

“ROCHA ARTIFICIAL PRODUZIDA COM PÓ DE ROCHA E AGLOMERANTE POLIMÉRICO”

AGUIAR, M. C. , SILVA. A. G. P. , GADIOLI, M. C. B

Setor de Rochas Ornamentais

Brasil: um dos principais produtores de rochas ornamentais do mundo.

Produção de rochas ornamentais (2016): 9,3 milhões de toneladas (ABIROCHAS, 2017).

Espírito Santo: concentra a maior parte da produção (ABIROCHAS, 2015).

Estimativa da geração de resíduo no beneficiamento: **1,5 Mt de resíduos finos** (pó de rocha) e quase 1 Mt de resíduos grossos (casqueiros e aparas) anualmente no país (Vidal et al., 2014).

Extração e Beneficiamento / Etapas geradoras de resíduos

- Extração dos blocos
- Desdobramento dos blocos
- Polimento
- Cortes e acabamentos finais



extração



desdobramento



polimento



Corte e acabamento

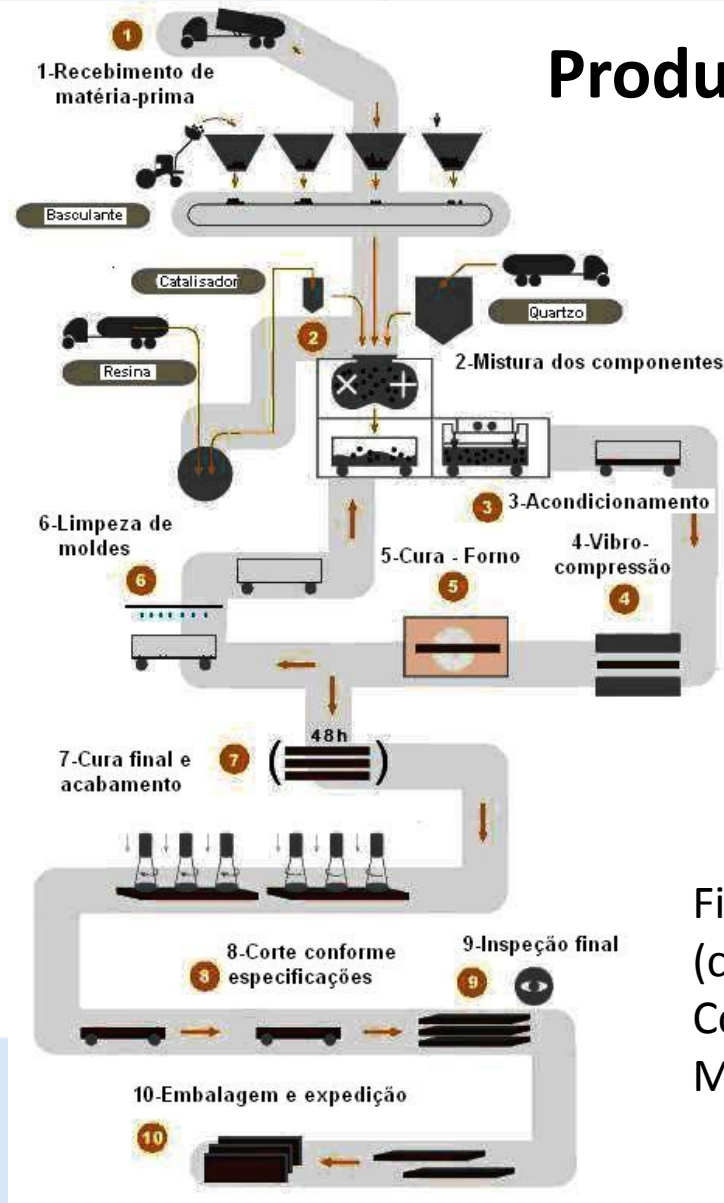
Aproveitamento do Resíduo na Fabricação de Rochas Artificiais: Vantagens

- A rocha artificial possui qualidades consideráveis, fato que justifica a boa aceitação no mercado consumidor.
- Utilizar resíduos na forma de pó ou grânulos para o desenvolvimento da rocha artificial. Além de, agregar valor a um resíduo indesejável.
- Grande parte das atividades industriais emite resíduos, os quais, em diversas situações, são considerados poluentes ou podem causar algum prejuízo ambiental. **Diminuição da quantidade de resíduo a ser descartado na natureza; agregar valor a um resíduo indesejável; geração de novos empregos.**
- Diminuir parte do consumo de matéria-prima natural e não renovável.

Rocha Artificial

Brasil: importa materiais artificiais de 23 países, principalmente da China (82,6%) e Espanha (10,3%) (ABIROCHAS, 2016).

Possuem alto valor comercial e propriedades mecânicas similares às da rocha natural, com menor AA (Pedra artificial, 2010).



Produção de Rocha Artificial

Agregados naturais.
Partículas de mármore,
granito triturado, areia de
quartzo, SiO₂
+
Agentes aglutinantes (resina)

Fig. 1. Etapas de fabricação da pedra tecnológica (compósito de pedra), desenvolvida pela Compac Marmol e Quartz company. (COMPAC MARMOL E QUARTZ, 2006).

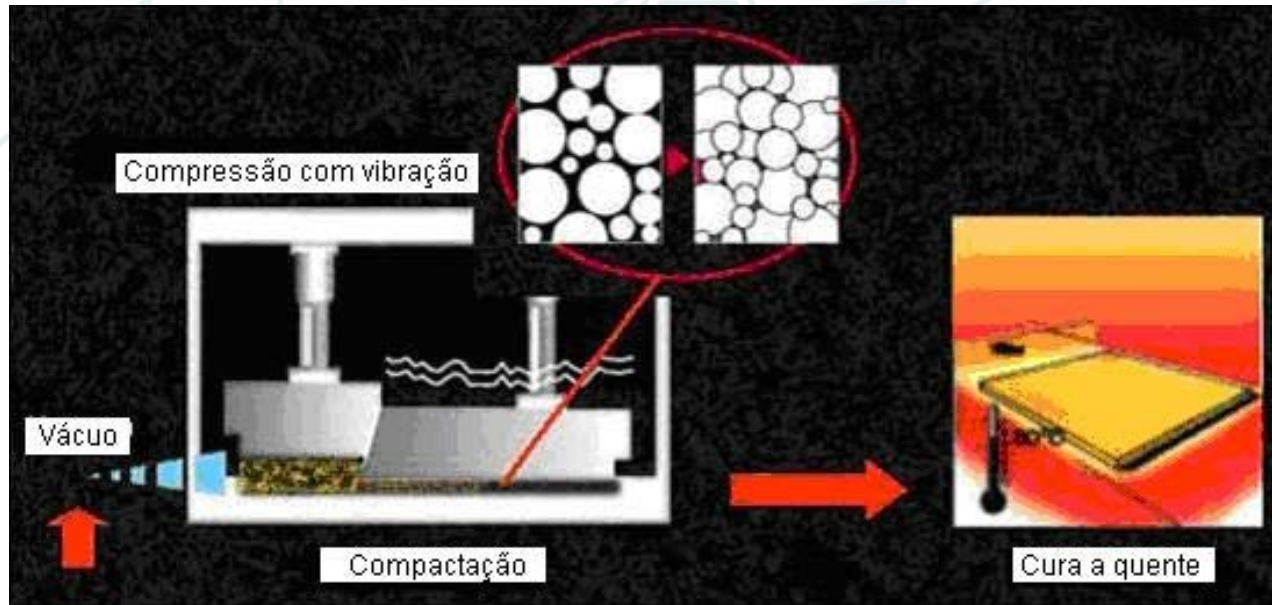


Fig. 2. Etapa de compactação por vibra compressão a vácuo, mostrando as pequenas partículas acomodando-se entre as grandes partículas. (Caesarstone, 2007).

Objetivo

Estudar a produção de rocha artificial para aplicação em revestimento de interiores, utilizando resíduos da indústria de mármore do ES.

Objetivos específicos

- Desenvolver os procedimentos para obtenção de rocha aglomerada em escala de laboratório.
- Uso dos resíduos de mármore como matéria prima principal de rocha aglomerada.

Materiais e métodos

- Resíduo de beneficiamento de mármore e resina epóxi.
- Resina: epóxi de aspecto líquido, de viscosidade média e endurecedor, ambos da Redelease.
- Resíduo de mármore: coletado em empresa na cidade de Cachoeiro de Itapemirim (ES), do processo de serragem pela tecnologia de multifio.

Resíduo fino (lama): 80 e 180 mesh.

Aparas: moído - 20 mesh (agregado grosso).

Rocha produzida: 30% em peso de resina epóxi e 70% em peso de resíduo de mármore em diferentes granulometrias (grossa, média e fina).

Tab. 1. Composições estudadas para fabricação de rocha artificial

	Resíduo		
	20 mesh	80 mesh	180 mesh
Composição (% em peso)	100	0	0
	0	100	0
	0	0	100
	50	50	0
	0	50	50
	50	0	50
	33,33	33,33	33,33

Objetivo: encontrar a granulometria apropriada para a produção de rocha artificial e verificar a influência do tamanho de grão na adesão com o aglomerante e nas propriedades.

- A resina epóxi foi homogeneizada com o endurecedor e o resíduo de mármore.
- Moldes de silicone com tamanhos (70 x 20 x 10 mm) para os tamanhos retangulares e (40x40) para os tamanhos cilíndricos.
- Moldes introduzidos na caixa de acrílico.

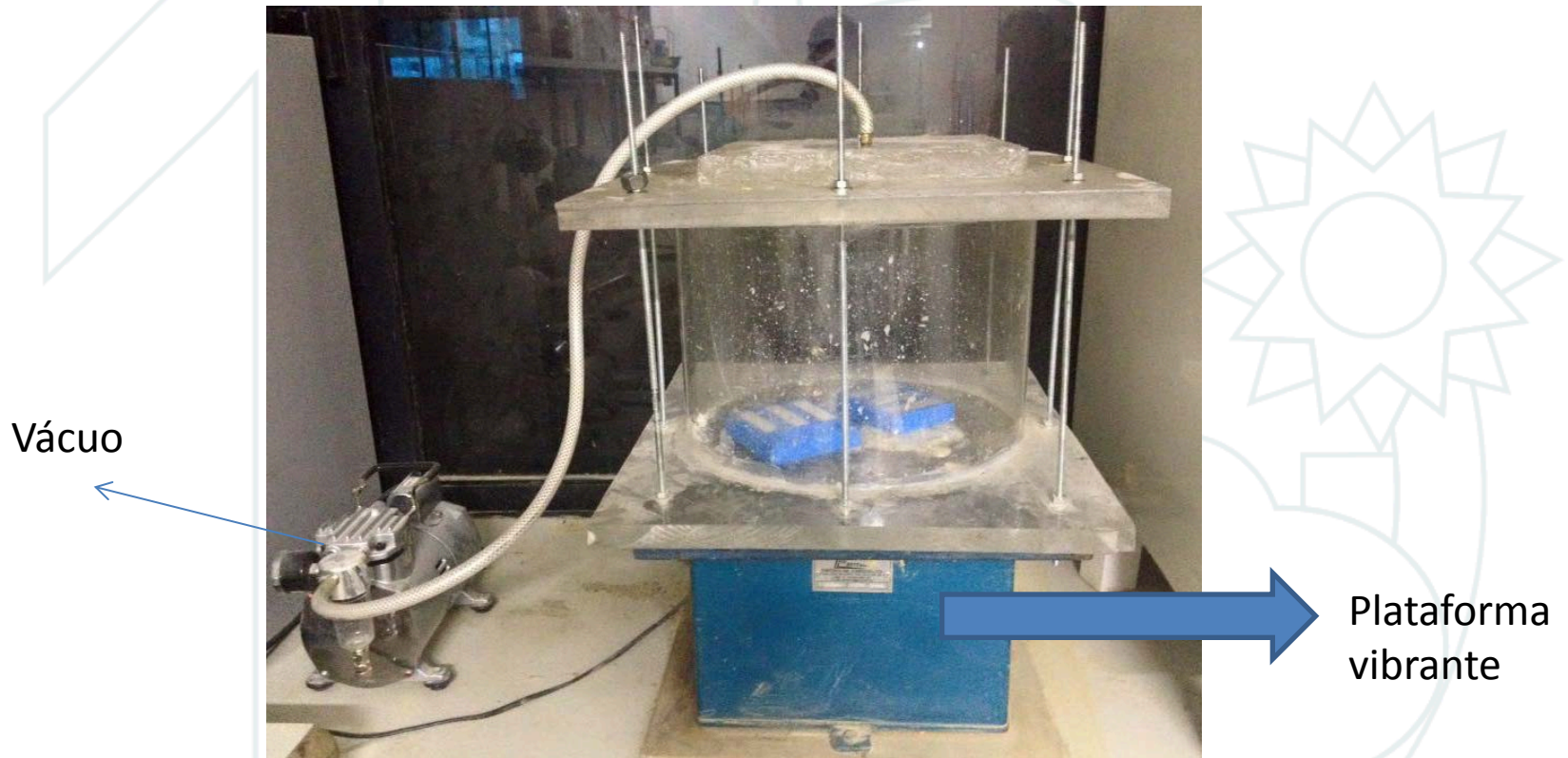


Fig. 3. Equipamento usado para confecção dos corpos de prova

- A vibração -> aumentar a compactação das partículas no molde e a empurrar as bolhas de ar para cima.
- O vácuo ajuda o movimento das bolhas e aumenta seu volume, principalmente quando chegarem à superfície, facilitando sua saída.
- Após o material atingir uma rigidez tal que impediu o movimento das partículas e das bolhas de ar, foi levado à estufa e permaneceu a uma temperatura de 120°C por 2h para a realização total da cura da resina contida no material.

O resíduo foi caracterizado por meio de:

- Difração de raios-X (DRX)
- Análise química.

As propriedades tecnológicas avaliadas foram:

- Densidade
- absorção de água
- tensão de ruptura à flexão (três pontos) e compressão (realizados segundo a norma NBR 15845-2010)

Resultados e discussão

Tab. 2. Composição química do resíduo de mármore

Composição	(%)
SiO ₂	3,3
Al ₂ O ₃	0,08
MgO	16,6
K ₂ O	0,01
Fe ₂ O ₃	0,03
Na ₂ O	ND
CaO	38,1
PPC*	41,8

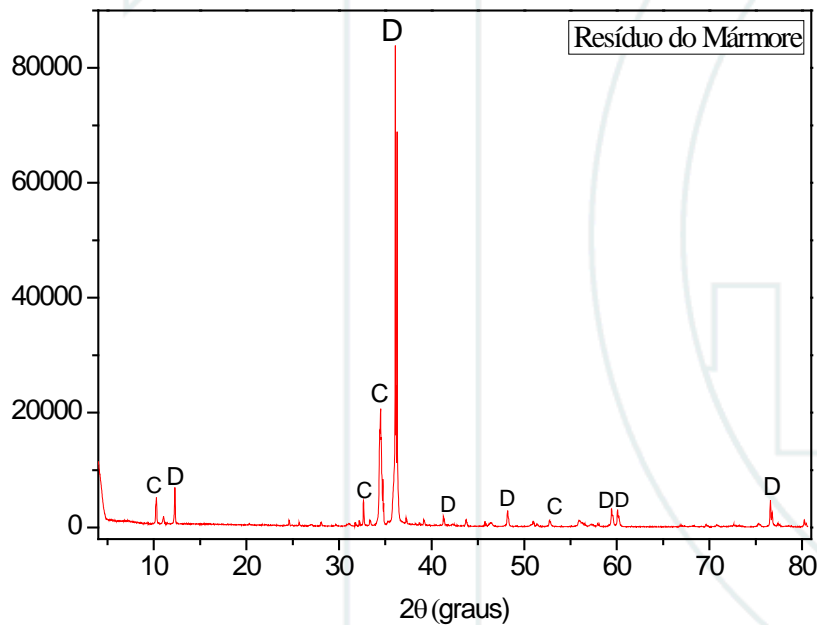
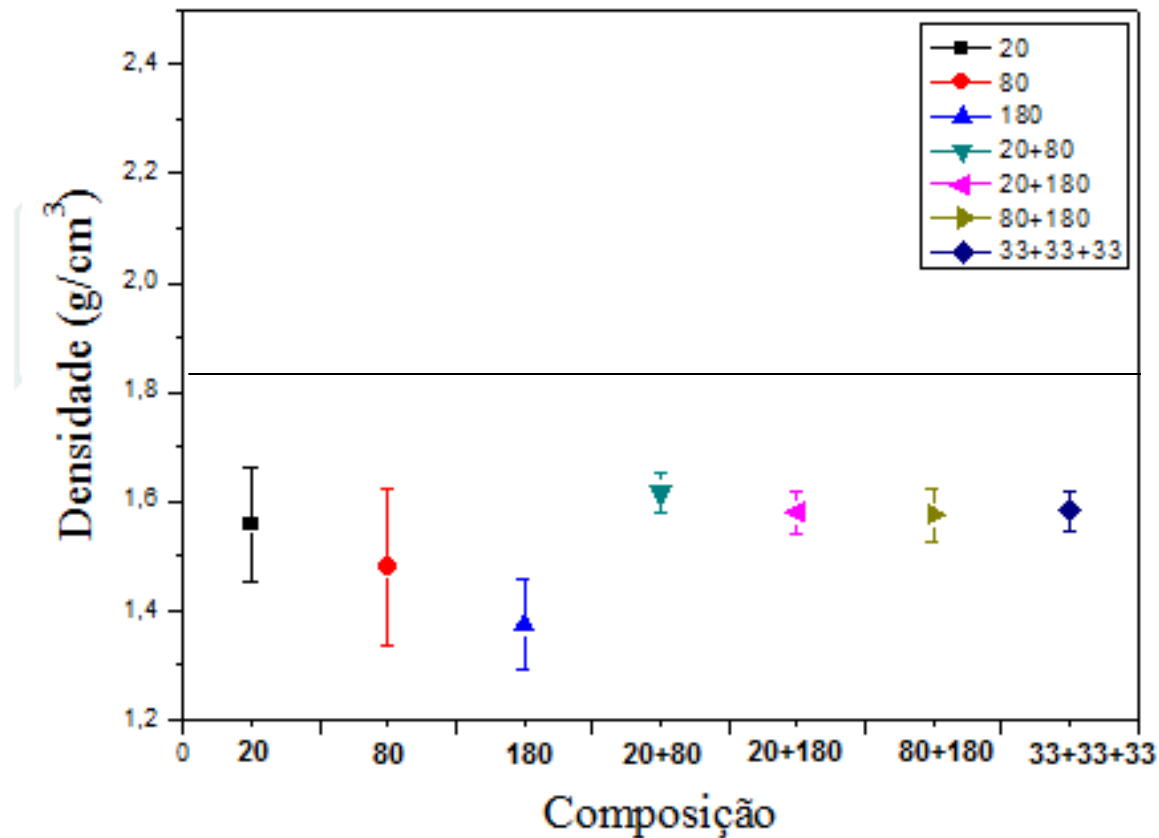


Fig. 4. Difratoograma de raios-X do resíduo de mármore.
C= Calcita (CaCO₃), D= Dolomita (MgCa(CO₃)₂)

Tab. 3. Classificação das rochas carbonáticas em função dos teores cálcio e magnésio (Rêgo, 2005).

Classificação	Teores de MgO %	Razão MgO / CaO
Calcário Calcítico	0,0 - 0,1	0,00 – 0,02
Calcário Magnesiano	1,2 - 4,3	0,03 – 0,08
Calcário Dolomítico	4,4 - 10,5	0,09 – 0,25
Dolomítico Calcítico	10,6 – 19,1	0,26 – 0,56
Dolomito	≥ 19,2	≥ 0,57

Resíduo estudado: Dolomítico/calcítico (0,43)



1,84 g/cm³ :
Densidade máxima
que a rocha artificial
poderia atingir

Fig. 5. Densidade das composições

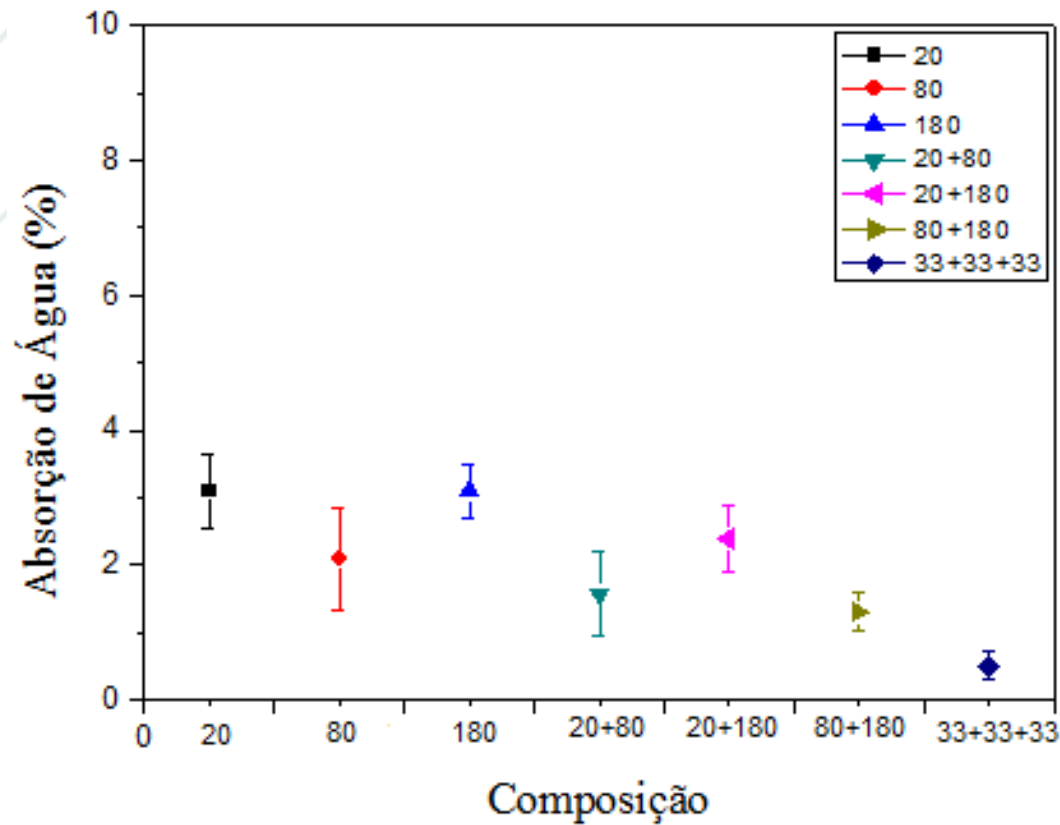
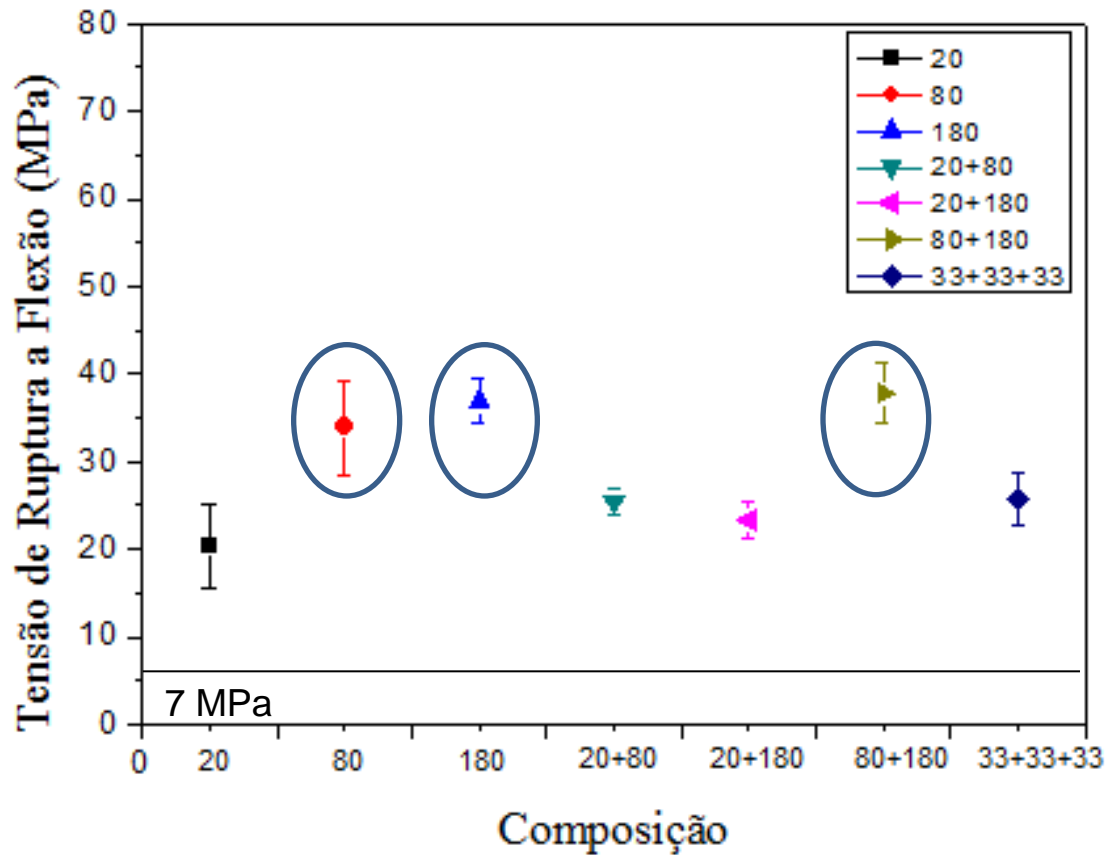


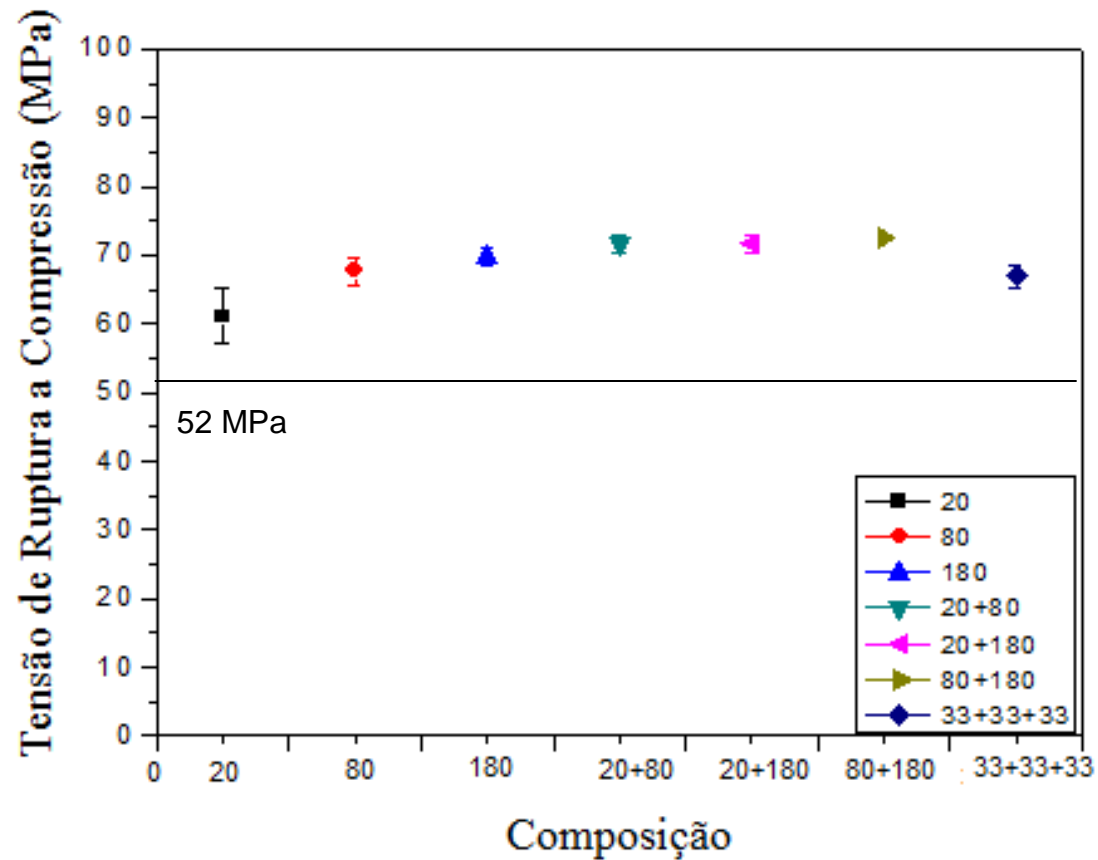
Fig. 6. Absorção de água das composições



ASTM C503
RF > 7 MPa para
rocha natural

Fabricantes
(Ribeiro, 2014):
14 a 31 MPa

Fig. 7. Tensão de Ruptura á Flexão das composições



ASTM C503
(2003)
RC > 52 MPa
para rocha
natural

Fig. 8. Resistência à compressão das composições

Conclusões

- O resíduo é constituído basicamente de óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO).
- Pode-se observar a presença dos minerais Calcita (CaCO_3) e Dolomita ($\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$), caracterizando o resíduo de mármore como dolomítico calcítico.
- O material que obteve a menor absorção de água foi com a mistura das três granulometrias (33+33+33). Esse valor ficou dentro do relatado pelo fabricante. Essa baixa absorção de água foi devido a menor porosidade do material no seu processo de fabricação.
- Os resultados de resistência à flexão das rochas produzidas ficaram acima do valor exigido pela norma e acima do especificado pelos fabricantes, de acordo com Ribeiro, 2014. De acordo com os resultados, as rochas produzidas com resíduo ficaram mais resistentes que as especificadas.

- As partículas finas ajudaram no aumento da resistência mecânica, além da utilização do vácuo durante o processo, que ajudou a eliminar as bolhas de ar, tornando o material mais compacto e mais resistente.
- Por fim, os resultados indicaram que o uso do resíduo do mármore para a produção de rocha artificial é viável para as rochas fabricadas com resina e uma alternativa de dar um destino para esse resíduo gerado na ordem de milhões de toneladas, que representa um sério problema ambiental.

Agradecimentos

- Os autores agradecem a FAPERJ, ao CETEM e as empresas que colaboraram com essa pesquisa.

Contato

maricostalonga2@gmail.com