

EFEITO DE UMA RESINA POLIMÉRICA NA ABSORÇÃO DE PEDRAS ARTIFICIAIS DE CALCÁRIO LAMINADO

https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081120

BEZERRA; ANA KAROLINY LEMOS[1]; SILVA; LEONÁRIA ARAÚJO[1]; ARAÚJO; LUCAS BENÍCIO RODRIGUES[1]; CABRAL; ANTONIO EDUARDO BEZERRA[1]
[1]UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ.
E-MAIL DO AUTOR CORRESPONDENTE: ANAKAROLINYLEMOS@ALU.UFC.BR

RESUMO: A exploração do calcário laminado do Cariri cearense gera uma grande quantidade de resíduos, sendo necessárias alternativas para a utilização desse material. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da utilização de uma resina de poliéster na absorção de pedras artificiais produzidas com o resíduo do calcário laminado. Para isso, o resíduo foi caracterizado e foram confeccionadas pedras artificiais. Em seguida, foi analisada a absorção de água dessas placas e das comerciais. Percebeu-se que as placas artificiais são mais resistentes à ação da água.

PALAVRAS-CHAVES: Pedra Cariri, Resina polimérica, Pedra artificial.

ABSTRACT: The exploration of the laminated limestone of Cariri from Ceará generates a large amount of waste, requiring alternatives to the use of this material. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of the use of a polyester resin on the absorption of artificial stones produced with the residue of laminated limestone. For this purpose, the waste was characterized and artificial stones were made. Then, the water absorption of these boards and commercial ones was analyzed. It was noticed that artificial boards are more resistant to the action of water.

KEYWORDS: Cariri Stone, Polymeric resin, Artificial stone.

1 | INTRODUÇÃO

A exploração para fins ornamentais e de revestimento do calcário laminado do Cariri cearense, especificamente nas cidades de Santana do Cariri e Nova Olinda, é uma das atividades ligadas à construção civil que gera uma grande quantidade de resíduos. De acordo com Vidal et al. (2008), a produção de Pedra Cariri chega a ser em média de 80 mil toneladas por ano e o processo de fabricação das peças gera um desperdício de 70% do total explorado. Silva et al. (2008) indicaram que os volumes das partículas de maior tamanho, àquela época, eram de 755.000 m³ e 275.000 m³ em Nova Olinda e Santana do Cariri, respectivamente, o que representa um total de 2,9 milhões de toneladas de Resíduos de Pedra Cariri (RPC). Já Bastos (2014) estimou que a quantidade de RPC gerado fosse de cerca de 850 toneladas/ano.

Esses resíduos são descartados em locais inadequados, provocando danos ao meio ambiente e dificultando o avanço da lavra. Além disso, os efluentes líquidos gerados com o pó da serragem provocam o assoreamento dos riachos existentes

no entorno das serrarias e prejudicam a cobertura do solo, danificando a vegetação (MENEZES et al., 2010).

Moura et al. (2013); Menezes et al. (2010) e Silva et al. (2008) já avaliaram o uso do Resíduo de Pedra Cariri, e identificaram que este material pode ser aproveitado como matéria-prima na produção de cimento, concreto, blocos cerâmicos e argamassas. No entanto, não se observam pesquisas sobre o emprego de RPC na fabricação de pedras artificiais. Essas pedras podem ser formadas por um alto teor de agregados naturais, como mármore, granito, areia de quartzo, cristais de vidro, e um baixo teor de material polimérico em sua composição, apresentando melhores propriedades mecânicas e baixa porosidade, em comparação às pedras naturais (RIBEIRO, 2015).

Dados da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS, 2018) mostram que, no Brasil, a produção e as exportações de materiais rochosos artificiais ainda são pouco relevantes. Em contrapartida, as importações brasileiras desses materiais são significativas. No 1º semestre de 2018, as importações de materiais rochosos artificiais totalizaram 31,2 mil t (US$ 21,8 milhões), enquanto as exportações desses materiais, no mesmo período, atingiram apenas 2.964,7 t (US$ 1,7 milhão). Assim, estudos voltados para a nacionalização da produção de pedras artificiais tornam-se relevantes a fim de inverter esse cenário e de proporcionar preços mais acessíveis ao produto nacional.

Portanto, visando alinhar a redução do impacto ambiental causado pela construção civil e a nacionalização da produção de pedras artificiais, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de uma resina de poliéster na absorção de pedras artificiais produzidas com o resíduo do calcário laminado (Pedra Cariri), de modo que apresentasse potencial técnico para ser utilizada como revestimento na construção civil.

2 | PROGRAMA EXPERIMENTAL: MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Foram utilizados dois tipos de resíduo do beneficiamento da Pedra Cariri: pó e aparas de chapas, exemplificadas na Figura 1, coletados de uma pedreira localizada no município de Nova Olinda – CE.



Figura 1 - Apara de chapa
Fonte: Autores (2021)

As aparas de chapas foram trituradas em uma triturador mecânico (moinho de mandíbulas) e peneiradas nas peneiras com abertura de 12,5 mm; 4,75 mm e 0,15 mm, já o pó foi peneirado apenas na peneira com abertura de 0,15 mm, sendo utilizado o material passante. Dessa forma, foram utilizadas três faixas granulométricas: material passante na peneira de 12,5 mm e retido na de 4,75 (agregado graúdo); passante na peneira de 4,75 mm e retido na de 0,15 mm (agregado miúdo) e passante na peneira de 0,15 mm (pó).

A resina utilizada foi a de poliéster insaturada ortoftálica cristal da marca FORTCOM 6100, disponível no mercado local e com menor custo em relação às outras resinas. Por recomendação do fabricante, foi utilizado como ativador de cura o peróxido de MEKP – Peróxido de Metil Etil Cetona (líquido) na proporção de 1% em relação à resina. Na Tabela 1 são mostradas as propriedades da resina no seu estado líquido e após a sua cura.

Propriedades	Valores	Propriedades	Valores
Viscosidade sp3/12 RPM (cP)	1100-1600	Intervalo de pico (minutos)	15-25
Teor de Sólidos (%)	64	Pico exotérmico (°C)	130-180
Densidade (g/cm³)	1,10-1,12	Resistência máxima (MPa)	55
Tempo de Gel (minutos)	9-14	Módulo de Elasticidade (GPa)	1,9
Resistência à Flexão (MPa)	80		

Tabela 1- Propriedades da resina poliéster insaturada ortoftálica cristal

Fonte: Fabricante da resina (2021)

A pedra comercial (Figura 2) utilizada como material comparativo em relação às propriedades das pedras artificiais é proveniente da mesma empresa de onde o resíduo foi coletado.



Figura 2 – Pedra Comercial

Fonte: Autores (2021)

2.2 Métodos

2.2.1 Caracterização do resíduo da Pedra Cariri

A caracterização do resíduo da Pedra Cariri se deu a partir da análise granulométrica, do ensaio de massa específica dos grãos e do ensaio de absorção de água. Quanto à avaliação da resistência à abrasão Los Angeles do resíduo, outros autores já encontraram valores superiores a 60%, indicando que o material não possui boa resistência ao desgaste por atrito (OLIVEIRA, 2016; ASSIS E MELLO, 2014).

A determinação da granulometria do resíduo foi realizada pelo método do peneiramento, de acordo com a norma técnica ABNT NBR NM 248/2003 que estabelece o método para a determinação da composição granulométrica de agregados miúdos e graúdos.

A massa específica do resíduo e a absorção de água dos agregados graúdos foram determinadas de acordo com a norma ABNT NBR NM 53/2009. Já a absorção de água dos agregados miúdos foi obtida a partir da norma ABNT NBR NM 52/2009.

2.2.2 Produção das Placas

Com auxílio do software EMMA (Elkem Materials Mixture Analyzer), foi feito um empacotamento das partículas para a obtenção das porcentagens das faixas granulométricas que proporcionaram um menor índice de vazios. Após definição dessas porcentagens, foram realizados 8 testes variando-se a quantidade de resina e a de resíduo. Dessa forma, definiu-se que seriam utilizados 25% de resina e 75% de resíduo, em volume, sendo, desses 75%, 30% de agregado graúdo, 40% de agregado miúdo e 30% de filer. Assim, foram produzidas 20 placas de pedra artificial em moldes de tamanhos de 155 x 135 x 20 mm.

A preparação dos compósitos (Figura 3) ocorreu da seguinte forma: (1) inicialmente misturaram-se manualmente, em um recipiente, o acionador de cura MEKP e a resina; (2) adicionou-se o resíduo de RPC à mistura; (3) misturaram-se manualmente os três elementos até se notar a total umectação das partículas do resíduo; (4) colocou-se a mistura no molde com tampa; (5) Levou-se o molde até uma prensa e aplicou-se uma tensão compressiva de 0.8 MPa, em média, até que a placa atingisse a espessura desejada; (6) retirou-se o molde da prensa e colocou-se na estufa por 2h a 80°C para garantir a completa cura da resina e para a retirada de umidade remanescente, o que proporciona aumento das forças intermoleculares; (7) por fim, deixou-se as placas à temperatura ambiente para o resfriamento, para só então serem cortadas nos tamanhos dos corpos de prova dos ensaios. A Figura 4 mostra o produto final obtido.



Figura 3 – Produção das placas

Fonte: Autores (2021)



Figura 4 – Pedra comercial

Fonte: Autores (2021)

2.2.3 Absorção de água das placas artificiais e comerciais

A Pedra Cariri tem seu uso principalmente em revestimentos e pisos externos. Nesta pesquisa, foi avaliada a absorção de água das pedras artificiais e comerciais, para fins comparativos, que foi determinada de acordo com a ABNT NBR 13818/1997, sendo utilizados cinco corpos de prova de cada tipo de placa, com dimensões de 155x135x20 mm.

3 | APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Caracterização do resíduo da Pedra Cariri

A Figura 2 mostra a curva granulométrica do resíduo da Pedra Cariri utilizado. Percebe-se que existe uma quantidade significativa de materiais finos (diâmetro inferior a 0,15 mm), o que pode proporcionar uma destinação adequada a uma das parcelas mais representativas do resíduo: o pó. Além disso, materiais com essa composição tendem a não apresentar regiões com escassez ou aglomerados de partículas, possuindo uma distribuição mais homogênea (RIBEIRO, 2015).

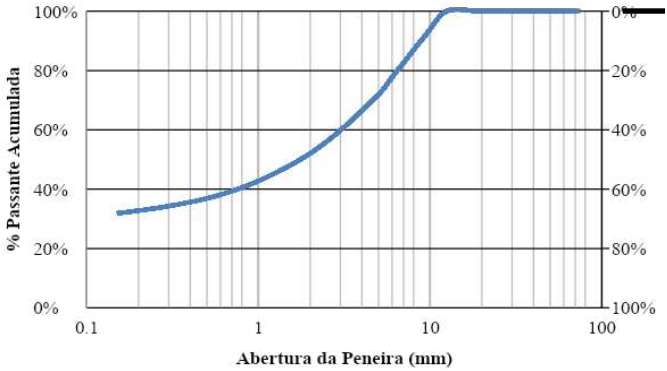

Figura 2 - Curva Granulométrica

Fonte: Autores (2021)

Assim como Farias (2017) e Moura (2013), o valor encontrado para a massa específica do resíduo de Pedra Cariri nesta pesquisa foi de 2,67g/cm³. Pinto (2011) encontrou 2,66 g/cm³ para a massa específica.

A absorção do agregado graúdo foi de 5,86% e do agregado miúdo de 6,41%. A explicação para essa alta absorção se deve ao fato de que as rochas sedimentares, em particular os calcários laminados, são materiais porosos (OLIVEIRA ,2016). Essa alta absorção pode ter contribuído para o aumento da quantidade de resina. Oliveira (2016) encontrou em média valores de 5,4% para a fração graúda e de 9,7% para a sua fração miúda. Já Pinto (2011) encontrou um valor de 7,7%.

3.2 Absorção de água das placas artificiais e comerciais

A absorção de água da pedra artificial do resíduo da Pedra Cariri apresentou um valor médio de 0,99% com coeficiente de variação de 38,12%, enquanto a pedra comercial obteve uma absorção de 5,20% (coeficiente de variação de 7,68%), ou seja, aproximadamente, 5 vezes superior ao da pedra artificial. Essa diferença nos valores pode estar associada à substituição do resíduo, material que apresenta um alto índice de absorção de água, pela resina, material com absorção praticamente nula (SANCHEZ et al., 2010). Possivelmente, o alto coeficiente de variação encontrado para as pedras artificais se deu devido ao tipo de processo produtivo das placas, porém todas as amostras apresentaram valores inferiores a 1,5%.

4 | CONCLUSÃO

Este primeiro trabalho experimental mostrou que a absorção de água das pedras artificiais produzidas com resíduo de Pedra Cariri e resina poliéster foi bem inferior à das comerciais, sendo que esta propriedade está diretamente correlacionada com a resistência que os grãos podem possuir, pois ao absorverem água o material pode facilmente ser quebrado ao sofrer impactos. Porém, torna-se necessária a realização de

novos ensaios para verificação de outras propriedades. Além disso, vale ressaltar que a baixa porcentagem de resina utilizada influencia de forma positiva no valor final da pedra artificial, já que é o material que apresenta o maior custo.

REFERÊNCIAS

1. ASSIS, S. R. H.; MELO, R. A. **Uso de calcário como agregado miúdo e fíler em misturas asfálticas**. 2014. In: XXVIII ANPET -Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Curitiba. Anais do XXVIII ANPET, 2014.

2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS (ABIROCHAS). Informe 03/2018 - **Balanço das exportações, importações, produção e consumo interno brasileiro de rochas ornamentais no primeiro trimestre de 2018**. Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, 2018. Disponível em: < http://abirochas.com.br/wpcontent/uploads/2018/01/Informe_03_2018_Balan%C3%A7o_1%C2%BA_Semestre.pdf>. Acessado em 17 de abril de 2020.

3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13818**. Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 1997.

4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 248**. Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 52**. Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 53**. Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

7. BASTOS, A. J. O. **Avaliação do uso de resíduo de serragem de Pedra Cariri (RSPC) para produção de concretos convencionais**. 2014. 89 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. Feira de Santana, 2014.

8. FARIAS, U. M. S. M. **Produção de Concreto Autoadensável com uso de fíler calcário de resíduo de serragem de pedra Cariri**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental - Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2017.

9. MENEZES, R. R. et al. **Reciclagem do resíduo da serragem de calcário laminado para produção de blocos cerâmicos**. Rem: Rev. Esc. Minas, 2010. v.63, n.4, p.667-672.

10. MOURA, W. A.; LEITE, M. B.; BASTOS, A. J. O. **Avaliação do uso de resíduo de serragem de Pedra Cariri (RSPC) para produção de concretos convencionais**. Ambiente Construído, 2013. v. 13, n. 1, p. 07-24.

11. OLIVEIRA, D. B. **O uso do resíduo pedra cariri como material alternativo para aplicação em camadas granulares de pavimentos**. 2016. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE, 2016.

12. PINTO, S. L. **Utilização de rejeito da extração e mineração de calcário laminado como material para as camadas granulares de um pavimento flexível**. 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte, 2011.

13. RIBEIRO, C. E. G. **Desenvolvimento de um mármore artificial alternativo com resíduo da indústria de mármore e poliéster insaturado**. 2015. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciências dos Materiais). Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2015.

14. SANCHEZ, E. M. S.; CAVANI, C. S.; LEAL, C. V.; SANCHEZ, C. G. **Compósito de resina de poliéster insaturado com bagaço de cana-de-açúcar: influência do tratamento das fibras nas propriedades**. Artigo Técnico Científico - Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP. São Carlos: Polímeros, 2010. v.20 n.3.

15. SILVA, A. D. A. et al. **Aproveitamento de rejeito de calcário do cariri cearense na formulação de argamassa**. Anais do III Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais e VI Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, Natal – RN, 15-18 novembro, 2008.

16. VIDAL, F. W. H.; FERNANDES, T. W. G.; PEQUENO, D. A.C. **Inovação tecnológica para a valorização da Pedra Cariri, CE**. IN: Congresso brasileiro de rochas ornamentais, Natal. Anais. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2008. p. 299-306.