cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Geração de Corais Artificiais contendo resíduos de rochas ornamentais por meio de impressão 3D

Roberto Carlos Ribeiro[1], Manuella de Lima Ribeiro[1], Núria Fernández Castro[1] e Marcia Gomes de Oliveira[2]
1. Centro de Tecnologia Mineral – CETEM rcarlos@cetem.gov.br ; 2. Instituto Nacional de Tecnologia – INT

1. Introdução

Os recifes de corais são estruturas rígidas formadas por uma relação mutualística entre corais ($CaCO_3$) e algas zooxantelas, e são muito importantes para vida marinha e para os seres humanos.

Contudo, o aumento da temperatura dos mares, causado pelo aquecimento global, faz com que as algas se dissociem dos corais, fazendo com que fiquem frágeis ($CaCO_3$ se torna CaO) e esbranquiçados (branqueamento de corais).



Figura 1: (a) Recifes de corais sadios e (b) branqueamento.

2. Objetivo

O objetivo do presente trabalho foi a geração de corais marinhos, por meio de impressão 3D em pasta cerâmica, constituída de calcário marinho e argila comercial do tipo porcelana em diferentes proporções.

3. Metodologia

3.1 Origem dos materiais: Calcário marinho do Estado da Paraíba e uma argila do tipo porcelana, fabricada pela empresa Pascoal.

3.2 Análises química por FRX e mineralógica por DRX

3.3. Peneiramento a úmido e avaliação colorimétrica das frações: 0,044; 0,025; 0,020 e abaixo de 0,020mm.

3.4 Confecção dos corpos de prova: Proporções de calcário/argila(%): 0/100, 10/90, 20/80, 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30, 80/20, 90/10 e 100/0. Posteriormente, sinterizado a 1.000 °C, por 1 h.

3.6 Caracterização dos copos de prova: Avaliou-se a dureza e índices físicos (NBR 15845-2).

3.7 Ensaio de alterabilidade em condições salinas: Corpos de prova em água salina (35% p/v). Avaliação de dureza e IF no final do ensaio. Posteriormente, inserção das algas.



Figura 2: Ensaio em aquários salinos.

3.8 Avaliação de risco ambiental: Segundo padrões da CETESB 2001 Gerenciamento de Áreas Contaminadas e USEPA. "*Guidelines for Ecological Risk Assessment*", 1998.

3.9 Modelagem Molecular : Avaliação da interação $CaCO_3$/algas zooxantelas com o programa *Spartam*.

3.10 Confecção do coral em impressão 3D: Impressora 3D da marca Duraprint 3D, com base na análise tomográfica de um coral verdadeiro, utilizando-se 60% calcário marinho e 40% argila e sinterizado a 1.000°C por 1h, segundo Ribeiro *et al.,* 2024.

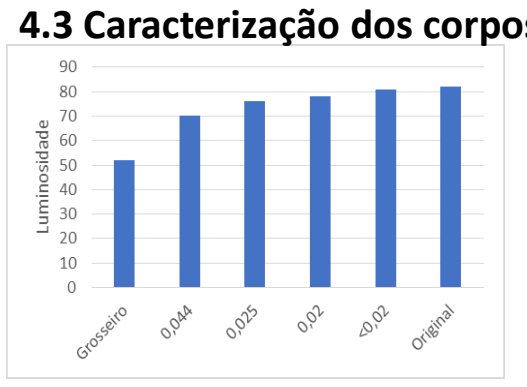
4. Resultados e Discussão

4.1 Análises Química (FRX): Calcário marinho apresenta 40% de CaO, 20% de SiO_2, 5% de MgO e 35% de PPC. A argila apresenta 55% de SiO_2, 30% de Al_2O_3, 5% de Na_2O e 10% de PPC.

4.2 Avaliação mineralógica (DRX):

Calcita para o calcário marinho e picos de caulinita, albita, quartzo, muscovita e vermiculita para a argila.

4.3 Caracterização dos corpos de prova:



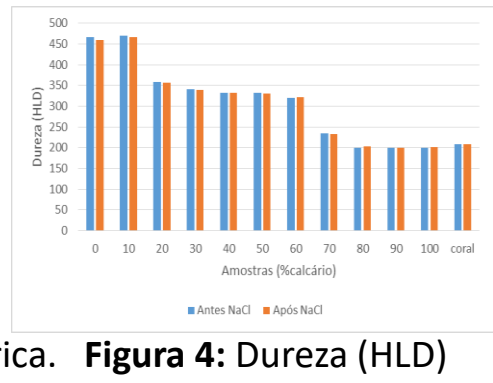
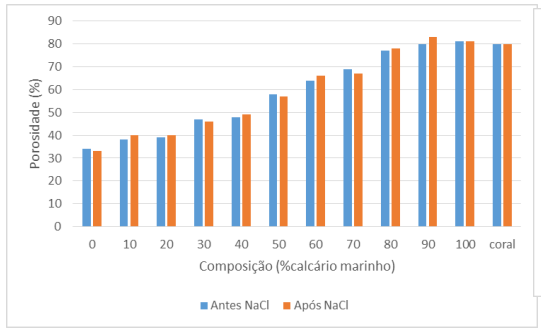


Figura3: Avaliação colorimétrica. **Figura 4:** Dureza (HLD)



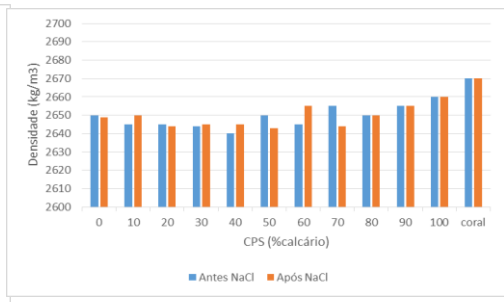


Figura 5: Porosidade (%). **Figura 6:** Densidade ($kg.m^{-3}$).

4.4 Risco Ambiental e Modelagem Molecular:



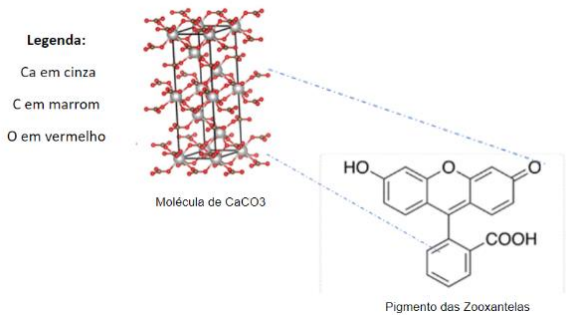


Figura 7: Pigmentação rosa. **Figura 8:** Interação $CaCO_3$ /zooxantelas.

4.5 Análise tomográfica e impressão 3D:

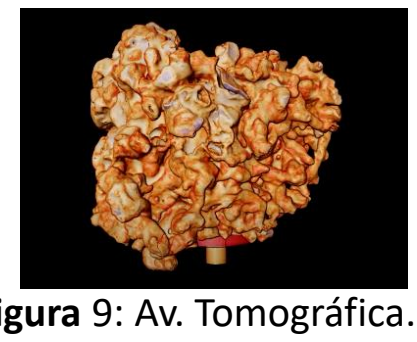




Figura 9: Av. Tomográfica. **Figura 10:** Coral impresso.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que é possível gerar corais artificiais com composição de 60% de calcário marinho (tamanho de partícula inferior a 0,020 mm e L superior a 80) e 40% de argila, baseado nas condições de processamento descritas na patente BR 1020240117077. Obtiveram-se valores de dureza de 320 HLD, porosidade de 70% e densidade de 2.600 $kg.m^{-3}$ antes e após submissão a ambiente salino, similares aos valores de um coral verdadeiro do fundo do mar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR12766 de 06/2010 - Rochas para revestimento - Determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água aparente

FREITAS, L. M.; OLIVEIRA, M. D. M. e KIKUCHI, R. K.P., (2012). Os mecanismos de sobrevivência dos corais diante do impacto das mudanças climáticas sobre o ecossistema de recifes, Cadernos de Geociências, v. 9,

RIBEIRO, R. C. C.; RIBEIRO, M. L.; CONCEIÇÃO, M. N. E CASTRO, N. F., (2024). Geração de corais artificiais utilizando pasta de resíduos minerais por meio de impressão-3d em pasta, deposito de pedido de privilégio de invenção n° BR 10 2024 011707 7 no INPI em, 12 de junho de 2024.

7. AGRADECIMENTOS CETEM, INT, UERJ E CNPq.