

AValiação de Eflorescência em Peças Cerâmicas com Incorporação de Rejeito de Cobre

Felipe Silva Dos Santos¹ – UNIFESSPA

e-mail: felipesilvaem@unifesspa.edu.br

Adriano Alves Rabelo² - UNIFESSPA

e-mail: adriano@unifesspa.edu.br

Agência Financiadora: CNPq

Eixo Temático/Área de Conhecimento: Engenharia/ Materiais Cerâmicos

1. INTRODUÇÃO

O fenômeno de eflorescência constitui-se de uma patologia em que sua origem em parte está associada à porosidade intrínseca das matérias-primas e à natureza de distribuição de sais existentes em cerâmicas vermelhas tradicionais, tornando-os aptos a ocorrência da migração dos mesmos para a superfície do corpo cerâmico, quando há dissolução pela água por capilaridade. A eflorescência mais clássica, cuja formação é particularmente difícil evitar, provoca vários efeitos nocivos ao produto final, além de sérios impactos negativos para o mercado de construção civil. As manifestações através de manchas normalmente esbranquiçadas que comprometem os resultados estéticos buscados pelos consumidores e fabricantes de produtos cerâmicos, normalmente manifesta-se em produtos como telhas e tijolos. A incorporação de rejeitos industriais em produtos cerâmicos têm sido um desafio quanto a formação de eflorescência, permitindo a redução de passivos ambientais.

Segundo Portes (2013), a disposição de rejeitos na forma de barragens, acarreta enormes impactos ao meio ambiente no Brasil, devido as grandes áreas ocupadas pelas bacias de rejeito e possui sérios riscos associados. Nesse âmbito, tem-se buscado novas alternativas de reutilização de rejeitos, sendo uma delas a aplicação de rejeitos em cerâmicas tradicionais. Embora existam poucos estudos sobre rejeitos provenientes da mineração de minério de cobre sendo utilizados em materiais cerâmicos, os principais impactos que esse causa ao meio ambiente são a erosão, devastação de extensas áreas de vegetação, perda de biodiversidade e contaminação de aquíferos e cursos de água (REMACRE, 2013).

O presente projeto tem por objetivo identificar por meio de imagens a formação do fenômeno de eflorescência em blocos de vedação com adições de rejeito de cobre, reduzir os passivos ambientais e encontrar alternativas para o minério sulfetado de cobre, além dos reservatórios. Foram avaliadas as propriedades tecnológicas, aspectos estéticos do produto após a aceleração desta patologia na superfície das amostras e o módulo de elasticidade por método não destrutivo como parâmetro de propriedade mecânica.

2. MATERIAS E MÉTODOS

Foram realizadas a preparações da matéria-prima por meio da secagem da argila a 110 °C durante 24 h, desagregada em moinho de bolas e almofariz / pistilo. Em seguida o material foi peneirado em malha com abertura de 100 mesh, assim como o rejeito de minério de cobre em peneira com abertura a mesma malha 100 mesh (0,149 mm).

A metodologia empregada no desenvolvimento deste trabalho é apresentada na Figura 1.

¹Engenharia de Materiais - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

²Engenharia de Materiais - Professor Titular Adjunto da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FEMAT/IGE/UNIFESSPA).

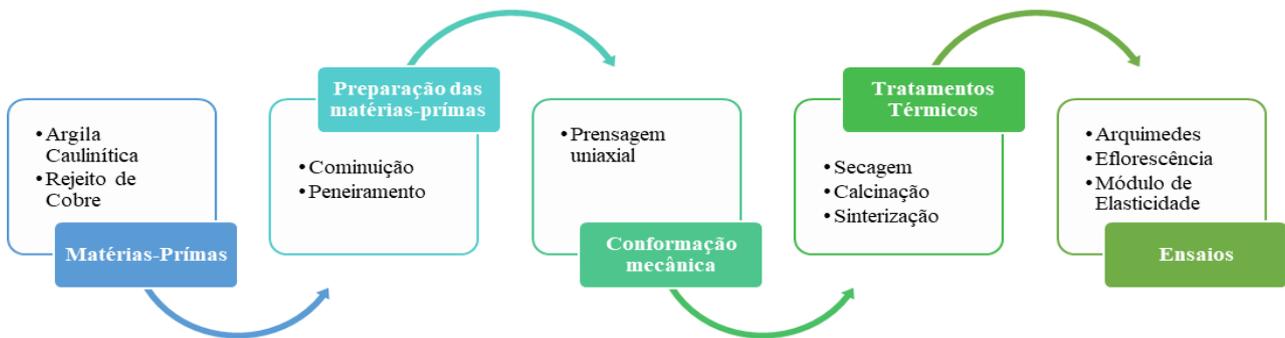


Figura 1: Fluxograma da metodologia empregada. Fonte: Autor,2019.

Os blocos cerâmicos do estudo compostos por argila caulínica e quatro composições de rejeito de cobre: 0, 10, 15 e 20% em peso. A massa cerâmica com teor de umidade entre 5 – 7% foi submetida à prensagem uniaxial a 55 MPa com dimensões de 20 x 20 x 60 mm³. Após a prensagem os corpos de prova foram calcinados a 400 °C/1h e sinterização nas temperaturas 750, 800, 850 e 900 °C durante 2 h.

Utilizou-se o método de ensaio de Arquimedes para determinação das propriedades tecnológicas dos blocos cerâmicos, conforme recomendações da norma ABNT 15270-3 e ASTM C67 / C67M - 19. E para a determinação do módulo de Elasticidade, o ensaio estático foi baseado na norma ABNT NBR 8522:2017 que definiu a metodologia, por meio da captura de sons gerados pelas vibrações acústicas do corpo de prova. Foram utilizados seis corpos de prova para cada formulação, submetidos ao ensaio em um período de 28 dias, sendo estes acompanhados diariamente e registrados os resultados por meio da captura de imagens no intervalo de 7 dias. Os blocos cerâmicos foram imersos à 80% em água destilada em um recipiente impermeável, como apresenta a Figura 2. Durante os dias de ensaio ocorreu à reposição de água do recipiente que era evaporado ou absorvido pelos blocos cerâmicos para permanecer constante



Figura 2: Blocos no ensaio de eflorescência. Fonte: Autor,2019.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o ensaio de eflorescência, os resultados obtidos por meio de imagens dos corpos de prova revelou que quanto a formação de eflorescência foram mais favoráveis aos blocos sinterizados nas temperaturas de 750 e 800 °C apresentaram uma menor manifestação do fenômeno de eflorescência quando comparados com os blocos de mesma composição sinterizados nas temperaturas de 850 e 900°C, pois as amostras nessas condições apresentaram mais manchas de sais, que não eram visíveis antes do ensaio ser realizado.

Os blocos cerâmicos sinterizados à temperatura de 850 °C, composto de 20%p. de rejeito sulfetado de cobre apresentaram maior concentração e manifestação de manchas de cor esbranquiçadas e formas mais intensas de sais na seção transversal do corpo cerâmico. Observou-se que para todos os corpos de provas sinterizados houve a concentrações do fenômeno de eflorescência nas arestas da sessão transversal. Tal comportamento tão característico é explicado pelo fenômeno físico-químico dos materiais chamado de capilaridade, em que os sais intrínsecos das matérias-primas migram do interior de materiais porosos para a superfície do corpo cerâmico, formando assim manchas brancas no mesmo.

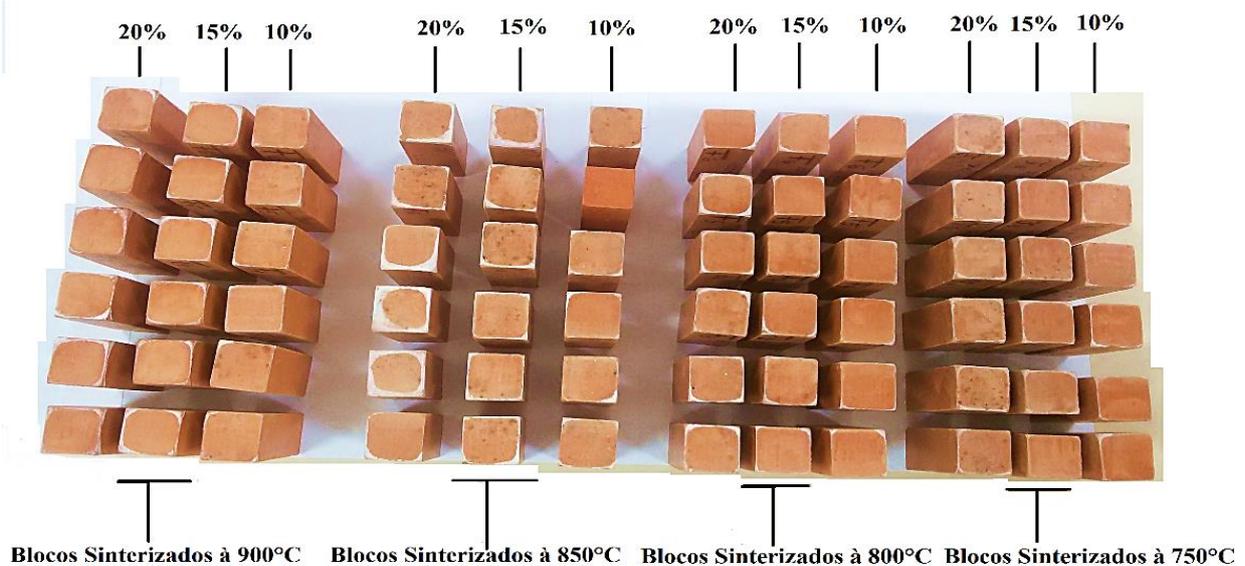


Figura 3: Blocos cerâmicos após os 28 dias de ensaio de eflorescência. Fonte: Autor, 2019.

Os blocos cerâmicos em sua constituição normalmente apresentam elevado grau de porosidade o que promove a fácil percolação da água que transporta os sais, causando assim as eflorescências. Além da quantidade de sais nos blocos, há também sais solúveis no solo e na água subterrânea promovendo o fenômeno que se agrava a cada ciclo de molhagem e secagem.

Segundo Baptista (2017) todo material eflorescente que entra em contato com fatores contribuintes para o surgimento da eflorescência, como é o caso da água, os depósitos salinos serão formados na superfície do material cerâmico, podendo progredir e assim afetar a qualidade da estrutura do corpo cerâmico. Conforme Erat (2016) a identificação para o reparo das patologias é de extrema importância.

O depósito de sais com aspecto esbranquiçados nas superfícies das estruturas, sendo bastante comum em alvenarias, se dá por meio da presença de umidade, devido a capilaridade das peças e posterior formação de cristais salinos na face do material, podendo ser passada de um elemento a outro dentro de uma mesma estrutura. A esse fenômeno dá-se o nome de eflorescência, manifestação patológica que é capaz de afetar não só esteticamente, como se acreditava, mas também estruturalmente as edificações. A presença dos sais muitas vezes não é adquirida com os blocos já prontos, ela vem da matéria prima utilizada no processo de fabricação das peças, e só é provocada pela água em contato com os blocos.

Como mostram os resultados da Tabela 1 e Figura 4 a manifestação de eflorescência não afetou os resultados buscados, visto que os mesmos são interessantes quando se visa as aplicações das cerâmicas tradicionais em escala comercial. A incorporação do rejeito sulfetado de cobre em massas argilosas revela uma saída viável para a redução de passivos ambientais e formação de eflorescência em cerâmicas vermelhas, como: tijolos e telhas. Por apresentar resultados satisfatórios para as demais propriedades citadas, sendo: módulo de elasticidade, absorção de água, porosidade aparente, retração linear de queima, perda ao fogo propriedades. A incorporação de rejeito de cobre revela uma série de benefícios para o meio ambiente e para o mercado de cerâmicas vermelhas

Vê-se que os resultados para o módulo de elasticidade dos blocos de demonstrou resultados mais satisfatórios para temperatura de 850 °C em 10%p. de rejeito quando comparados ao de 0%. Analisando os resultados da Tabela 1 é possível verificar a ocorrência de vários fenômenos que resultam nas propriedades tecnológicas como a absorção de água confirma os resultados de porosidade aparente, visto que quanto menor a porcentagem de porosidade, menor será a absorção de água, assim com a incorporação do rejeito de sulfetado de cobre com o aumento da temperatura, observa-se uma melhoria nas propriedades analisadas.

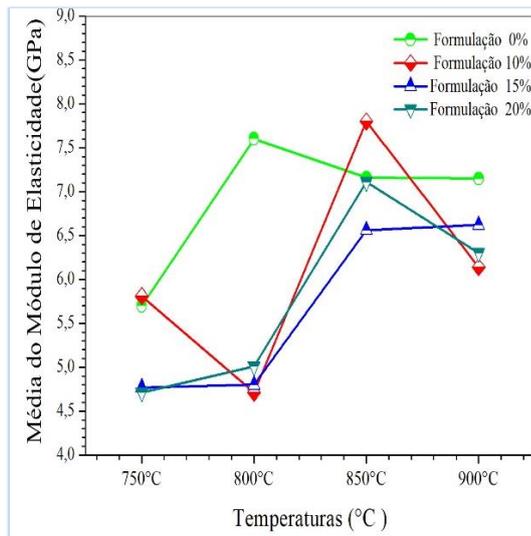


Figura 4- Média do módulo de elasticidade dos Blocos cerâmicos. Fonte: Autor, 2019.

TEMPERATURAS (°C/2h)	Teor de Rejeito (%)	AA(%)	PA(%)	DA(%)	RLQ(%)	PF(%)
750	0%	13,68 ±0,39	25,63±0,61	19,00 ±0,15	0,32 ±0,24	8,9±0,48
750	10%	13,92±0,43	26,63±0,63	19,14 ±0,16	0,36 ±0,26	9,09±0,5
750	15%	13,53±0,93	26,27±1,39	19,44±0,30	0,25±0,22	9,36±0,6
750	20%	13,20±1,07	29,95±1,86	19,63±0,18	0,33±0,26	11,02±1,0
800	0%	3,62±0,44	7,49±0,84	2,01±0,17	1,39±0,27	9,0±0,49
800	10%	15,06±0,37	28,46±0,49	18,90±0,14	0,55±0,14	9,71±0,1
800	15%	13,67±0,46	26,60±0,68	19,46±0,15	0,55±0,17	9,66±0,2
800	20%	13,08±1,34	25,96±2,26	19,88±0,57	0,19±0,28	10,97±1,1
850	0%	7,05±1,27	13,26±1,68	1,77±0,03	1,77±0,93	9,6±0,22
850	10%	15,71±0,62	29,91±0,96	19,04±0,19	0,22±0,12	11,57±0,6
850	15%	15,75±0,13	29,92±0,17	19,00±0,07	0,34±0,16	11,03±0,3
850	20%	15,71±0,36	30,00±0,51	19,09±0,12	0,17±0,07	10,59±0,2
900	0%	3,97±0,69	8,15±1,31	1,99±0,02	1,21±0,45	10,0±1,0
900	10%	14,83±0,67	28,52±0,32	14,24±0,25	0,72±0,14	10,31±0,3
900	15%	14,03±0,19	27,45±0,30	19,57±0,06	0,61±0,14	10,01±0,9
900	20%	13,87±0,20	27,30±0,32	19,68±0,06	0,70±0,30	11,52±0,2

Tabela 1: Resultados tecnológicos das formulações utilizadas em diferentes temperaturas de queima. Fonte: Autor, 2019.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manifestação patológica pode ser comumente encontrada em alvenarias em decorrência da falta de controle tecnológico de fabricação. Em geral, a manifestação da eflorescência não comprometeu a estética do corpo cerâmico, e não afetou as propriedades tecnológicas do mesmo. Portanto, a incorporação do rejeito à massa cerâmica pode ser uma alternativa viável visto que não houve comprometimento das propriedades, mesmo com o maior teor de rejeito. Ensaio mecânicos, condutividade elétrica e a análise qualitativa e quantitativa do fenômeno de eflorescência por meio do programa ImageJ permitirão melhor precisão dos sais responsáveis pela formação de eflorescência ao produto final.

REFERÊNCIAS

- PORTES, ANDRÉA M. C. Avaliação da disposição de rejeitos de minério de ferro nas consistências polpa e torta. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 2013.
- REMACRE, Armando Zaupa. Cobre-Disciplina GE902. Apostila Online. Disponível em: <<http://ge902cobre.wordpress.com/meio-ambiente/>>. Acesso dia 28/11/2017.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Norma NBR - 15270: 3/05. Componentes Cerâmicos-Parte 3: Blocos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural e de Vedação-Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro (Brasil), 2005.
- ABNT. ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR. 15.270-2. Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação, 2017.
- ABNT NBR 15270-3:2005 – Componentes cerâmicos. Parte 3: Blocos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural e de Vedação – Métodos de ensaio. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.
- ASTM – American Society for Testing Materials. ASTM C 67- Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile. ASTM, 2014.
- BABTISTA, Adriana; CARNEIRO, Aryane; PARSEKIAN, Guilherme Aris. Estudo sobre Metodologias para Ensaio de Potencial de Eflorescência. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. TECSIC, 2017.
- ERAT, Djuli; BRATFISCH, Maicon; RAITZ, Naiara; FLORIANI, Ricardo. Análise de Patologias da Construção Civil. Revista Maiêutica, Indaial, v.2, n.1, p. 25-35. Faculdade Metropolitana de Rio do Sul – FAMESUL. Santa Catarina, 2016.