



# Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

CONFORME SOLICITAÇÃO DO AUTOR, ESTE TRABALHO  
POSSUI CONFIDENCIALIDADE  
ATÉ 18/04/2026

*ACCORDING TO AUTHOR'S REQUEST, THIS WORK HAS  
CONFIDENTIALITY UNTIL 04/18/2026*

Para informações, contate-nos através do e-mail [biblioteca.central@pucrs.br](mailto:biblioteca.central@pucrs.br)

For information, contact us: [biblioteca.central@pucrs.br](mailto:biblioteca.central@pucrs.br)

PORTO ALEGRE,  
BRASIL 2024

ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS  
DOUTORADO

GIOVANNI DOS SANTOS BATISTA

**EFEITOS FÍSICO-QUÍMICOS E MECÂNICOS DA ADIÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE  
 $\text{TiO}_2@SiO_2$  EM PASTAS DE CIMENTO CLASSE G APLICADA EM POÇOS PARA  
ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO DE  $\text{CO}_2$**

Porto Alegre

2024

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul



**EFEITOS FÍSICO-QUÍMICOS E MECÂNICOS DA ADIÇÃO DE  
NANOPARTÍCULAS DE  $TiO_2@SiO_2$  EM PASTAS DE CIMENTO  
CLASSE G APLICADA EM POÇOS PARA ARMAZENAMENTO  
GEOLÓGICO DE  $CO_2$**

**GIOVANNI DOS SANTOS BATISTA**

ENGENHEIRO CIVIL

MESTRE EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS

ORIENTADOR: PROF(a). DR(a). ELEANI MARIA DA COSTA

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO SHIGUEAKI TAKIMI

Tese realizada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais (PGETEMA) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia e Tecnologia de Materiais.

**Porto Alegre  
Janeiro, 2024**

## Ficha Catalográfica

B333e Batista, Giovanni dos Santos

Efeitos físico-químicos e mecânicos da adição de nanopartículas de  $\text{TiO}_2@SiO_2$  em pastas de cimento classe G aplicada em poços para armazenamento geológico de  $\text{CO}_2$  / Giovanni dos Santos Batista. – 2024.  
193 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, PUCRS.

Orientadora: Profa. Dra. Eleani Maria da Costa.

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Shigueaki Takimi.

1. Core/shell. 2. Hidratação. 3. Poço de petróleo. 4. Reologia. 5. Microestrutura. I. Costa, Eleani Maria da. II. Takimi, Antonio Shigueaki. III. . IV. Título.



**Efeitos físico-químicos e mecânicos da adição de nanopartículas de  $TiO_2@SiO_2$  em pastas de cimento classe G aplicada em poços para armazenamento geológico de  $CO_2$**

**CANDIDATO: GIOVANNI DOS SANTOS BATISTA**

Esta Tese de Doutorado foi julgada para obtenção do título de DOUTOR EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

**DRA. ELEANI MARIA DA COSTA - ORIENTADORA**

Assinado de forma digital por ANTONIO

SHIGUEAKI TAKIMI:93666977049

Dados: 2024.01.25 09:24:08 -03'00'

**DR. ANTONIO SHIGUEAKI TAKIMI - COORIENTADOR**

**BANCA EXAMINADORA**

**DR. ABRAHÃO BERNARDO ROHDEN - FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**DRA. EDNA POSSAN - PPGEI - ILATTI/UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA**

**DR. CARLOS ALEXANDRE DOS SANTOS - PGETEMA - PUCRS**



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Av. Ipiranga, 6681 – Prédio 1 – Térreo  
Porto Alegre – RS – Brasil  
Fone: (51) 3320-3513  
E-mail: [propesq@pucrs.br](mailto:propesq@pucrs.br)  
Site: [www.pucrs.br](http://www.pucrs.br)