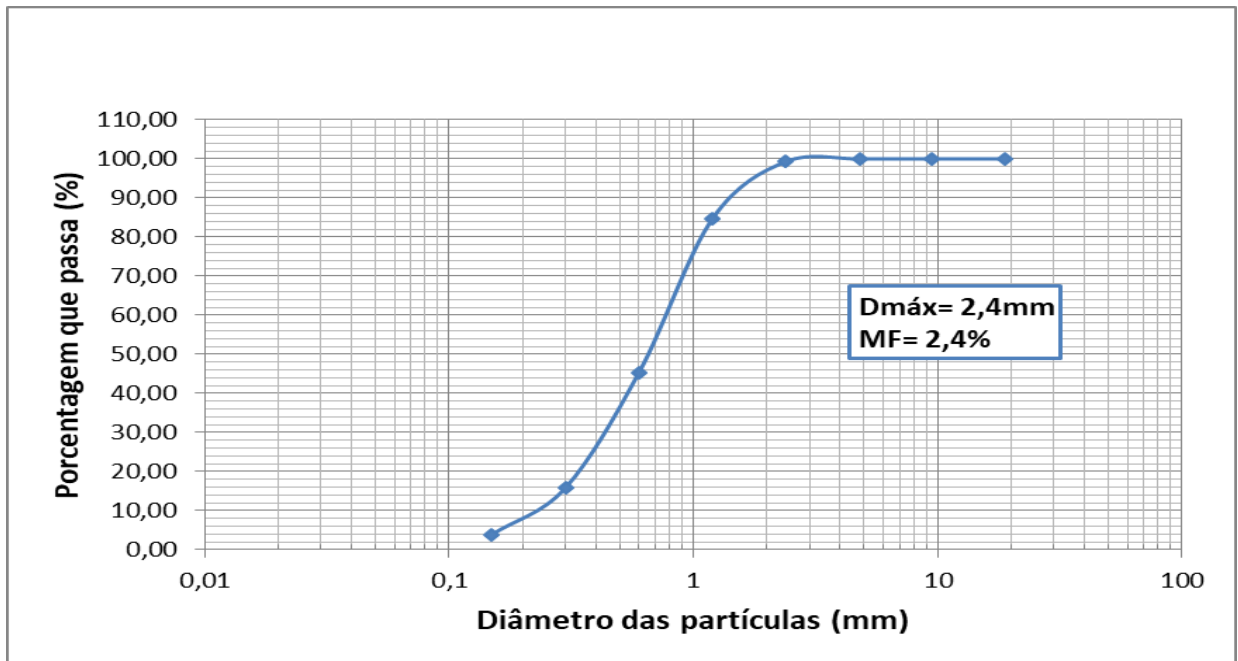
Figura 1: Curva Granulometrica da areia de quartzito



A Figura 2 apresenta a curva granulométrica da areia de scheelita. Observa-se que a mesma apresenta comportamento semelhante a obtida para areia de quartzito, logo também possui granulometria contínua. Isto é, faixas bem definidas de distribuições. Fato este

positivo, porque proporcionará a argamassa produzida com esses agregados uma maior compacidade.

Figura 2: Curva Granulometrica da areia de scheelita



Os agregados artificiais estudados com relação ao módulo de finura foram classificados como areia de granulometria média porque os valores obtidos ficaram no intervalo $2,40 \leq MF < 3,30$, segundo Bauer (2008).

3.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA-MINERALÓGICA DOS RESÍDUOS

Na Tabela 2 estão contidos os valores dos elementos químicos encontrados na composição química da areia de quartzito e scheelita.

Tabela 2: Composição química dos resíduos

Componentes químicos	Areia de quartzito	Areia de scheelita
SiO_2	67,50	21,76
Al_2O_3	17,28	7,62
K_2O	7,22	0,55
Fe_2O_3	2,20	9,81
MgO	1,62	3,33
CaO	1,20	38,46
Outros	0,57	2,05
Perda ao fogo	2,00	15,74

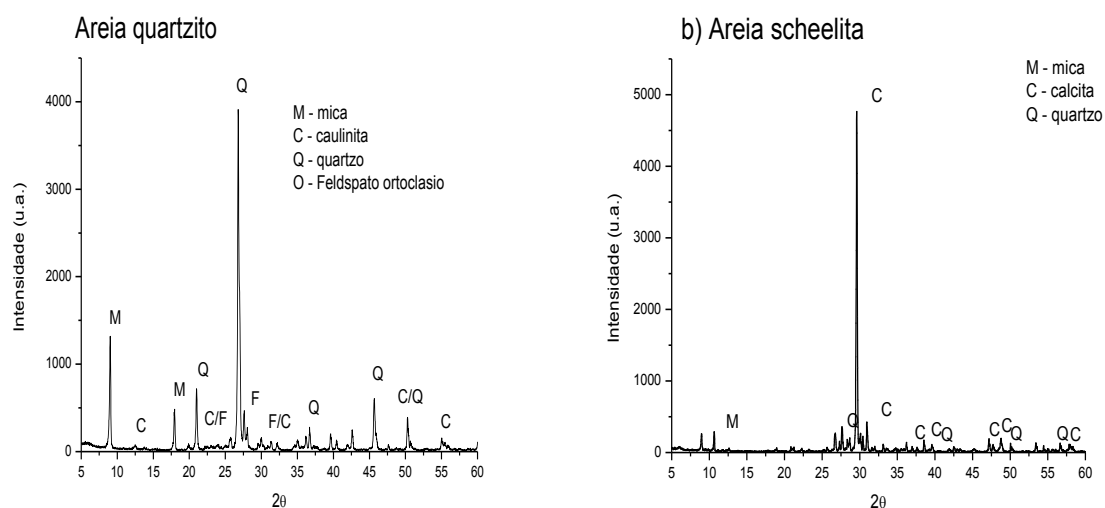
Os principais elementos químicos constituintes da areia de quartzito são a sílica e alumina correspondendo a 67,50 % e 17,28%, respectivamente. Observa-se também a

presença do óxido de potássio (7,22 %), óxido de ferro (2,20%), óxido de magnésio (1,62%) e óxido de cálcio (1,20%). Já os demais óxidos apresentaram valores abaixo de 1% e podem ser considerado minerais acessórios (CARGNIN et al., 2011). Os teores de sílica indicam a presença de quartzo, conforme observado nos difratogramas (Figura 3).

A areia de scheelita apresentou na sua composição valores elevados de óxido de cálcio (CaO) e de sílica (SiO). Os teores de óxido de cálcio e de sílica (38,46% e 21,76%) indicam a presença de calcita e quartzo na composição mineralógica desse agregado. A elevada perda ao fogo é atribuída a decomposição térmica do carbonato de cálcio em óxido de cálcio e gás (SANTOS et al., 2016).

As Figuras 3a e 3b apresentam os difratogramas de raios x da areia de quartzito e da areia de scheelita, respectivamente.

Figura 3: Difratogramas de raios-x da a) areia de quartzito e b) areia de scheelita



Analisando os resultados nos difratogramas das Figuras 3a e 3b, verificou-se as seguintes fases mineralógicas na areia de quartzito: quartzo (SiO_2 , JCPDS 46-1045), caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, JCPDS 14-0164), mica ($\text{KMg}_3(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, JCPDS 83-1808) e feldspato (KSi_3AlO_3 , JCPDS 84-0710). Enquanto, na areia de scheelita encontrou-se, quartzo, mica e calcita. Estes resultados se assemelharam aos encontrados na literatura e são confirmados pelos resultados obtidos na composição química. Os teores elevados de óxidos de alumínio e potássio na amostra de quartzito deve-se a presença predominante da caulinita, mica biotita e do feldspato ortoclásio. A presença desses minerais podem ser problemáticos, uma vez que podem ser potenciais causadores de Reação Álcali-Agregado (RAA), entretanto, a ocorrência desta só pode ser afirmada se realizado o teste de barra acelerada (FERNANDEZ-JIMENEZ; PUERTAS, 2002; BARROS et al., 2016). Já o resíduo de

scheelita apresentou maior percentual de óxido de cálcio, o que é esperado haja vista que há a presença predominante de calcita, já que a scheelita tem fórmula química CaWO_4 .

4. CONCLUSÃO

Após a realização do estudo das propriedades físicas e da caracterização química-mineralógica dos agregados oriundos do processo de beneficiamento do quartzito e da mineração de scheelita é possível concluir:

- Os agregados oriundos dos resíduos do beneficiamento do quartzito e da mineração de Scheelita apresentaram propriedades físicas adequadas para serem utilizados na confecção de argamassas, destacando-se os de quartzito por terem uma menor quantidade de finos. Logo, a argamassa obtida com esse agregado demandará uma menor quantidade de água e, conseqüentemente, menor retração.
- As areias estudadas apresentam grãos mistos e bem graduados, logo podem ser usadas na confecção de argamassas.
- Na composição química das areias estudadas há presença de alumina que é indicativo da necessidade da realização de estudos aos ataques químicos, pois em meios agressivos essa alumina pode reagir e desencadear patologias.
- Na composição mineralógica dos agregados estudados ocorre a predominância do quartzo, oriundo da sílica cristalina presente na composição química desses.
- Os resultados obtidos na caracterização química pode ser um indicativo a necessidade de se adotar cimentos cuja composição química apresente elementos que mitiguem os ataques químicos, pois em meios agressivos, esses agregados podem reagir com os compostos químicos presentes no meio e desenvolver patologias devido apresentar alumina.

REFERÊNCIAS

ALVES, B. S.; PEREIRA, D. D.; IZÍDIO JR, L. R.; GURGEL, M. T. **Análise comparativa do agregado miúdo com o rejeito da scheelita para aplicação na construção civil**. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais 06 a 10 de Novembro de 2016, Natal-RN, Brasil.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: **Solo - Análise granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16605: **Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BARROS, S. V. A.; MARCIANO, J. E. A. ; FERREIRA, H. C. ; MENEZES, R. R. ; NEVES, G. A. **Addition of quartzite residues on mortars: Analysis of the alkali aggregate reaction and the mechanical behavior.** *Construction & Building Materials*, v. 118, p. 344-351, 2016.

BARROS, S. V. A.; NEVES, G. A.; MENEZES, R. R. **Durabilidade de argamassas confeccionadas com resíduos de quartzito. Estudo da viabilidade técnica de agregados oriundos de resíduos do beneficiamento de rochas de quartzito em argamassas.** 1. ed. Saubrucken, Deutschland/Nienc: Novas Edições Acadêmicas, 2017. v. 1, 2017. 124p.

BAUER, L.F.A. **Materiais de Construção I.** 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. p. 488.

CARGNIN, M., SOUZA, S.M.A.G., SOUZA, A.A.U., NONI, A.J. **Determinação de parâmetros cinéticos da sinterização de revestimentos cerâmicos de monoqueima do tipo BIIa.** *Cerâmica*, v.57, n.344, p.461-466, 2011.

ERCIKDI, B.; KULEKCI, G.; YILMAZ, T. **Utilization of granulated marble wastes and waste bricks as mineral admixture in cemented paste backfill of sulphide-rich tailings.** *Construction and Building Materials*, v.93, pp.573-583, 2015.

FERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, A.; PUERTAS, F. **The alkali-silica reaction in alkali-activated granulated slag mortars with reactive aggregate.** *Cement and Concrete Research*, v.32, p. 1019-1024, 2002.

GAMEIRO, F.; BRITO, J.; SILVA, D.C. **Durability performance of structural concrete containing fine aggregates from waste generated by marble quarrying industry.** *Engineering Structures*, v.59, pp.654-662, 2014.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Microstructure and properties of hardened concrete.** *Concrete: Microstructure, properties and materials*, p. 254, 2006.

MOREIRA, M.S.; MANHÃES, J.P.V.T.; HOLANDA, J.N.F. **Processing of red ceramic using ornamental rock powder waste.** *Journal of Materials Processing Technology*, v.196, p. 88-93, 2008.

PATELL, V.N.; SHANH, N.D. **Suitability of porcelain and marble industrial waste powder to produce high performance concrete.** *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, v.3, p. 59-63, 2015.

QUEIROZ, F.C.; FRASCÁ, M. H. B. O. **Estudo para o aproveitamento de resíduos pétreos da marmorarias, como agregados para concreto de cimento Portland.** *Exacta*, v. 6. n. 1, p. 83-92, 2008.

SANTOS, C. P., OLIVEIRA, H. A., OLIVEIRA, R. M. P. B., MACEDO, Z. S. **Caracterização de argilas calcárias utilizadas na produção de revestimentos cerâmicos no Estado de Sergipe – Brasil.** *Cerâmica*, v.62, p.147-156, 2016.

SCHACKOW, A.; STRINGARI, D.; SENFF, L.; CORREIA, S.L.; SEGADÃES, A.M. **Influence of fired clay brick waste additions on the durability of mortars.** *Cement & Concrete Composites*, v.62, p.82-89, 2015.

