

Ensino de Ciências e Educação Matemática 2

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves
(Organizador)

Atena
Editora

Ano 2019

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves
(Organizador)

Ensino de Ciências e Educação Matemática 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E59 Ensino de ciências e educação matemática 2 [recurso eletrônico] /
Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ensino de ciências e
educação matemática – v.2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-072-8

DOI 10.22533/at.ed.728192501

1. Educação. 2. Prática de ensino. 3. Professores – Formação.
I. Gonçalves, Felipe Antonio Machado Fagundes.

CDD 370.1

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Ensino de Ciências e Educação Matemática”, em seu segundo volume, contém vinte capítulos que abordam as Ciências sob uma ótica de Ensino nas mais diversas etapas da aprendizagem.

Os capítulos encontram-se divididos em cinco seções: Ensino de Ciências e Biologia, Ensino de Física, Educação Matemática, Educação Ambiental e Ciência e Tecnologia.

As seções dividem os trabalhos dentro da particularidade de cada área, incluindo pesquisas que tratam de estudos de caso, pesquisas bibliográficas e pesquisas experimentais que vêm contribuir para o estudo das Ciências, desenvolvendo propostas de ensino que podem corroborar com pesquisadores da área e servir como aporte para profissionais da educação.

No que diz respeito à Educação Matemática, este trabalho pode contribuir grandemente para os professores e estudantes de Matemática, por meio de propostas para o ensino e aprendizagem, que garantem o avanço das ciências exatas e também fomentando propostas para o Ensino Básico e Superior.

Indubitavelmente esta obra é de grande relevância, pois proporciona ao leitor um conjunto de trabalhos acadêmicos de diversas áreas de ensino, permeados de tecnologia e inovação.

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O MODELO DIDÁTICO DA MOLÉCULA DE DNA: CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO NO ENSINO DA BIOLOGIA	
Daiane Cristina Ferreira Golbert Pollyana Secundo de Oliveira Ferreira Iara Ingrid de Assis Rony Robson Fideles de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.7281925011	
CAPÍTULO 2	10
O USO DE JOGOS APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS: UM ESTUDO DE CASO	
Elaine Santana de Souza Gerson Tavares do Carmo Mariana Monteiro Soares Crespo de Alvarenga	
DOI 10.22533/at.ed.7281925012	
CAPÍTULO 3	27
EMERGÊNCIA DOS ERROS NUMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM DESACORDO AO REDUACIONISMO	
Thales Cerqueira Mendes Bruno de Andrade Martins Kelison Ricardo Teixeira	
DOI 10.22533/at.ed.7281925013	
CAPÍTULO 4	38
IMPACTOS DO PIBID NA VIDA PROFISSIONAL DO EGRESSO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA NO IFNMG- CAMPUS JANUÁRIA	
Pollyana Antunes de Oliveira Edinei Canuto Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.7281925014	
CAPÍTULO 5	59
UM DIAGNÓSTICO SOBRE A ABORDAGEM DO TEMA “COSMOLOGIA” NA LITERATURA E NO ENSINO DE FÍSICA EM ESCOLAS DE CAJAZEIRAS-PB	
Heydson Henrique Brito Da Silva Mauro Parnaíba Duarte	
DOI 10.22533/at.ed.7281925015	
CAPÍTULO 6	68
SISTEMA MONETÁRIO: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DA MATEMÁTICA FINANCEIRA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Ana Luisa Tenório dos Santos Aline Jaislane de Souza Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.7281925016	

CAPÍTULO 7 74

UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO RÉGUA E COMPASSO COMO RECURSO METODOLÓGICO NO ENSINO E ESTUDO DE ÂNGULOS

Islaine Conceição Pereira Bezerra
Igor Brendol Pereira Morais
Abigail Fregni Lins

DOI 10.22533/at.ed.7281925017

CAPÍTULO 8 82

O ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NO CURSO DE PEDAGOGIA E O ENSINO DA MATEMÁTICA ESCOLAR: MAPEANDO DISSERTAÇÕES E TESES

Jónata Ferreira de Moura

DOI 10.22533/at.ed.7281925018

CAPÍTULO 9 96

O IMAGINÁRIO DE ESTUDANTES DE LICENCIATURAS EM MATEMÁTICA DE SÃO LUÍS - MA SOBRE A EJA

Rayane de Jesus Santos Melo
Maria Consuelo Alves Lima

DOI 10.22533/at.ed.7281925019

CAPÍTULO 10 108

O PROCESSO DE JUVENILIZAÇÃO E POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Rayane de Jesus Santos Melo
Maria Consuelo Alves Lima

DOI 10.22533/at.ed.72819250110

CAPÍTULO 11 119

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ESTABILIZAÇÃO POR SOLIDIFICAÇÃO A PARTIR DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE GRANITO EM MATRIZ CIMENTÍCIA VISANDO SUA UTILIZAÇÃO COMO CONSTITUINTE DE CONCRETO PARA PISOS

Mário Gomes da Silva Júnior
André Luiz Fiquene de Brito
Ana Cristina Silva Muniz

DOI 10.22533/at.ed.72819250111

CAPÍTULO 12 134

APLICAÇÃO DE ARGILAS ESMECTÍCIAS ORGANOFÍLICAS NA ADSORÇÃO DE EFLUENTES PETROLÍFEROS EM SISTEMA DE BANHO FINITO

Joseane Damasceno Mota
Rochelia Silva Souza Cunha
Luana Araújo de Oliveira
Patrícia Noemia Mota de Vasconcelos
Meiry Glauca Freire Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.72819250112

CAPÍTULO 13 146

BLOCO DE GESSO E ISOPOR PARA VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS EM ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL

Daniel Pessanha de Queiroz
Cristiane Rodrigues Macedo
Cláudio Luis de Araújo Neto

DOI 10.22533/at.ed.72819250113

CAPÍTULO 14 149

ISOLAMENTO DA MICOTA ANEMÓFILA PRESENTE NA SALA DE MEMORIAL DA BIBLIOTECA JOSEPH MESEL DO IFPE – CAMPUS RECIFE

Francisco Braga da Paz Junior
Davi Nilson Mendonça Souza
Eliana Santos Lyra da Paz
Carlos Fernando Rodrigues Guaraná
Lindeberg Rocha Freitas
Ubirany Lopes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.72819250114

CAPÍTULO 15 155

ISOLAMENTO DE LEVEDURAS DA VAGEM DA ALGAROBA (PROPOPIS JULIFLORA) E ANÁLISE DA ATIVIDADE AMILOLÍTICA E FERMENTATIVA DOS ISOLADOS

Caroliny Hellen Azevedo da Silva
Rayane Dias dos Santos
Jonas Luiz Almada da Silva

DOI 10.22533/at.ed.72819250115

CAPÍTULO 16 166

OTIMIZAÇÃO DA VAZÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE E ÁREA DE TROCA TÉRMICA DE UM TROCADOR DE CALOR CONTRA-CORRENTE

Mário Gomes da Silva Júnior
Camila Barata Cavalcanti
Josiele Souza Batista Santos

DOI 10.22533/at.ed.72819250116

CAPÍTULO 17 177

PREVALÊNCIA DE FUNGOS ANEMÓFILOS COLETADOS NA SALA DE ACERVOS DA BIBLIOTECA DO IFPE – CAMPUS RECIFE

Eliana Santos Lyra da Paz
Thayná Lacerda Almeida
Francisco Braga da Paz Junior
Carlos Fernando Rodrigues Guaraná
Clécio Florêncio de Queiroz
Maria do Livramento Ferreira Lima

DOI 10.22533/at.ed.72819250117

CAPÍTULO 18 183

UMA PROPOSTA MODERNA DA ELETRÓLISE DE MICHAEL FARADAY

Mateus Carneiro Guimarães dos Santos
Maria Danielly Lima Santos
Mayana Mirelly Horta Santos
Erivanildo Lopes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.72819250118

CAPÍTULO 19 192

MÓDULO AUTOMATIZADO DE MONITORAMENTO DE SOLO

Alysson Ramon do Amaral Andrade
Alexandre da Silva Coelho Barbosa
Douglas Cassiano da Silva
Francisco Cassimiro Neto
Jadson de Oliveira Viana
José Alves do Nascimento Neto

DOI 10.22533/at.ed.72819250119

CAPÍTULO 20 197

PROCESSO GTAW: NOVAS TECNOLOGIAS

Geovanna Vitória da Silva Gonçalves
Marcos Mesquita da Silva
Thalyne Keila Menezes da Costa
Divanira Ferreira Maia
Jomar Meireles Barros

DOI 10.22533/at.ed.72819250120

SOBRE O ORGANIZADOR..... 203

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ESTABILIZAÇÃO POR SOLIDIFICAÇÃO A PARTIR DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE GRANITO EM MATRIZ CIMENTÍCIA VISANDO SUA UTILIZAÇÃO COMO CONSTITUINTE DE CONCRETO PARA PISOS

Mário Gomes da Silva Júnior

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Engenharia Química
Campina Grande – Paraíba

André Luiz Fiquene de Brito

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Engenharia Química
Campina Grande – Paraíba

Ana Cristina Silva Muniz

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Engenharia Química
Campina Grande – Paraíba

RESUMO: A disposição de resíduos sólidos industriais de maneira inadequada em áreas não apropriadas incorre em danos ao meio ambiente e ao ser humano. Neste sentido, faz-se necessário pesquisar alternativas de tratamento para a posterior disposição e/ou utilização do produto final, sobretudo daquele que contém metais pesados. Desta forma, o projeto teve como objetivo avaliar materiais estabilizados por solidificação após a incorporação do resíduo sólido de granito em matrizes cimentícias visando sua viabilidade como componente de concreto para pisos. O trabalho foi dividido nas seguintes etapas: Planejamento experimental, caracterização e classificação do resíduo, confecção dos corpos de provas e avaliação de integridade / durabilidade. O resíduo de granito

foi classificado como não-perigoso e não-inerte - Classe II A e apresentou baixo teor de umidade, além de grande parcela de sólidos totais fixos. O ensaio de resistência à compressão mostrou melhores resultados para o tempo de cura de 28 dias. A influência dos níveis de incorporação foi bem menos efetiva no ensaio de capacidade de absorção de água. Sob saturação em água a integridade foi inferior ao limite mínimo permitido para concreto para piso simples e sob condições de secagem, a integridade foi superior a esse limite. O resíduo de granito mostrou-se então indicado como constituinte de concreto para pisos em condições limitadas, ou seja, em ambientes que não sofram ação direta de água.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de Granito, Estabilização por Solidificação, Meio Ambiente.

ABSTRACT: Improperly industrial solid waste disposal in inappropriate areas incurs in environment and human damage. In this sense, it is necessary to research alternative treatment for the subsequent disposal and / or use of the final product, especially that one containing heavy metals. Thus, the project had as objective the evaluation of materials stabilized by solidification after the solid granite residue incorporation in cement matrices, aiming its viability as concrete component for single floors. The work was divided into the following

steps: Experimental planning, residue characterization and classification, test bodies preparation and integrity / durability evaluation. The granite residue was classified as non-hazardous and non-inert - Class II A and presented low moisture content, in addition to a large plot of total fixed solids. The compressive strength test showed better results for the cure time of 28 days. The level of incorporation influence was much less effective in the water absorption capacity assay. Under water saturation, the integrity was lower than the minimum limit allowed for concrete for single floors and under drying conditions, the integrity was superior to this limit. The granite residue was then shown to be indicated as concrete for single floors constituent, under limited conditions, that is, in environments that do not suffer direct action of water.

KEYWORDS: Granite Residue, Stabilization by Solidification, Environment.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 Estabilização por Solidificação (E/S)

O objetivo maior da (E/S) consiste na redução da mobilidade dos contaminantes basicamente por duas vias (BRITO, 2007), sendo estas a retenção física em uma matriz sólida e na transformação química de constituintes em uma forma menos solúvel ao meio.

A utilização da técnica de (E/S) promove uma menor superfície de contato entre o contaminante e o meio a partir da confecção de corpos de prova (CP's), de forma a resultar em uma menor transferência de massa na interface destes. Consiste então em uma forma de encapsulamento, limitando a emissão de contaminantes perigosos ou orgânicos a partir de sua retenção na forma de precipitados na superfície da matriz ou incorporados em seu interior.

A disposição de resíduos sólidos industriais de maneira inadequada em áreas não apropriadas incorre em danos ao meio ambiente. Neste sentido, faz-se necessário pesquisar alternativas de tratamento para a posterior disposição e/ou utilização do produto final, sobretudo daquele que contém metais pesados. Com a aplicação da (E/S), os resíduos classificados como Classe I (perigoso) podem ser convertidos para a Classe II (não perigoso), apresentando menor toxicidade, solubilidade e lixiviabilidade.

1.2 Resíduos sólidos

De acordo com a ABNT NBR 10.004 (2004), os resíduos sólidos são classificados em duas classes: os perigosos (Classe I), que apresentam pelo menos uma das seguintes características: Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade (determinada a partir da análise das concentrações dos componentes perigosos no ensaio de lixiviação) e patogenicidade. Os resíduos Classe II (não perigosos) são

divididos em dois subgrupos: Classe II-A (não-inertes), que apresentam concentrações de contaminantes maiores que o permitido em meio neutro (água), determinado a partir do ensaio de solubilização, e a Classe II-B (inertes), onde seus contaminantes se solubilizam em água em níveis aceitáveis.

1.2.1 Resíduo de granito

O processo de beneficiamento de granito gera enormes quantidades de resíduos na forma de lama (MOREIRA et al., 2003). A quantidade de resíduos nas diferentes etapas de produção da indústria de granito atinge entre (20-25)% de sua produção final (VIJAYALAKSHMI et al., 2013).

A deposição dos resíduos de granito em locais inadequados pode resultar em inúmeros problemas. Devido ao pó desse resíduo apresentar uma granulometria bem fina, ele se torna bastante propenso a fácil dispersão. Ao meio ambiente, isto pode ocasionar uma deposição desse material em rios e lagos, contaminando estes ambientes e afetando também a fauna existente nestes meios.

A longo prazo a ocorrência do assoreamento também é possível. Quanto ao ser humano, a inalação desse resíduo, característico em possuir em sua composição o Óxido de Silício, ou sílica, que é extremamente tóxica, pode resultar em graves problemas respiratórios como a Silicose.

Como alternativa, o resíduo de granito pode ser útil dentro da construção civil, devido à importantes aspectos, como sua composição químico-mineralógica e natureza não plástica. Agregados de resíduos de granito podem ser usados para melhoria de propriedades mecânicas, trabalhabilidade e resistência química de misturas de concreto convencionais (HOJAMBERDIEV et al., 2010). Foi verificado por Moreira et al. (2003) que quanto ao efeito do resíduo em si, nota-se que adições de até 10% em peso de resíduo tendem a reduzir levemente os valores de retração linear. Isto indica que os corpos cerâmicos contendo resíduo apresentam melhor estabilidade dimensional. Verificou-se também (VIJAYALAKSHMI et al., 2013) que um teor de inclusão de até 15% de resíduo de granito não afeta as propriedades de resistência e durabilidade de estruturas de concreto, podendo ser usado em substituição ao agregado fino.

O projeto se propõe, portanto, em avaliar materiais estabilizados e solidificados após incorporação do resíduo sólido industrial de granito em matriz cimentícia, para aplicação específica na construção civil (constituente de concreto para piso) a partir da análise de sua integridade / durabilidade.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos (LABGER), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Química

(UEAQ), situada no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situada na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

O trabalho foi dividido nas seguintes etapas: planejamento experimental, caracterização e classificação do resíduo de granito, confecção dos corpos de provas e avaliação de integridade / durabilidade.

2.1 Primeira Etapa: Planejamento Experimental

Foi utilizado o planejamento experimental fatorial 2×2 repetições, permitindo a análise dos efeitos de dois fatores no experimento, sendo eles o percentual de resíduo incorporado em substituição ao agregado fino (0% (referência), 30% e 60%) e o tempo de cura (7 dias e 28 dias). Assim, a matriz de experimentos é construída. A Tabela 1 indica um total de 12 experimentos, denominados $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2, D_1, D_2, E_1, E_2, F_1$ e F_2 . Pretendem-se melhores respostas quanto à influência dos fatores nos ensaios utilizados.

Amostras	Fator Tempo de Cura	Fator Porcentagem de Resíduo	Variável Resposta (Y)
A_1	7	0%	Y_1
B_1	7	30%	Y_2
C_1	7	60%	Y_3
D_1	28	0%	Y_4
E_1	28	30%	Y_5
F_1	28	60%	Y_6
A_2	7	0%	Y_7
B_2	7	30%	Y_8
C_2	7	60%	Y_9
D_2	28	0%	Y_{10}
E_2	28	30%	Y_{11}
F_2	28	60%	Y_{12}

Tabela 1: Matriz de experimentos para o planejamento $F_1 \times F_2 \times 2$ repetições.

2.2 Segunda Etapa: Caracterização e classificação do resíduo sólido de granito.

A caracterização do resíduo de granito consistiu na determinação dos seguintes fatores / parâmetros: Umidade e sólidos totais (voláteis e fixos), pH e concentração dos contaminantes a partir dos ensaios de lixiviação e solubilização. A seguir, a metodologia utilizada nessa etapa do projeto é descrita.

2.2.1 Lixiviação e Solubilização

Ambos os ensaios objetivam a análise da capacidade de contaminação a partir da

transferência de massa dos contaminantes presentes no resíduo para o meio. Nestas análises foram empregadas as metodologias propostas pela ABNT NBR 10.005 (2004) e ABNT NBR 10.006 (2004). Os métodos de lixiviação existentes são classificados em função da renovação da solução extratora, podendo ser do tipo dinâmico (com renovação) e estático (sem renovação), ou seja, lixiviação/extração (SHI & SPENCE, 2004). Na pesquisa foi utilizado o tipo estático (sem renovação do meio lixiviante). O ensaio de solubilização utiliza como solução extratora a água destilada, e permite a avaliação da capacidade de dispersão de contaminantes em ambientes menos agressivos quanto ao pH comparada com a situação proposta no ensaio de lixiviação.

2.2.2 Umidade e Sólidos Totais

A determinação dos sólidos totais (fixos e voláteis) permite verificar respectivamente a massa percentual de resíduo; elementos que não se volatilizam numa temperatura de 550°C e teor de matéria orgânica presente no resíduo. Utilizou-se o método gravimétrico proposto pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998).

2.2.3 Determinação de pH

A determinação do pH das amostras foi realizada a partir da utilização do método eletrométrico proposto pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998).

2.3 Terceira Etapa: Confecção dos corpos de prova

Foram confeccionados corpos de prova (CP's) contendo o resíduo de granito, cimento Portland do tipo CII – E32, pedra britada, areia e água, obedecendo a seguinte proporção em massa (Cimento :Areia : Brita) - (1 : 1,91412 : 2,21427).

Foi adotado o protocolo de avaliação proposto por Brito (2007), que sugere como parâmetros básicos para realização dos ensaios em laboratório um tempo de moldagem de 24 horas, dimensões dos moldes de 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura e umidade relativa entre 50 e 100.

A Figura 1 mostra os materiais utilizados na confecção dos corpos de prova.



Figura 1: Materiais utilizados na confecção dos corpos de prova.

Fonte: Elaborada pelos Autores.

2.4 Quarta Etapa: Avaliação de integridade / durabilidade

2.4.1 Ensaio de Resistência à compressão

Este ensaio obedeceu os procedimentos recomendados pela ABNT NBR 7215 (1996).

A Figura 2 mostra o equipamento utilizado na realização do ensaio e a Figura 3 mostra os corpos de prova (CP's) utilizados para todos os ensaios, inclusive neste.



Figura 2: Equipamento utilizado no ensaio de resistência à compressão.

Fonte: Elaborada pelos Autores.



Figura 3: Corpos de prova utilizados nos ensaios.

Fonte: Elaborada pelos Autores.

2.4.2 Ensaio de Capacidade de Absorção de Água

Foi realizado conforme a ABNT NBR 9.778 (1987). O resultado é expresso em valores percentuais a partir dos valores da massa do corpo de prova após saturação em água e a massa do corpo de prova seca em estufa antes de iniciar o ensaio.

2.4.3 Ensaio de Umidificação e Secagem

O ensaio foi realizado com base no procedimento recomendado pelo WTC (1991). Neste ensaio, a amostra deve ser submetida à 06 ciclos de umidificação com água e secagem em estufa sob temperatura de e umidificação por 24 horas. O ensaio de umidificação e secagem é importante na verificação da durabilidade da matriz quando submetidas à mudanças de temperatura.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização e classificação do resíduo de granito

Nas Tabelas 2 e 3 são mostrados, respectivamente, os resultados obtidos após os ensaios de solubilização e lixiviação do resíduo de granito na forma bruta (anterior ao tratamento aplicado).

Elemento	Solubilização (mg/Kg)	Solubilização (mg/L)	L.M.P.¹ (mg/L)
Manganês	0,44	0,11	0,1
Alumínio	< 0,4	< 0,10	0,2
Ferro	< 0,04	< 0, 01	0,3
Cádmio	< 0,02	<0,005	0,005

Cromo	< 0,04	< 0,01	0,05
Bário	< 0,4	< 0,10	0,7

¹ Limite Máximo Permitido

Tabela 2: Resultados obtidos no ensaio de solubilização.

Elemento	Lixiviação (mg/Kg)	Lixiviação (mg/L)	L.M.P. ¹ (mg/L)
Manganês	65,6	3,28	10
Alumínio	30	1,50	20
Ferro	29,6	1,48	30
Cádmio	0,26	0,013	0,5
Cromo	1,2	0,06	5
Bário	9,4	0,47	70

¹ Limite Máximo Permitido

Tabela 3: Resultados obtidos no ensaio de lixiviação.

A partir da Tabela 2, verifica-se que o resíduo de granito utilizado na pesquisa classifica-se como classe II-A (não-perigoso e não-inerte), devido à concentração de manganês encontrar-se acima do limite máximo permitido no ensaio de solubilização. Todas as concentrações no ensaio de lixiviação encontraram-se menor que o limite máximo permitido.

A Tabela 4 mostra os resultados obtidos na determinação dos seguintes parâmetros: Teor de umidade, frações de sólidos e o pH. Ambos os ensaios foram realizados em triplicata.

Parâmetros	Resíduo de Granito
Teor de umidade (%)	0,96
Sólidos totais (%)	99,04
Sólidos voláteis (%) ¹	0,72
Sólidos fixos (%) ¹	99,28
pH	7,66

¹ Valor em relação ao teor de sólidos totais.

Tabela 4: Caracterização do resíduo de Granito.

A partir da Tabela 4, verifica-se que o resíduo apresenta um teor de umidade bem pequeno, o que favorece o uso deste em matrizes cimentícias e aplicações em geral dentro da construção civil quanto ao quesito de integridade do material ou aplicação na qual se pretende sua incorporação.

3.2 Resistência à Compressão

A Figura 4 mostra os resultados referentes ao ensaio de Resistência à Compressão.

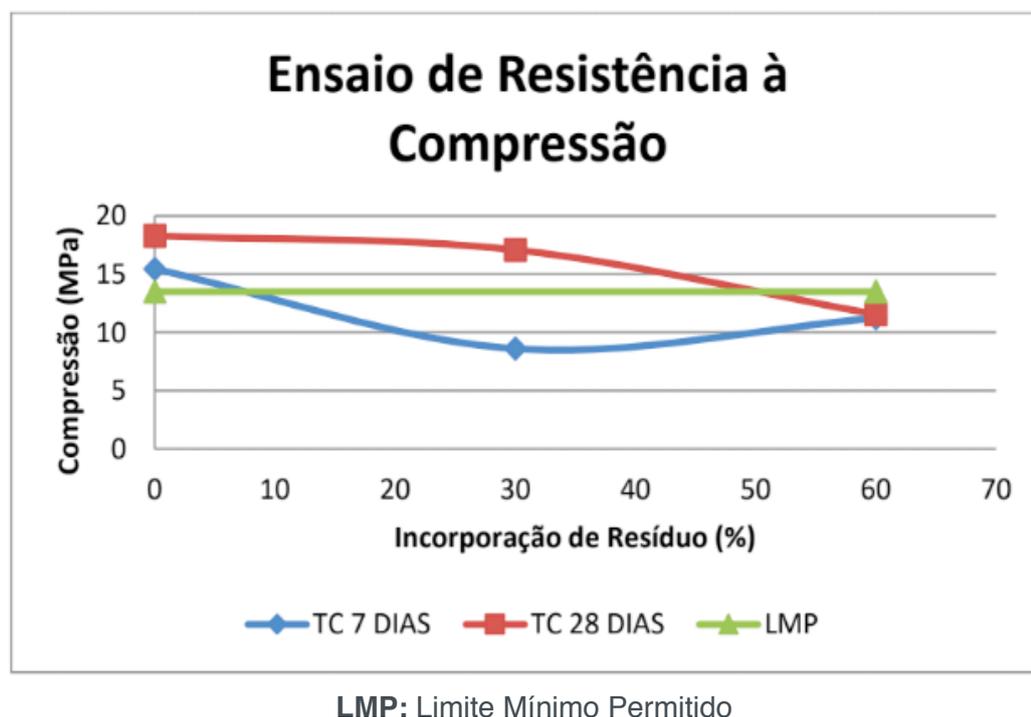
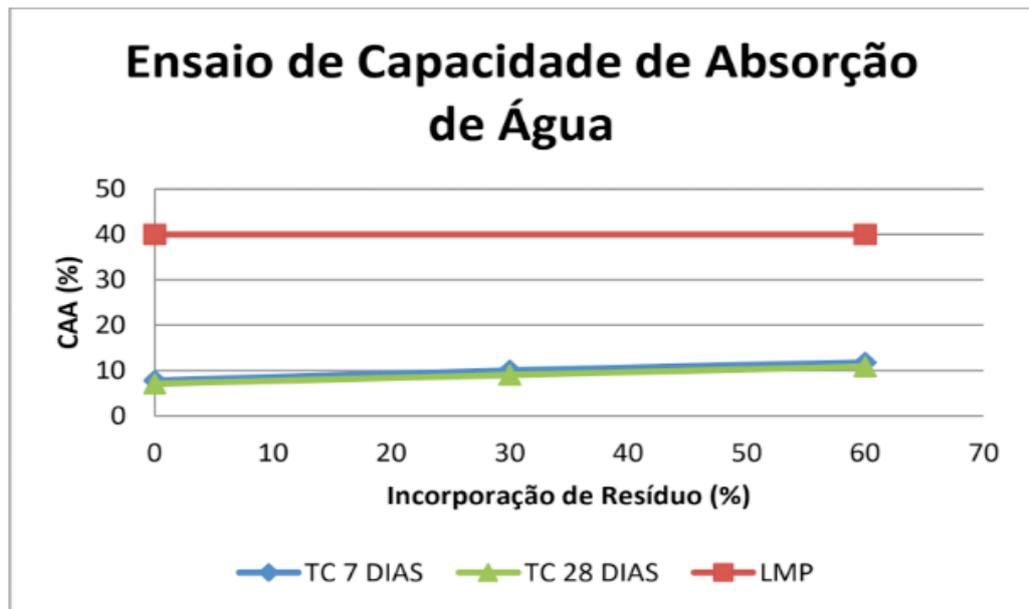


Figura 4: Resultados para o ensaio de Resistência à Compressão (para ambos tempos de cura (TC)).

Fonte: Elaborada pelos Autores.

A partir da Figura 4, percebe-se que os tempos de cura (TC) retornaram respostas diferentes para o nível de 30% de incorporação. Para os demais níveis as respostas foram similares, principalmente para 60%. As respostas do ensaio para o tempo de cura de 28 dias foram superiores ao tempo de cura de 7 dias. Observa-se para o tempo de cura de 7 dias, a possibilidade de incorporação em até cerca de 8%, enquanto que com o tempo de cura de 28 dias, mostrou-se possível a incorporação de até cerca de 50%, sabendo-se que o limite mínimo permitido para o ensaio, de modo a termos a possibilidade de incorporação para concretos para piso é de 13 MPa, como indicado pela reta verde da Figura 4.

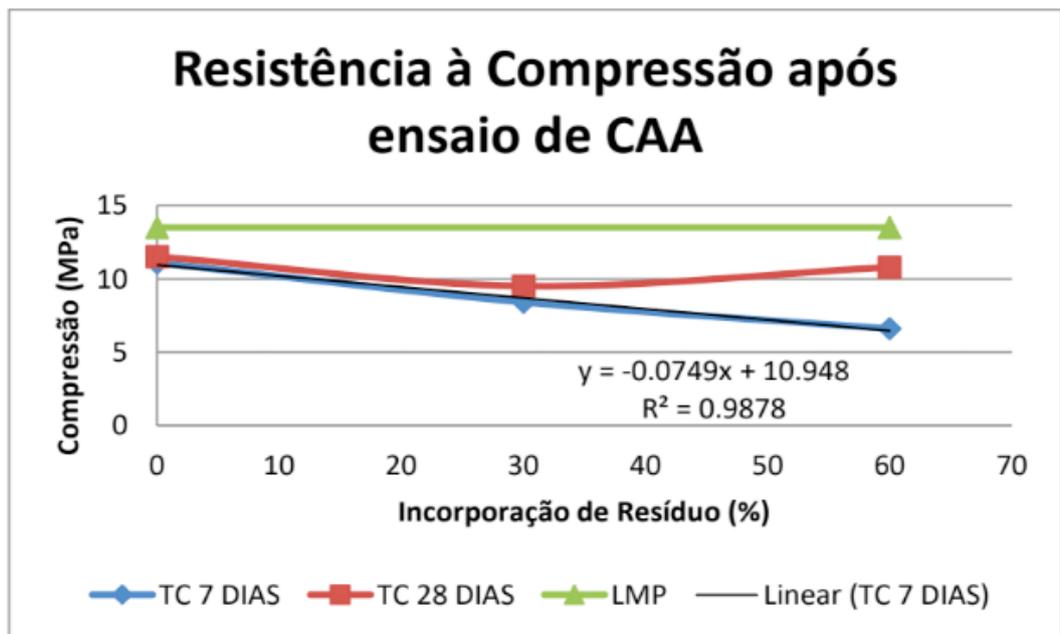
3.3 Capacidade de Absorção de Água



LMP: Limite Máximo Permitido

Figura 5: Resultado do ensaio de capacidade de absorção de água para ambos tempos de cura (TC).

Fonte: Elaborada pelos Autores.



LMP: Limite Mínimo Permitido.

Figura 6: Resultado do ensaio de resistência à compressão após o ensaio de capacidade de absorção de água.

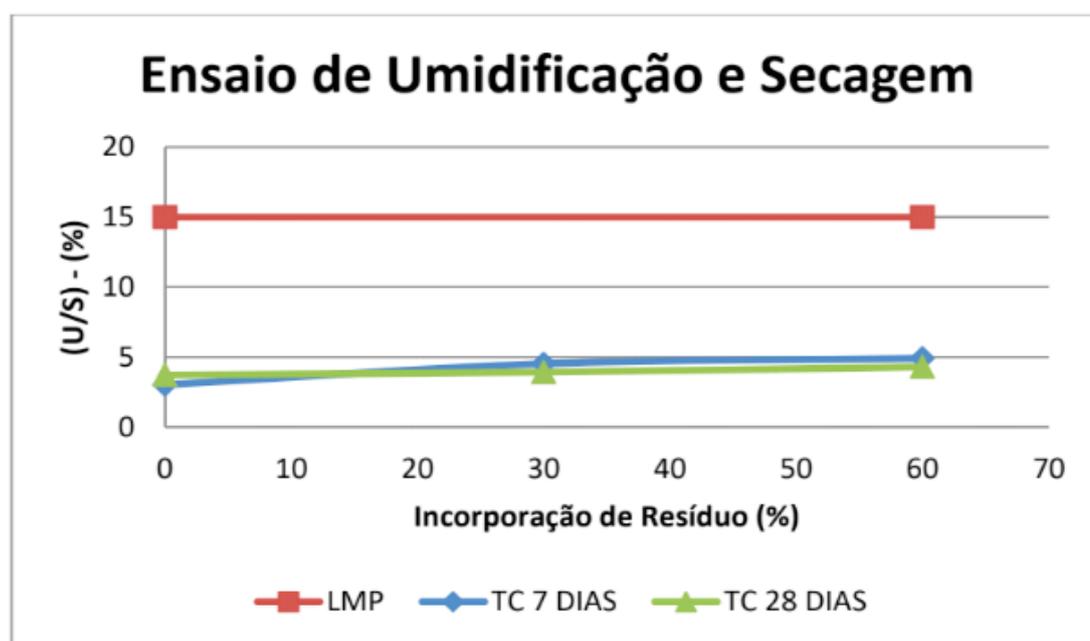
Fonte: Elaborada pelos Autores.

A partir da Figura 5, verifica-se que o tempo de cura de 7 dias apresentou respostas um pouco maiores que aquelas de 28 dias. Em ambos os tempos de cura observa-se uma relação inversamente proporcional, no sentido de que um maior teor de incorporação resulta em uma maior capacidade de absorção de água, porém essa alteração mostra-se ser bem pequena.

A partir da Figura 6, é evidenciado o efeito da diminuição da integridade do corpo de prova em condições de saturação em água. Todos os resultados foram inferiores ao limite mínimo permitido para pisos de concreto simples (13 MPa). Portanto, é importante ressaltar o cuidado quanto à viabilidade de utilização desse piso em áreas cobertas, sem possibilidade de encharcamento.

3.4 Ensaio de Umidificação e Secagem

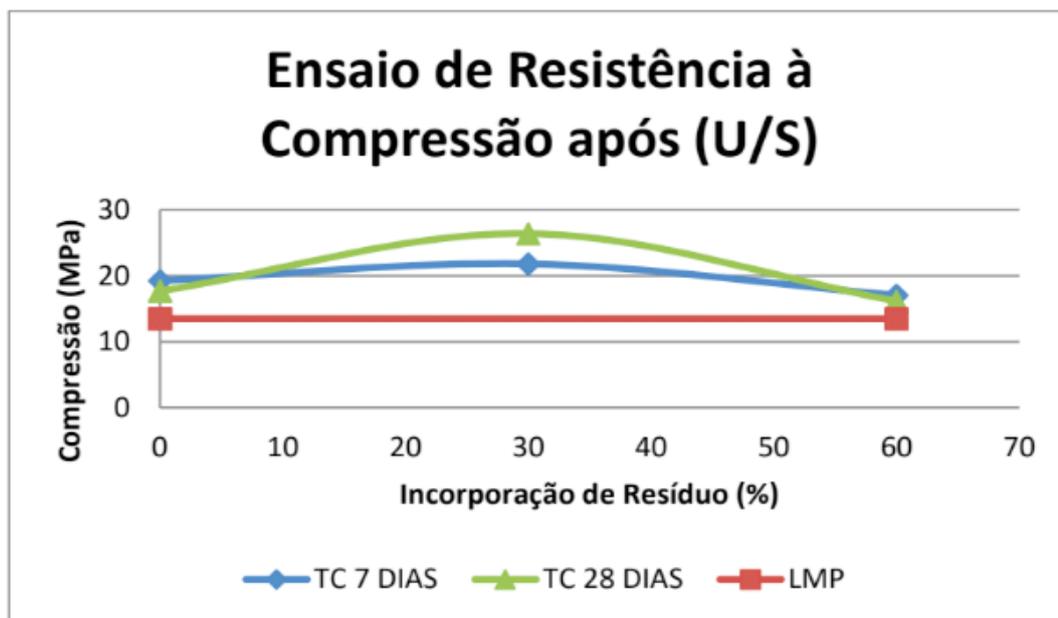
A Figura 7 mostra os resultados referentes ao ensaio de Umidificação e Secagem. A Figura 8 mostra o resultado do ensaio de resistência à compressão feito aos corpos de prova após o ensaio de umidificação e secagem (material seco).



LMP: Limite Máximo Permitido

Figura 7: Resultado do ensaio de Umidificação e Secagem para ambos Tempo de Cura (TC).

Fonte: Elaborado pelos Autores.



LMP: Limite Mínimo Permitido.

Figura 8: Resultado do ensaio de resistência à compressão após o ensaio de umidificação e secagem para ambos Tempos de Cura (TC).

Fonte: Elaborada pelos Autores.

A partir da Figura 7, verifica-se uma similaridade entre os resultados para os dois tempos de cura. Para o tempo de cura de 7 dias, verifica-se uma variação maior da resposta com a variação do nível de incorporação quando comparado ao tempo de cura de 28 dias.

Todos os valores para ambos tempos de cura encontraram-se abaixo do limite máximo permitido para materiais solidificados e estabilizados (50%).

Verifica-se, a partir da Figura 8, que as respostas do ensaio de resistência à compressão dos corpos de prova secos foram maiores do que aquelas da Figura 3, com os corpos de prova em condições normais, sendo todos eles superiores ao limite mínimo permitido para pisos de concreto simples (13 MPa). Mostra-se então que diferentemente da condição de saturação em água, a condição de secagem favorece a integridade da matriz cimentícia.

Nas Figuras 9, 10 e 11 são mostrados os gráficos de contorno desenvolvidos no software MINITAB® 17 referentes aos ensaios realizados.

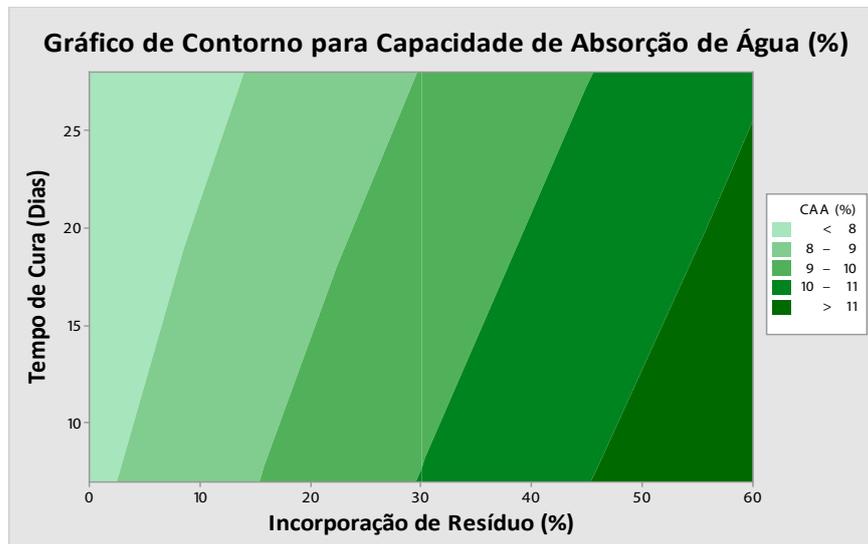


Figura 9: Gráfico de contorno para o ensaio de Capacidade de Absorção de Água.

Fonte: Elaborada pelos Autores.

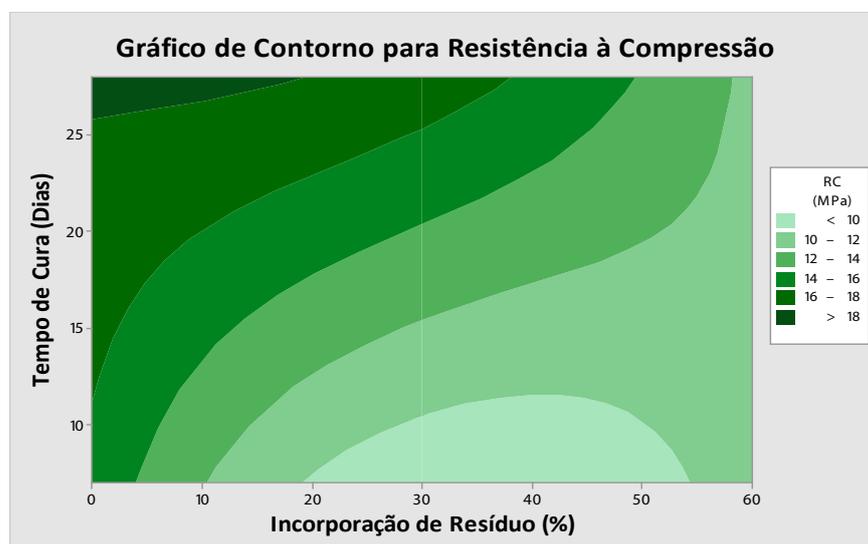


Figura 10: Gráfico de contorno para o ensaio de Resistência à Compressão.

Fonte: Elaborada pelos Autores.

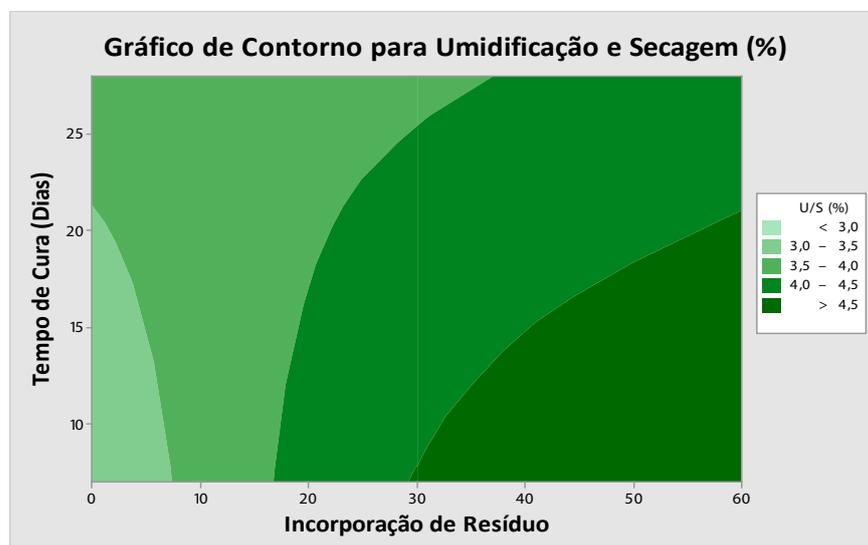


Figura 11: Gráfico de contorno para o ensaio de Umidificação e Secagem.

Nas Figuras 9, 10 e 11 podem ser verificadas as regiões ou intervalos das variáveis Tempo de cura e Incorporação de resíduo de granito no agregado fino, que retornam intervalos específicos para as respostas de cada um dos ensaios. A utilização dessa ferramenta gráfica mostra-se ser bastante útil na análise da possibilidade de utilização do resíduo de granito para outras aplicações que requerem diferentes níveis de integridade, avaliada a partir do ensaio de resistência à compressão.

4 | CONCLUSÕES

1. O resíduo de Granito foi classificado como sendo da Classe II-A (não perigoso e não inerte);

2. O ensaio de resistência à compressão diferiu entre as respostas para os dois tempos de cura utilizados, sendo o tempo de 28 dias aquele que teve maiores respostas, e conseqüentemente a viabilidade de uma maior incorporação de granito para utilização em concretos simples para pisos. Verificou-se que sob saturação em água todas as respostas foram inferiores ao limite mínimo permitido e sob condições de secagem todas as respostas foram superiores ao limite mínimo permitido. Portanto, o granito mostra-se indicado a pisos que não sofra ação direta da água;

3. Os ensaios de capacidade de absorção de água e umidificação e secagem retornaram respostas inferiores aos limites máximos permissíveis para materiais estabilizados e solidificados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7215: **Cimento Portland: Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 8p, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 9.778: **Argamassa e concreto endurecido – Determinação da absorção de água por imersão**. Rio de Janeiro, 5p, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 10.004: **Resíduos Sólidos - Classificação**. CENWin, Versão Digital, ABNT NBR 10.004, 71p, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 10.005: **Procedimentos para obtenção de Extrato Lixiviado de Resíduos Sólidos**. CENWin, Versão Digital, 16p, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 10.006: **Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. CENWin, Versão Digital, 3p, 2004c.

BRITO, A. L. F. **Protocolo de Avaliação de Materiais Resultantes da Estabilização por Solidificação**. Tese de Doutorado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis - SC, 2007.

HOJAMBERDIEV M. et ali. **Utilization of muscovite granite waste in the manufacture of ceramic**

tiles, 6p, 2010.

MOREIRA J. M. S. et alii. **Utilização de resíduo de serragem de granito proveniente do estado do Espírito Santo em cerâmica vermelha.** Rio de Janeiro, 6p, 2003.

SHI, C.; SPENCE, R. **Designing of cement-based formula for solidification/stabilization of hazardous, radioactive, and mixed wastes.** *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 34, n. 4, p. 391-417, jul./ago. 2004.

Standard Methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington. 1998.

VIJALAKSHMI M. **Strength and durability properties of concrete made with granite industry waste.** Tamil Nadu, Índia, 7p, 2013.

WASTEWATER TECHNOLOGY CENTER - WTC-EC-EPS-3/HÁ/9. **Proposed evaluation protocol for cement-based stabilization/solidification wastes.** Canada: Environment Canada. 1991.

SOBRE O ORGANIZADOR

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves - Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2018. Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em 2015 e especialista em Metodologia para o Ensino de Matemática pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL) em 2018. Atua como professor no Ensino Básico e Superior. Trabalha com temáticas relacionadas ao Ensino desenvolvendo pesquisas nas áreas da Matemática, Estatística e Interdisciplinaridade.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-072-8

