

# **EFEITO FILLER EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO COM RESÍDUOS DE QUARTZITO**

*FILLER EFFECT ON COATING MORTARS WITH QUARTZITE WASTE*

**Gilvânea Lopes Silva De Lima**

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

**Sâmea Valensca Alves Barros**

Doutor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
samea\_valensca@ufersa.edu.br

**Gerbeson Carlos Batista Dantas**

Mestrando, Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
gerbeson\_dantas@hotmail.com

**Walney Gomes Silva**

Doutor, Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
walney.gomes@ifrn.edu.br

## **RESUMO**

No município de Várzea/PB há uma grande exploração e comercialização de rochas ornamentais classificadas como quartzito que gera rejeitos causando danos ao meio ambiente, pois são descartados inadequadamente no entorno da cidade. Com intuito de solucionar essa problemática a Tecquímica do Brasil vem produzindo argamassa colante com esse rejeito beneficiado e como não há estudos na literatura de argamassas produzidas com esse material beneficiado e transformado na granulometria usada por essa empresa na confecção de argamassas de revestimento surgiu o interesse por essa temática. Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo verificar o efeito Filler do material produzido pela Tecquímica do Brasil com os resíduos dos processos de extração e comercialização das rochas de quartzito, em substituição parcial do agregado convencional na produção de argamassas de revestimento. A caracterização física do material foi obtida por meio de granulometria a laser, a caracterização química e mineralógica foi realizada pelas seguintes técnicas: composição química por fluorescência de raios X (EDX) e difração de raios X (DRX). Os resultados demonstraram que houve aumento na resistência à compressão simples das argamassas confeccionadas com adição do resíduo de quartzito beneficiado pela empresa em relação à argamassa de referência, assim como um menor índice de absorção de água, demonstrando a ocorrência do Efeito Filler, e consequentemente, a viabilidade técnica do uso desse material em argamassas de revestimento.

**Palavras-chave:** Argamassas alternativas. Empacotamento do sistema. Resíduo de quartzito beneficiado. Granulometria pulverulenta.

## **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 construção civil é responsável por grande parte da geração de resíduos sólidos, sendo motivo de preocupação para a sociedade no que diz respeito à preservação ambiental. O que leva a busca pelo uso de materiais alternativos como tentativa para promover a gestão desses resíduos e diminuir a exploração dos recursos naturais (DANTAS et al., 2020).

Barros et al. (2019) e Silva et al. (2020) corroboram com a afirmativa acima e acrescentam que o uso dos resíduos gerados nas indústrias, após passarem por beneficiamento, como matéria prima alternativa tende a diminuir os danos causados pela extração de recursos naturais. Atualmente, pesquisas estão sendo direcionadas à soluções viáveis para substituição de agregados naturais por agregados gerados do beneficiamento de resíduos sólidos dos mais diversos processos produtivos, apresentando vantagens de cunho técnico, econômico e ambiental.

A atividade de exploração e comercialização da rocha ornamental na cidade de Várzea/PB gera uma quantidade significativa de resíduos, como relata Dantas Júnior (2019) cerca de duas toneladas de rejeitos grossos (em forma de aparas) por mês e onde são descartados de maneira inadequada no meio ambiente, cabe salientar que pesquisas que contribuam para minimizar essa quantidade de resíduo seriam bastante relevantes.

Na tentativa de contribuir com a gestão adequada desses resíduos a Tecquímica do Brasil, localizada no município de Várzea/PB, vem produzindo argamassa colante com

agregado miúdo obtido dos processos de britagem, moagem e peneiramento das aparas de quartzito (resíduos gerados no processo de corte das placas de quartzito).

Nesse contexto, surge a necessidade de investigar o efeito Filler ocasionado pela substituição parcial do agregado convencional em argamassas de revestimento pelo material confeccionado pela empresa citada acima que emprega o seu uso em argamassa colante.

À medida que já existem pesquisas desenvolvidas na literatura com o agregado miúdo alternativo (areia produzida dos resíduos de quartzito na granulometria dos convencionais) e com o material pulverulento (pó gerado no processo de corte das placas de quartzito, em máquina com disco diamantado) na fabricação de argamassas para revestimento. No entanto, ainda, não se possui relatos de estudos do material resultante da britagem, moagem e peneiramento dos resíduos de quartzito produzido e utilizado na fabricação de argamassas colantes em Várzea/PB na confecção de argamassas de revestimento (apresenta a mesma granulometria do pó obtido no processo de corte das placas de quartzito). Entretanto, como esses materiais pulverulentos são originados do mesmo resíduo, mas de processos distintos pode tornar o material resultante mais apropriado tecnicamente para uso em argamassas de revestimento. Ampliando assim, as técnicas para promover a gestão adequada dos resíduos de quartzito gerados no município mencionado.

Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo verificar o efeito Filler do material produzido pela Tecquímica do Brasil com os resíduos dos processos de extração e comercialização das rochas de quartzito, em substituição parcial do agregado convencional na produção de argamassas de revestimento.

## **2. MATERIAIS E MÉTODO**

### **2.1 MATERIAIS**

Os materiais convencionais utilizados nesse estudo foram: cimento Portland CP II-F 32 (Nacional, Sociedade Brasileira de Cimento Portland), areia média natural obtida na cidade de Angicos/RN.

O material alternativo utilizado foi o pulverulento produzido pela Tecquímica do Brasil, usado pela empresa na fabricação de argamassa colante, localizada na cidade de Várzea/PB. O material será abordado no trabalho como resíduo do beneficiamento de quartzito – RBQ.

## 2.2 MÉTODO

### 2.2.1 Caracterização químico-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 Difractômetro 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  $2\theta$  percorrido de 5° a 60°.

### 2.2.2 Análise granulométrica do RBQ

A granulométrica do material foi obtida por difração a laser (técnica de dispersão de partículas em fase líquida). A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Tecnologia dos Materiais (LTM) da UFCG assim como a composição química e caracterização mineralógica.

### 2.2.3 Ensaio de consistência da argamassa

A consistência das argamassas estudadas foi determinada de acordo com a norma ABNT NBR 13276 (2016). A moldagem dos corpos de prova (CP's) dessas foi realizada conforme o prescrito na norma da ABNT NBR 7215 (2019), da seguinte maneira: doze CP's cilíndricos com dimensões (50x100)mm para o traço 1:3 com substituição de 20% do agregado convencional por RBQ (resíduo do beneficiamento de quartzito) e doze CP's para o traço 1:3 sem substituição do agregado convencional para o ensaio de resistência a compressão simples e absorção de água.

Sendo seis de cada traço para determinar a RCS e seis para determinar a absorção da água. Após a moldagem, os CP's foram curados em câmara úmida com 100% de umidade relativa por um período de 24h. Logo depois, os CP's foram desmoldados e submetidos à cura úmida por um período de 28 e 90 dias.

#### 2.2.4 Determinação da Resistência à Compressão Simples (RCS)

A determinação da RCS foi determinada de acordo com a norma da ABNT NBR 7215 (2019), moldou-se CP's cilíndricos com dimensões de (50x100)mm para o traço 1:3 com 20% de substituição e de referência. O equipamento utilizado para o rompimento dos CP's foi à prensa de compressão manual e analógica. O rompimento foi realizado aos 28 e 90 dias de cura em câmara úmida.

#### 2.2.5 Determinação da absorção de água por imersão

A determinação da absorção de água das argamassas estudadas no presente trabalho ocorreu por meio de ensaio prescrito na norma ABNT NBR 9778 (2009). Os CP's foram moldados conforme a ABNT NBR 7215 (2019), sendo produzidos 3 CP's cilíndricos, para cada traço, com dimensões de (50x100) mm para os 28 e 90 dias de cura em câmara úmida.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

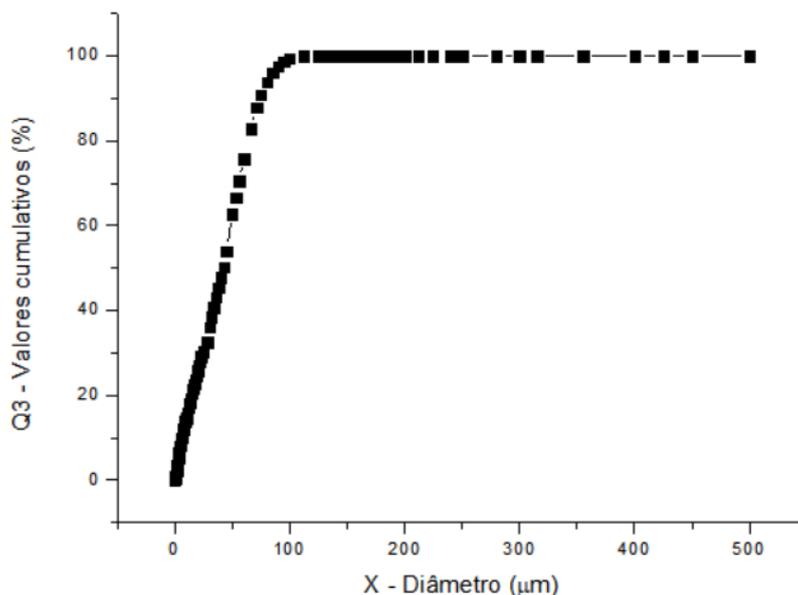
O ensaio de granulometria a laser do RBQ apresentou diâmetro a 10%, 50% e 90%, do total da massa analisada, como indicado na Tabela 1.

**Tabela 1** – D10, D50 e D90 da amostra do RBQ

Amostra	D10% ( $\mu\text{m}$ )	D50% ( $\mu\text{m}$ )	D90% ( $\mu\text{m}$ )
RBQ	5,54	39,8	73,89

A curva de distribuição granulométrica do resíduo pode ser observada na Figura 1. O comportamento modal apresentado na Figura 1 com diâmetro médio xmm, D10% de 5,54%, D50% de 39,8mm e D90% de 73,89mm mostra que o RQB pode ser classificados como Fíller, de acordo com Bauer (1995), segundo este autor o Fíller é muito usado na fabricação de concreto e argamassa. Logo, pode-se usar o RQB em argamassas com o objetivo de preencher os vazios e assim proporcionar uma maior resistência, melhorando o empacotamento do sistema.

Figura 1: Curva Granulometrica da areia de scheelita



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 <sub>2</sub>	67,50	21,76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,28	7,62
K <sub>2</sub> O	7,22	0,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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

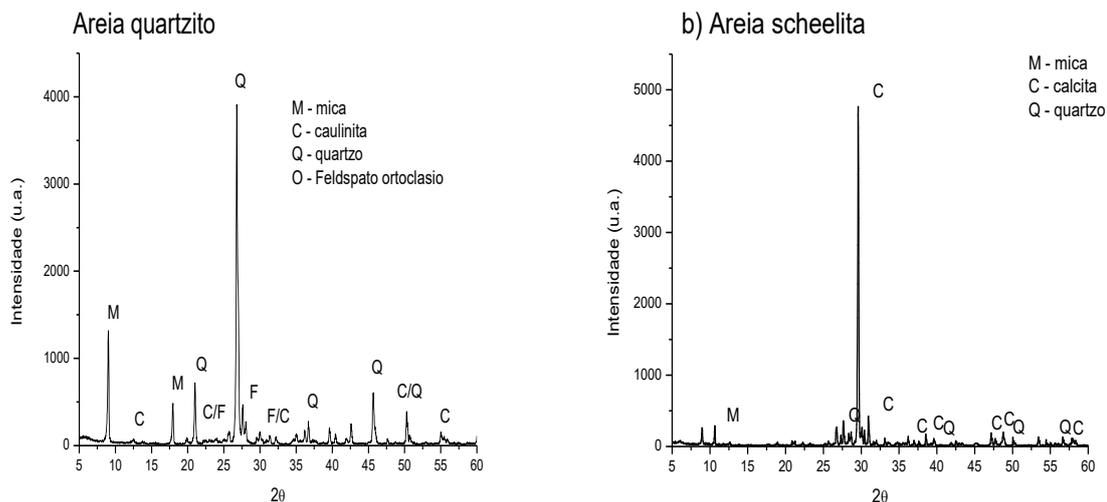
Os principais elementos químicos constituintes da areia de quartzito são a sílica e alumina correspondendo a 67,50 % e 17,28%, respectivamente. Observa-se também a presença do óxido de potássio (7,22 %), óxido de ferro (2,20%), óxido de magnésio (1,62%) e óxido de cálcio (1,20%). Já os demais óxidos 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: Difratoformas 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 ( $\text{SiO}_2$ , 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<sub>3</sub>AlO<sub>3</sub>, 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  $\text{CaWO}_4$ .

Os valores das resistências à compressão simples obtidos após os 28 e 90 dias de cura estão demonstrados na Tabela 3. As argamassas atendem as especificações técnicas para argamassas de revestimento definidas pela norma da ABNT NBR 13281 (2005), sendo consideradas pertencentes à classe P5. Verifica-se que o traço contendo 20% do RBQ obteve maior resistência em relação ao traço de referência, mostrando a ocorrência do efeito Filler nas argamassas com teor de 20% de substituição. A taxa de aumento foi de 49, 46% e 42,06% para

28d e 90d, respectivamente. Os valores de absorção de água também estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que as argamassas confeccionadas com 20% de substituição da areia pelo RBQ obtiveram um menor percentual de absorção em relação ao traço de referência, reafirmando o efeito Filler do RBQ, pois a finura no mesmo implica em uma argamassa menos permeável. Este comportamento corrobora com os resultados obtidos para RCS, pois, conforme se aumenta o tempo de cura ocorre uma maior acomodação das partículas, diminuindo a porosidade, aumentando a RCS e, conseqüentemente, diminuindo o teor de absorção.

Tabela 3: Resistência a compressão simples e teores de absorção das argamassas confeccionadas

Traço	RCS		Absorção	
	28d	90d	28d	90d
1:3 (referência)	5,66±0,24	6,99±0,23	11,61±0,24	11,44±0,27
1:3 (20% de substituição)	8,46±1,45	9,93±1,38	11,45 ±0,33	11,24±0,29

#### 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.

- As argamassas obtidas com o substituinte apresentaram maior resistência e menor absorção que as argamassas de referência, confirmando o efeito filler do resíduo.

## 5. 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.

BARROS, S.V.A.; NEVES, G.A.; MENEZES, R.R.; DANTAS, G.C.B.; PIMENTEL, P.M. **Mechanical behavior and durability of mortars with quartzite and Portland cement after sulfate attack**. Materia-Rio de Janeiro, v. 24, p. 1-10, 2019.

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.

DANTAS, G.C.B.; BARROS, S. V. A. ; NAZARIO, L. C. S. ; SILVEIRA, A. M. D. ; FORBELONI, J. V. ; PIMENTEL, P. M. **Evaluation system waste management: a case study in a public school in the Seridó/RN region**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 1, p. 1-12, 2020.

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.

SILVA, J.O.; BARROS, S. V. A.; DANTAS, G. C. B.; PIMENTEL, P. M. **Caracterização da cinza da casca de arroz visando aplicação na confecção de materiais alternativos para construção civil.** Revista de Ciências Ambientais, v. 14, p. 17-23, 2020.

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.