



CONGRESSO BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM  
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019  
Uberlândia/MG



# CARACTERIZAÇÃO TERMOGRAVIMÉTRICA DE COMPÓSITOS GRANITO-EPÓXI COM 3% DE CARGA

R. M. SANTOS<sup>1</sup>, A. R. BIGANSOLLI<sup>1</sup> e B. B. LIMA-KÜHN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Química  
E-mail para contato: rafa\_martins14@hotmail.com

**RESUMO** – O setor de rochas ornamentais no Brasil tem grande influência internacional sendo de suma importância para economia do país. Os tratamentos feitos nesses materiais, sobre tudo no granito, geram na maioria das vezes grande quantidade de rejeitos que, descartados erroneamente, podem causar impactos ambientais. Nesse sentido, o reaproveitamento desse material como elemento de carga em compósitos tem surtido muitos efeitos positivos. Dessa forma, neste trabalho utilizou-se do pó de granito cuja preparação foi feita por moagem manual e de alta energia, sendo posteriormente separada por agitador mecânico obtendo-se três granulometrias: retida em 270#; passante em 270# e retida em 325#; passante em 325#. Foram utilizados 3% de cada material como elemento de carga em resina epoxídica para a formação do compósito. Após isso, foram feitas análises termogravimétricas (TGA) para verificar a influência granulométrica na temperatura de degradação dos compósitos. Os resultados mostram que os compósitos com diferentes tamanhos das partículas de granito apresentam o mesmo comportamento termogravimétrico.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com grande influência mundial no setor de rochas ornamentais. No ano de 2018 o Brasil exportou essa matéria prima para mais de 120 países, sendo Estados Unidos, China e Itália os maiores consumidores. Os ganhos econômicos somam mais de 500 milhões e as quantidades exportadas ultrapassam as 800 mil toneladas, os estados com maiores contribuições são Espírito Santo, Minas Gerais, Ceará e Bahia (ABIROCHAS, 2018).

O beneficiamento de rochas ornamentais, em especial o granito, possui diversas etapas em que a ordem de perda de materiais chega a 40%. Esses rejeitos, muitas vezes, não passam por um tratamento adequado sendo quase sempre descartados no meio ambiente. Nesse sentido, o reaproveitamento desses detritos surge como um fator atenuante de impacto ambiental e fonte de lucro das empresas fornecedoras. O granito é caracterizado por ser uma rocha do tipo ígnea composta em sua maioria por feldspato, quartzo e mica, uma de suas principais utilizações é na confecção de compósitos como elemento de carga com baixo tamanho de partícula numa matriz epóxi (SILVA *et al.*, 2005). Estudos apontam que a substituição de ferro fundido por compósitos granito-epóxi, tem surtido bastante efeito no que se refere a ganho de propriedades como aumento de resistência mecânica, diminuição do peso e amortecimento de vibrações (PIRATELLI-FILHO; LEVY-NETO, 2010).

A resina epóxi é classificada como um termorrígido que ao sofrer um processo de cura para a formação de ligações cruzadas, torna-se um material rígido adquirindo características de infusibilidade e insolubilidade (CANEVAROLO, 2006). O uso desse composto como matriz para compósitos possui grande aceitação em virtude de grandes benefícios frente a outros tipos de materiais por possuir baixa contração no processo de cura e grande capacidade adesiva aos vários tipos de cargas (JESUS, 2005).

Compósitos são matérias que possuem duas ou mais fases sendo composto por uma fase matriz podendo ser metálica, polimérica ou cerâmica e outra de reforço. Os produtos caracterizados como compósitos possuem uma classificação como materiais de alta tecnologia em virtude da gama de especificidades que podem adquirir, sobre tudo, no campo de propriedades mecânicas (COSTA *et al.*, 1999). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é obter amostras de compósitos granito epóxi utilizando diferentes tamanhos de partículas e estudar a influência dos diferentes tamanhos de partículas na temperatura de degradação dos compósitos.

## 2. METODOLOGIA

A realização deste trabalho aconteceu em três etapas. A primeira constitui-se da cominuição, e moagem do granito. A segunda foi a obtenção dos compósitos e a terceira e última etapa constituiu-se da caracterização da temperatura de degradação dos compósitos.

O granito, já fragmentado, foi cominuído manualmente através de um pilão até obtenção de partículas 100 % passantes em peneira de 20 mesh. Em seguida, o granito foi moído num moinho de alta energia de marca Retch modelo PM100. A moagem ocorreu por um período de 16 minutos a uma rotação de 400 rpm e tempo de reversão de 4 minutos, a separação granulométrica foi feita por um agitador mecânico e peneiras de 270 # e 325 #.

Para a preparação dos compósitos, as amostras foram preparadas utilizando-se 3% de pó de granito e seguindo-se as recomendações dos fabricantes que sugerem, que para cada 100 partes em peso de Araldite GY 279 BR utilizar 42 partes em peso de agente de cura Aradur 2963. Primeiramente o pó do granito foi misturado ao Aradur e em seguida foi adicionado a Araldite; estas substâncias foram homogeneizadas com um bastão de vidro por 15 minutos. Após a homogeneização, a mistura obtida foi vertida em moldes de silicone para a obtenção dos compósitos.

Finalizando a parte experimental, as amostras dos compósitos foram submetidas a análise termogravimétrica no equipamento de marca Shimadzu TGA 50. Nesta análise utilizou-se aproximadamente 13 mg de cada amostra em atmosfera de nitrogênio a uma taxa de aquecimento de 10 °C/min.

## 3. RESULTADOS

Os resultados da análise termogravimétrica (TGA) e da análise térmica diferencial (DTA) para os compósitos obtidos estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3. As Figuras 1, 2 e 3 apresentam os resultados para os compósitos produzidos: - com partículas de granito retidas na peneira com abertura de 53  $\mu\text{m}$ ; - com partículas de granito passantes em 53  $\mu\text{m}$  e retidas na peneira com abertura de 44  $\mu\text{m}$ ; - e com partículas de granito passantes em 44  $\mu\text{m}$ .

Os resultados da análise de TGA mostram que para os três tipos de compósitos há vários estágios de degradação iniciando em aproximadamente 340°C, sendo acentuado em 350°C e finalizando a 400°C, isto é, não ocorreu uma perda de massa significativa até mais ou menos 350°C e foi gerado um resíduo de 3 %. Estes resultados são confirmados pelo maior pico da curva de DTG, isto é, das temperaturas onset (Tonset), que o compósito de resina epóxi/granito começa a se decompor por volta de 350°C e apresenta baixa estabilidade térmica em atmosfera de nitrogênio.

Figura 1 – Gráfico de TGA e DTG do compósito epóxi-3%granito (> 53  $\mu\text{m}$ ).

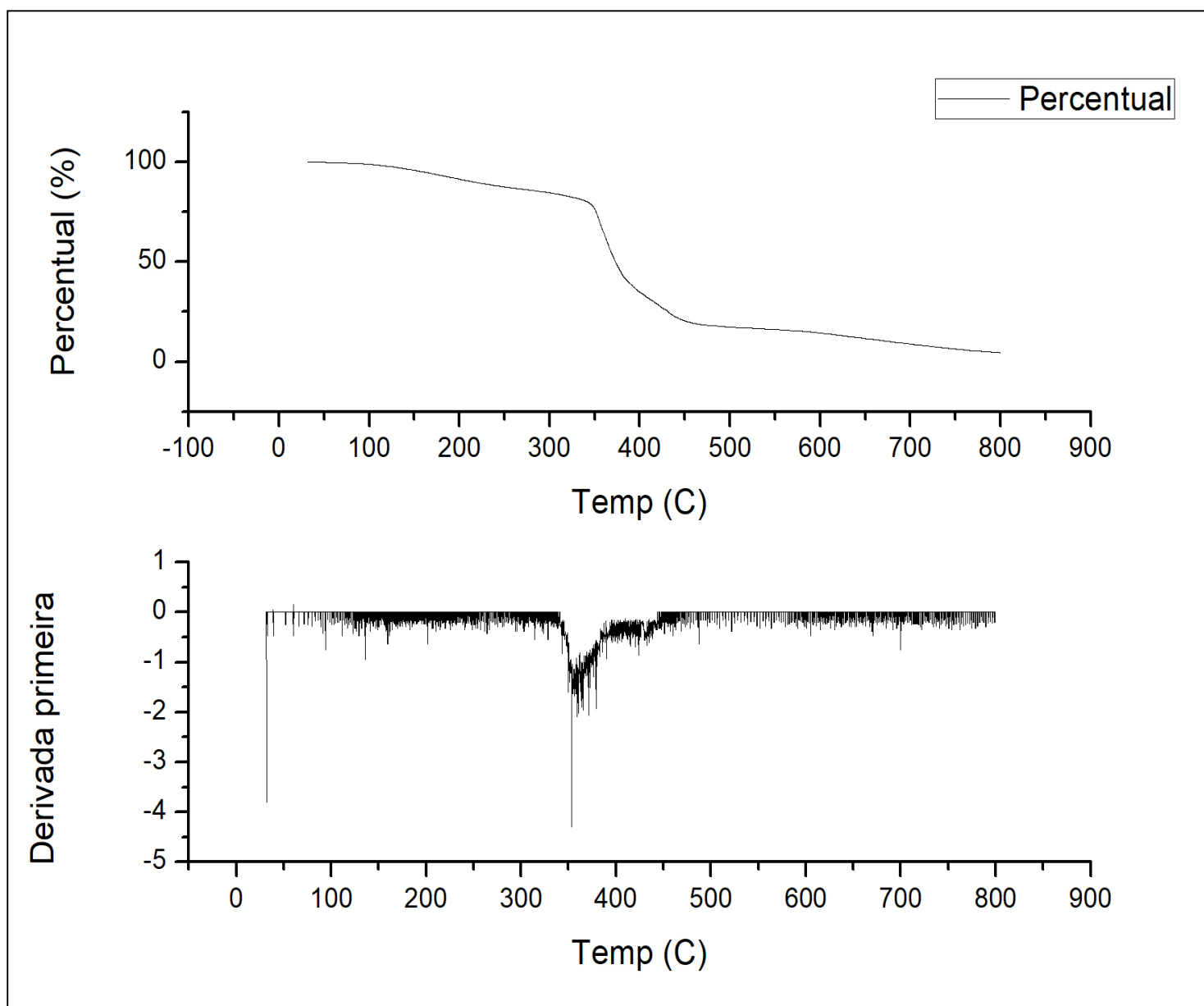




Figura 2 – Gráfico de TGA e DTG do compósito epóxi-3%granito ( $44\ \mu\text{m} < \text{partículas} < 53\ \mu\text{m}$ ).

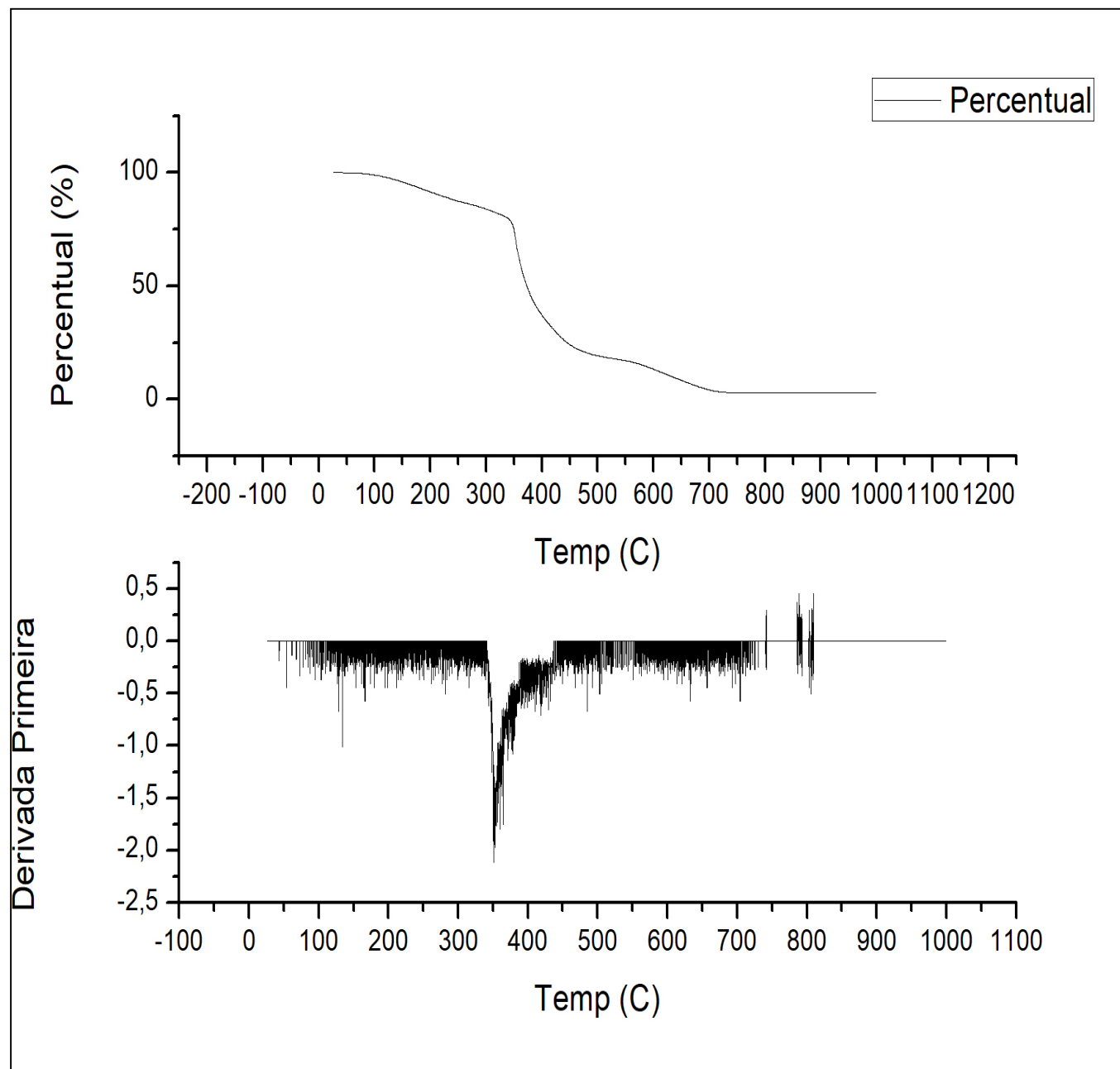
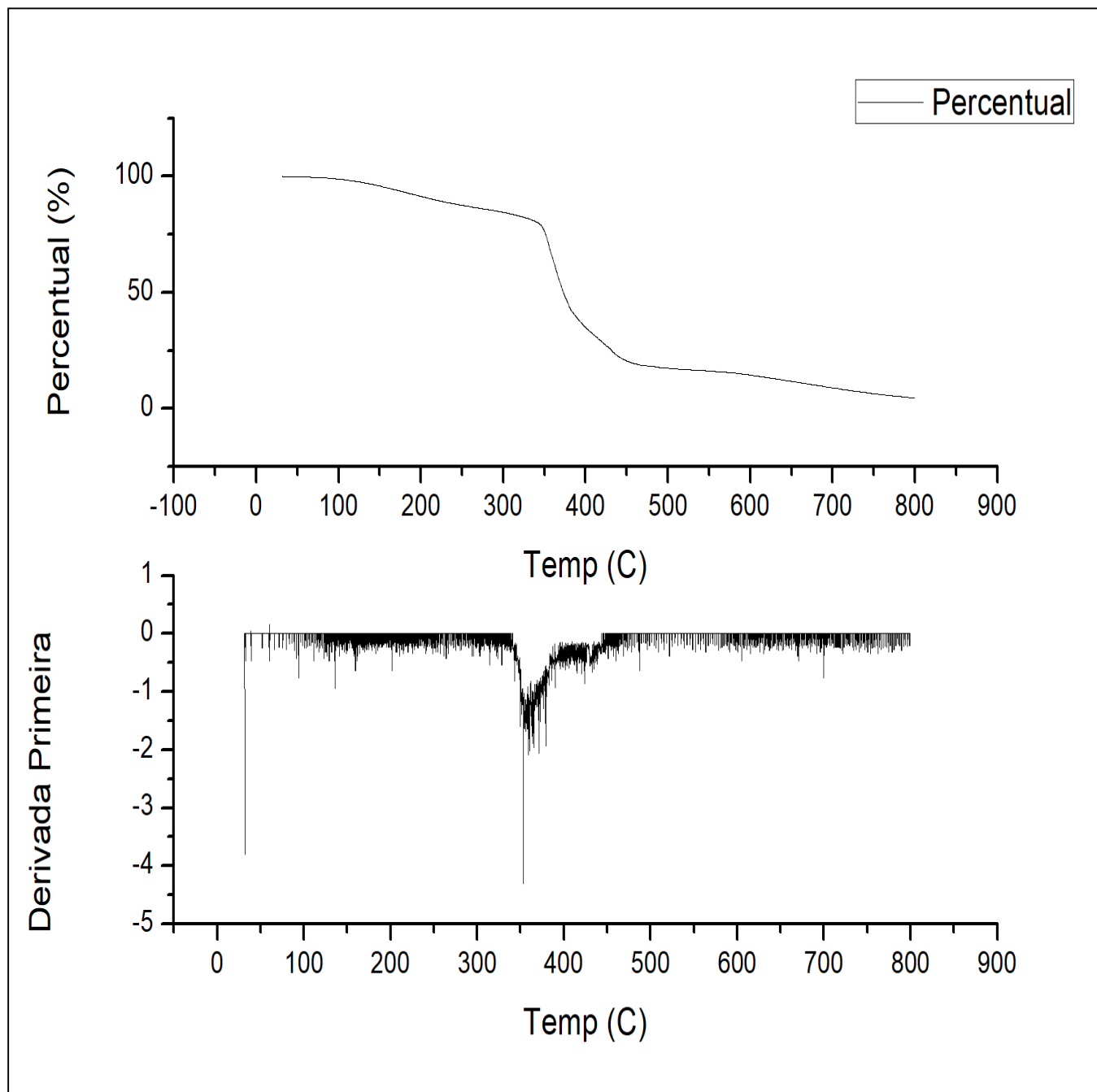


Figura 3 – Gráfico de TGA e DTG do compósito epóxi-3%granito (< 44  $\mu\text{m}$ ).



#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que não houve influência do tipo de granulometria na temperatura de degradação dos compósitos, permanecendo assim na faixa de 350°C em atmosfera de nitrogênio.



CONGRESSO BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM  
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019  
Uberlândia/MG



## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida ao autor através do convênio UFRRJ/CNPq.

## 6. REFERÊNCIAS

ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, 2018.

CANEVAROLO Jr, S. V. Ciência dos Polímeros 2ª Edição "Sebastião V. Canevarolo Jr. Editora Artliber, 2006.

COSTA, Michelle L.; REZENDE, Mirabel C.; PARDINI, Luiz C. Métodos de estudo da cinética de cura de resinas epóxi. Polímeros, [s.l.], v. 9, n. 2, p.37-44, jun. 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-14281999000200011>.

JESUS, Marco Sousa. Desenvolvimento de um compósito Polímero-Metal À Base de Resina Epóxi Para Aplicações Em Moldes Rápidos. 2005. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Programa de Pós Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102736>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

SILVA, J. B. et al. Incorporação de lama de mármore e granito em massas argilosas. *Cerâmica*, São Paulo, v. 51, n. 320, p.325-330, oct/dez 2005. Semanal. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S036669132005000400004&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S036669132005000400004&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 12 abr 2019.

PIRATELLI-FILHO, Antonio; LEVY-NETO, Flaminio. Behavior of granite-epoxy composite beams subjected to mechanical vibrations. *Materials Research*, [s.l.], v. 13, n. 4, p.497-503, dez. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-14392010000400012>.