

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 3

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)



Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares: Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias**
3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-602-7 DOI 10.22533/at.ed.027190309 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra *“Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 3”* oferece uma importante fonte de conhecimento pluridisciplinar, com o selo de qualidade em publicação proveniente da Atena Editora. No seu terceiro volume, 18 capítulos dedicados às Ciências da Terra, Engenharias, Ciências Agrárias, Ciências Sociais, Educação e Tecnologia são explorados.

A utilização de abordagens e metodologias que possibilitem alcançar resultados decorrentes da participação de várias disciplinas, em diferentes níveis e formatos configura-se como premissa fundamental para o desenvolvimento do conhecimento moderno. A gênese do conceito de contemporaneidade nas ciências nada mais é (em grande medida) que o resultado de inúmeras e diversificadas formas de interação entre saberes, que geram um complexo sistema de relações interdisciplinares.

Nesse terceiro volume da obra *“Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 3”* oferecemos uma forma especial de aquisição de conhecimentos que permeiam diversas nuances envolvidas com percepção e estratégias de avaliação da saúde da família, manipulação tecnológica de materiais de origem vegetal, como a celulose, casca de banana, madeira de pinus, extratos de erva-mate e sementes de trigo, além de abordagens sobre resíduos sólidos, aterros sanitários, gêneros alimentícios manufaturados, antioxidantes, propriedades cerâmicas, argilas, ensino de ciências ambientais, responsabilidade social e sustentabilidade, drenagem urbana, recursos minerais, saúde pública, extensão universitária, geologia e mineração, qualidade de vida no trabalho e sua produtividade, aprendizagem sobre Mobile Learning, softwares educacionais e etc.

A perspectiva de aquisição amplificada de um conjunto de conhecimentos e ideias é relevante, pois possui potencial de promover uma relação mais harmônica entre o Ser Humano com a Natureza que o cerca. Essa amplificada tomada de decisão reflete um olhar com caráter de importância para o cotidiano da humanidade, pois abre possibilidades da sociedade tomar decisões e compreender as aplicações dos conhecimentos sobre a dinâmica natural, seja ela geológica, vegetal ou animal, na melhoria da qualidade de vida. Portanto, a formação de cidadãos críticos e responsáveis com relação à ocupação do seu espaço físico-natural e, dessa forma, utilização de seus diversos recursos, oriundos de diferentes fontes, cria mecanismos essenciais para minimizar negativos impactos ambientais das atividades econômicas tão necessárias atualmente e, de forma concomitante, busca providências para problemas já existentes de degradação ambiental e dilemas sociais, acarretando em inevitáveis avanços tecnológicos.

Finalmente, aguarda-se que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, em seu segundo volume da obra *“Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 3”*, represente a oferta de conhecimento para capacitação de mão-de-obra através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de

vanguarda praticados por diversas instituições brasileiras; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais (envolvidos direta e indiretamente) com um olhar interdisciplinar no tocante à resolução de problemas e dilemas atuais da sociedade.

Alexandre Igor Azevedo Pereira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AQUISIÇÃO DE TOLERÂNCIA AO DÉFICIT HÍDRICO DA GERMINAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE TRIGO MEDIANTE OSMOCONDICIONAMENTO DAS SEMENTES	
André Luiz Vianna De Paula Bianca Cristina Costa Gêa Bruno Pastori Arantes Henrique Miada Pedro Bento da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0271903091	
CAPÍTULO 2	11
ADAPTAÇÃO DO MÉTODO DE MERCERIZAÇÃO PARA EXTRAÇÃO DA CELULOSE DA CASCA DA BANANA PRATA (<i>M. SPP</i>)	
Suzan Xavier Lima Adriano de Souza Carolino Edgar Aparecido Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.0271903092	
CAPÍTULO 3	20
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL CONSERVANTE DO EXTRATO ETANÓLICO DE ERVA-MATE APLICADO EM LINGUIÇA SUÍNA FRESCAL	
Elis Jennifer Jaeger Laissmann Cleide Borsoi	
DOI 10.22533/at.ed.0271903093	
CAPÍTULO 4	34
OS MOVIMENTOS DE RESPONSABILIDADE SOCIAL NO BRASIL E NO MUNDO	
Leonardo Petrilli Alessandra Rachid Mário Sacomano Neto Daniela Castro dos Reis Juliana Fernanda Monteiro de Souza Josilene Ferreira Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.0271903094	
CAPÍTULO 5	47
A DETERIORAÇÃO AMBIENTAL E A CONEXÃO COM A SAÚDE	
Danyella Rodrigues de Almeida Aumeri Carlos Bampi Antônio Francisco Malheiros	
DOI 10.22533/at.ed.0271903095	
CAPÍTULO 6	52
AVALIAÇÃO DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ	
Cezar Augusto Moreira Thiago Orcelli Ueverton Henrique da Silva Pedroso	
DOI 10.22533/at.ed.0271903096	

CAPÍTULO 7 60

EDUCAÇÃO EM AMBIENTE E SAÚDE: UMA ABORDAGEM SOCIOEDUCATIVA

Danyella Rodrigues de Almeida
Aumeri Carlos Bampi
Antônio Francisco Malheiros

DOI 10.22533/at.ed.0271903097

CAPÍTULO 8 64

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE DIFERENTES TIPOS DE CONCRETOS FRENTE A PENETRAÇÃO DE CLORETOS LIVRES PELO MÉTODO DE MOHR (ASPERSÃO DE NITRATO DE PRATA)

Carlos Fernando Gomes do Nascimento
Clério Bezerra de França
Thaís Marques da Silva
Anne Caroline Melo da Silva
Maria Angélica Veiga da Silva
Lucas Rodrigues Cavalcanti
Gilmar Ilário da Silva
Cynthia Jordão de Oliveira Santos
Amanda de Moraes Alves Figueira
Ariela Rocha Cavalcanti
Eliana Cristina Barreto Monteiro
Ângelo Just da Costa e Silva

DOI 10.22533/at.ed.0271903098

CAPÍTULO 9 79

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE UMA ARGILA SINTÉTICA VISANDO APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA CERÂMICA

Rafael Henrique de Oliveira
Diogo Duarte dos Reis
Cícero Rafael Cena da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0271903099

CAPÍTULO 10 92

ESTUDO DO EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO REALIZADO COM LASER DE CO₂ EM AÇO 316 PREVIAMENTE REVESTIDO COM NICRALY APLICADO POR HVÓF

Renê Martins Volú
Silvelene Alessandra Silva Dyer
Claudio Luis dos Santos
Getúlio de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.02719030910

CAPÍTULO 11 100

QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO INFLUENCIANDO NA PRODUTIVIDADE DE TRABALHADORES DE CONSTRUÇÃO CIVIL- UM ESTUDO DE CASO

Andre Luis Martins de Souza
Renata Evangelista
Alexandre Null Bueno

DOI 10.22533/at.ed.02719030911

CAPÍTULO 12	116
X-RAY DIFFRACTION ON <i>PINUS</i> WOOD SAMPLES	
Tiago Hendrigo de Almeida	
Diego Henrique de Almeida	
Mauro Sardela	
Francisco Antonio Rocco Lahr	
DOI 10.22533/at.ed.02719030912	
CAPÍTULO 13	121
JOGO EDUCATIVO QUE AUXILIA NA COOPERAÇÃO PARA COMBATER O <i>Aedes aegypti</i>	
Laressa Fernanda Vilela Silveira	
Reane Franco Goulart	
Jullian Henrique Moreira	
DOI 10.22533/at.ed.02719030913	
CAPÍTULO 14	133
JOGO DA MINERAÇÃO: RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE GEOCIÊNCIAS	
Lucas Alves Correa	
Hayanne Lara de Moura Cananeia	
Cibele Tunussi	
Carlos Henrique de Oliveira Severino Peters	
DOI 10.22533/at.ed.02719030914	
CAPÍTULO 15	140
PEDRA SOBRE PEDRA: CONSTRUINDO O CONHECIMENTO EM GEOCIÊNCIAS	
Elvo Fassbinder	
Amanda Rompava Lourenço	
Andressa Rizzi Kuzjman	
Fabrício Alves Mendes	
Heloísa Morasque Ligeski	
Jean Manoel Schott	
Joana Caroline de Freitas Rosin	
Liv Gabrielle Mengue Salerno Ferreira	
Luísa Schemes Martins Pinto	
Maiara Fabri Maneia	
Marcello Henrike Zanella	
Rafael Wozniak Lipka	
DOI 10.22533/at.ed.02719030915	
CAPÍTULO 16	149
UM ESTUDO SOBRE REQUISITOS FUNCIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM MÓVEL	
João Roberto Ursino da Cruz	
Ana Maria Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.02719030916	
CAPÍTULO 17	157
EMPRESAS SUSTENTÁVEIS NO BRASIL: UM OLHAR SOBRE AS CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DESSAS ORGANIZAÇÕES	
Leonardo Petrilli	

Alessandra Rachid
Mário Sacomano Neto
Daniela Castro dos Reis
Juliana Fernanda Monteiro de Souza
Denize Valéria Santos Baia
Joana Cláudia Zandonadi Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.02719030917

CAPÍTULO 18 168

**ESTUDOS DOS CUSTOS E PREJUÍZOS OCASIONADOS PELOS ALAGAMENTOS
NO BAIRRO INTERVENTORIA, SANTARÉM, PARÁ, BRASIL**

Andréa dos Santos Pantoja
Anderson Sales Budelon
Renildo Albuquerque Feijão
Brunna Lucena Cariello dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.02719030918

CAPÍTULO 19 176

**MECANISMO DE CRISTALIZAÇÃO DA GAHNITA SINTÉTICA PARTINDO DE UM
PRECURSOR POLIMÉRICO**

Graciele Vieira Barbosa
Margarete Soares da Silva
Armando Cirilo de Souza
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.02719030919

SOBRE O ORGANIZADOR..... 189

ÍNDICE REMISSIVO 199

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE UMA ARGILA SINTÉTICA VISANDO APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA CERÂMICA

Rafael Henrique de Oliveira

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
Instituto de Física, Campo Grande – MS

Diogo Duarte dos Reis

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
Instituto de Física, Campo Grande – MS

Cícero Rafael Cena da Silva

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
Instituto de Física, Campo Grande – MS

RESUMO: Este trabalho aborda o estudo e a caracterização de um material argiloso de composição sintética comercialmente preparado para artesanato. O objetivo foi identificar a sua composição mineralógica, correlacioná-la com as propriedades físicas e indicar as potencialidades desse material para aplicações em produtos cerâmicos. Para a caracterização mineralógica, empregaram-se a análise termogravimétrica e a difratometria de raios-X. As variações no módulo de ruptura à flexão, retração linear, absorção de água, cor e morfologia superficial por microscopia eletrônica de varredura foram verificadas a partir de corpos de prova prensados e sinterizados a 800 °C, 900 °C, 1000 °C, 1100 °C e 1200 °C. Seguindo os valores de referência de propriedades físicas estabelecidos em norma, verificou-se que essa argila também poderia ser utilizada em matéria-prima para produzir tijolos de alvenaria e telhas

após queimas à 1000 °C ou acima dessa temperatura.

PALAVRAS-CHAVE: Argila, Caracterização, Comportamento térmico, Propriedades cerâmicas.

TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF A SYNTHETIC CLAY FOR APPLICATIONS IN THE CERAMIC INDUSTRY

ABSTRACT: This study aims to characterize a synthetic clay material that is used for handicrafts. The objective was to identify the mineralogical composition of the clay and to correlate it with their physical and mechanical properties in order to indicate the potentialities of this material for applications in ceramic products. For this purpose, the clay sample was characterized by X-ray diffraction, plasticity measurements and thermogravimetric analysis. To evaluate firing behaviors, pressed clay samples were fired separately at the following temperatures: 800 °C, 900 °C, 1000 °C, 1100 °C, 1200 °C. Fired specimens were evaluated by flexural strength, water absorption, X-ray diffraction, and scanning electron microscopy. Based on the technological characteristics, the synthetic clay can be used to produce structural ceramics if it is fired at 1000 °C or above that temperature.

KEYWORDS: Clay characterization, Thermal behavior, Ceramic properties.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria cerâmica tradicional brasileira é de grande importância para o desenvolvimento nacional, contribuindo com a geração de divisas e de empregos, com maior destaque para as produtoras de cerâmica estrutural (tijolos, telhas e placas cerâmicas e outros).

A fabricação de produtos estruturais requer que a argila, via de regra, seja facilmente desagregável, possua distribuição granulométrica apropriada, tenha percentuais de materiais plásticos e não plásticos adequados, bem como confira à peça resistência mecânica antes da queima satisfatória para manuseio e resistência após queima (SILVA, 2017).

Apesar disso, as argilas para cerâmica estrutural possuem elevada heterogeneidade de composição química, constituição mineralógica e de propriedades, as quais são influenciadas pelo tipo de formação geológica e do local de extração. Dessa forma, é importante realizar estudos e caracterizações das matérias-primas argilosas, pois assim é possível estabelecer formulações e condições de processamento adequadas para obter produtos com propriedades e qualidade finais desejadas.

Tendo em vista a relevância do tema, este trabalho teve o intuito estudar e caracterizar e verificar as potencialidades de uso uma amostra de argila sinteticamente preparada e que é atualmente comercializada para a fabricação de artesanato.

2 | METODOLOGIA

A amostra de argila sintética da marca Resende comercializada em blocos de 1 kg umedecidas foi previamente desagregada, seca ao ar e submetida à moagem em moinhos de bolas com objetivo de transformá-la em pó. Após moagem a argila foi passada em peneira ABNT 40 mesh (0,42 mm) para posteriores ensaios de caracterização.

A caracterização da amostra de argila foi efetuada por meio das seguintes técnicas: análise termogravimétrica (TG) (analisador termogravimétrico da marca *T. A. Instruments*, modelo Q50), com taxa de aquecimento 10°C/min sob atmosfera de nitrogênio (temperatura máxima 900° C), difração de raios-X (*Shimadzu 6100*) com varredura de 8° - 80°, com passo de 0,02°, velocidade de varredura 2°/min e fonte de radiação Co-K α 1,7891 Å.

Para os ensaios de determinação dos limites de liquidez e plasticidade foi utilizada 200 g da amostra. As especificações e métodos destes ensaios seguiram as recomendações das normas técnicas NBR 6457:2016 e NBR 6459:2016.

Para conformação de corpos de provas, foi adicionado um teor de umidade de 35 % do peso total da argila seca estufa a 110°C por 24 horas, e a massa foi

homogeneizada manualmente. Depois da homogeneização, a massa foi conformada por prensagem uniaxial através de uma prensa hidráulica manual MARCON MPH15 com capacidade de até 15 toneladas, sendo aplicado uma pré-prensagem sob uma força 125kgf e, posteriormente, uma prensagem de 250kgf e então a peça foi retirada. Foram produzidos 15 corpos de prova.

Após a etapa de conformação, os corpos de prova foram sinterizados em forno tubular Nabetherm modelo RHTH 120/300/16 para altas temperaturas a 8100°C, 900°C, 1000°C, 1100°C e 1200°C a uma taxa de aquecimento 5°C/min, com permanência de 3 horas e resfriamento no próprio forno.

Após o processo de sinterização, os corpos de prova foram submetidos a ensaios tecnológicos para determinação das propriedades físico-mecânicas de retração linear de queima, RL(%), absorção de água, AA(%), microscopia eletrônica de varredura, MEV, e módulo de ruptura à flexão, MRF. As análises por microscopia eletrônica de varredura visaram avaliar as superfícies de fraturas dos corpos de prova submetidos ao ensaio sob flexão. A análise morfológica foi conduzida em um microscópio eletrônico de varredura, JEOL modelo JSM-6380, em que as superfícies de fratura dos corpos de prova foram recobertas com ouro.

Após os ensaios, os corpos de prova foram submetidos ao processo de moagem e peneiramento em peneira ABNT 40 mesh (0,42mm), para posterior caracterização por difração de raios X (DRX). As identificações qualitativas de fases foram efetuadas via software Qualx2.0, cujos padrões de difração são da *Crystallography Open Database* (COD) disponibilizados na base POW_COD (ALTOMARE, CORRIERO, et al., 2015).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise termogravimétrica

As curvas de variação de massa TGA em função da temperatura foram analisadas com auxílio das curvas de DTG, sua derivada primeira. Com a curva DTG possibilitou identificar a quantidade de etapas em que decomposição térmica da amostra ocorreu.

Os argilominerais, via de regra, apresentam características de comportamento térmico análogos, como perda de água e transformações de fases. Dessa forma, o comportamento da argila sintética a diferentes temperaturas é identificado nas curvas TGA e DTG simultâneas na Figura 1a seguir.

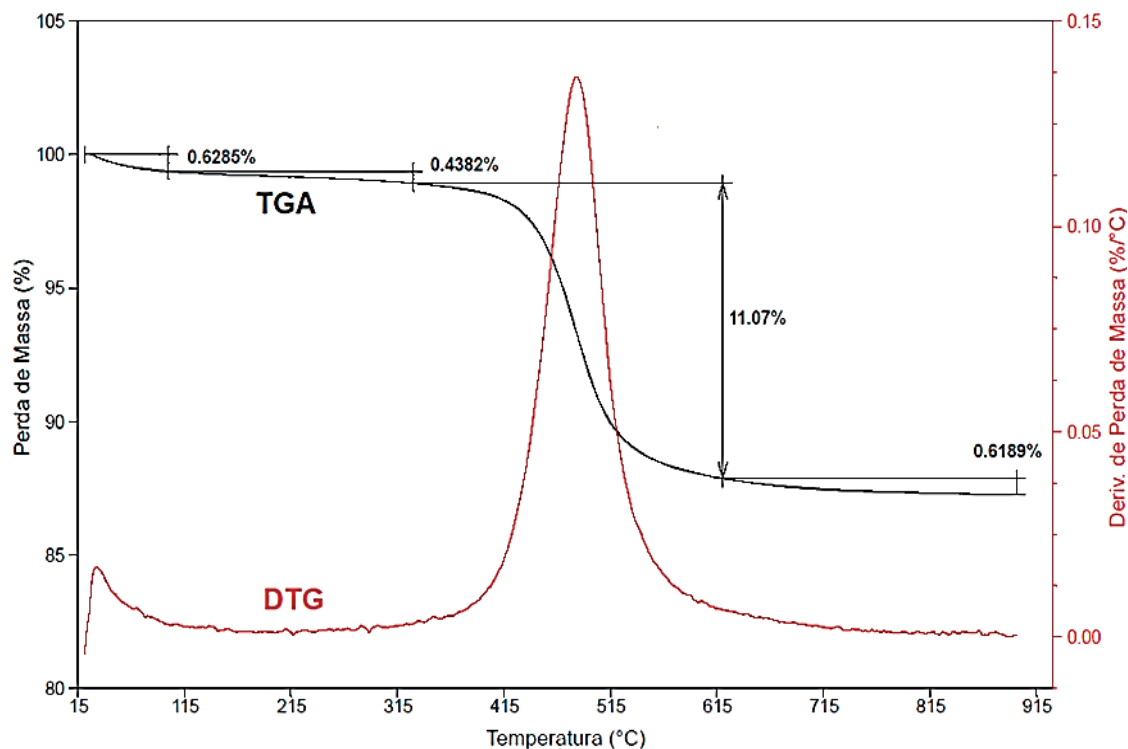


Figura 1 - Curvas simultâneas de TGA e DTG da amostra de argila sintética.

Segundo as curvas TGA e DTG apresentadas, nota-se entre 20 °C e 150 °C, a perda de massa esta associada à eliminação de água livre, ou seja, aquela absorvida do meio ambiente. Quando esta água é removida, as partículas de argila coalescem (devido às forças capilares), e ocorre contração do material (SOUZA, A. E., *et al.*, 2013; ALVES, A., *et al.*, 2004; BOGAS, 2013).

Entre 150 °C e 330 °C tem perda de massa que decorre provavelmente devido à combustão de matéria orgânica e sulfetos, sendo que a argila sintética apresenta variação pouco significativa em sua massa neste intervalo, evidenciando quantidade reduzida de matéria orgânica em sua composição que pode influir diretamente no seu comportamento plástico (SOUZA, A. E., *et al.*, 2013; ALVES, A., *et al.*, 2004)

A maior perda de massa ocorreu entre 330 °C e 600 °C, a qual está relacionada à dissociação da água de constituição ou desidroxilação dos argilominerais presentes. A exemplo das hidroxilas que compõem o argilomineral do grupo caulinita, em que caulinita é transformada em metacaulinita tornando-se instável. Com a perda água de constituição as propriedades argilosas, associadas à plasticidade, são perdidas de modo irreversível (SOUZA, A. E., *et al.*, 2013; BOGAS, 2013).

Entre 600 °C e 900 °C acontece uma pequena perda de massa em consequência da decomposição dos carbonatos, os quais se transformam em óxido de cálcio e não reagem com os silicatos (SOUZA, A. E., *et al.*, 2013; BOGAS, 2013).

As perdas de massa dos fenômenos térmicos descritos anteriormente sofrido pela amostra estão indicadas na Tabela 1.

Água Livre (H ₂ O)	Matéria Orgânica/Sulfetos	Desidroxilação (OH)	Descarbonatação	Total
0,6285%	0,4382%	11,07%	0,6189%	12,75%

Tabela 1 – Percentuais de perda de massa identificados através da curva TGA.

3.2 Composição mineralógica por difração de raios-X

A composição mineralógica das amostras de argila *in natura* ou crua e as transformações de fase decorrentes do processo de queima a 600 °C, 800 °C, 900 °C, 1000 °C, 1100 °C e 1200 °C são apresentadas nas Figuras 3.

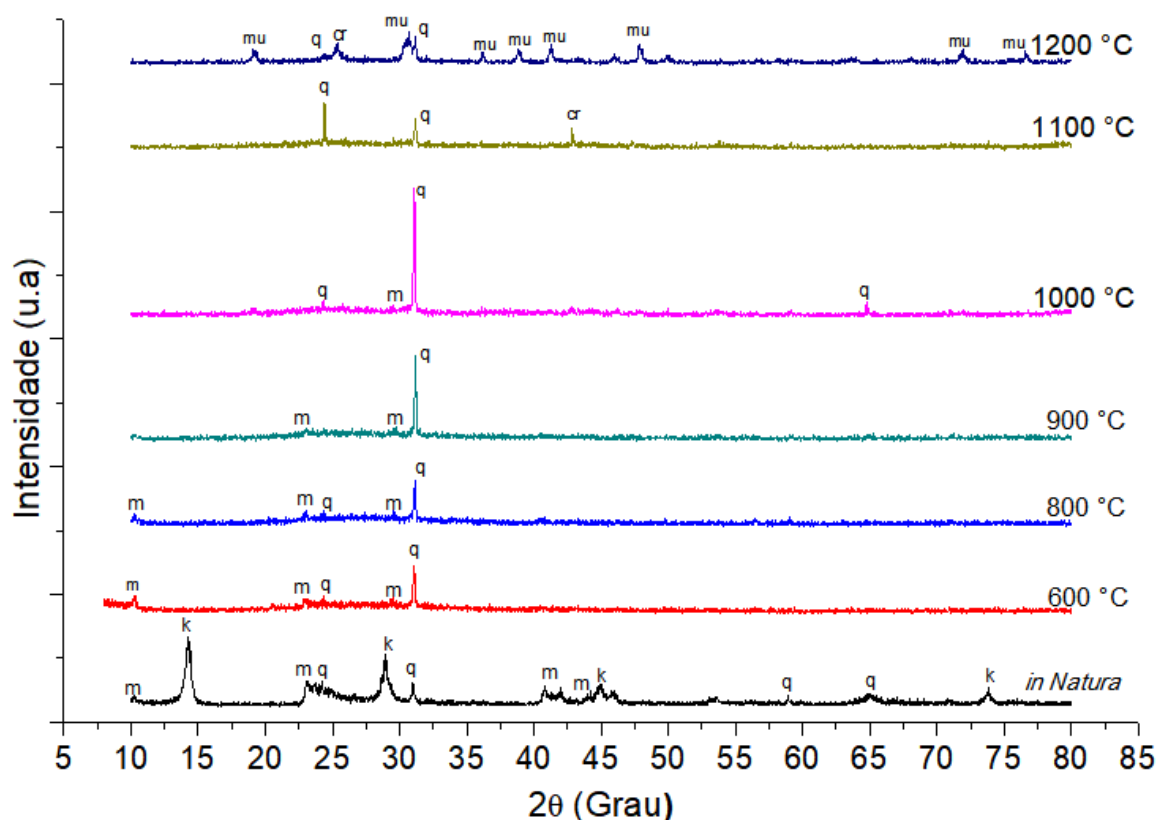


Figura 2 - Difratoograma de raios X da argila sintética *in natura* e submetida a diferentes temperaturas de queima (abreviaturas: k – Caulinita, q – Quartzo, m – Moscovita, mu - Mulita, cr - Cristobalita).

É possível observar que a argila sintética *in natura* é composta por caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), moscovita, ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$) e quartzo, SiO_2 . Embora uma análise quantitativa não tenha sido realizada o difratograma indica que a caulinita é preponderante sobre o quartzo.

A caulinita não está sujeita aos efeitos de temperatura abaixo de 300 °C, mas desaparece completamente a uma temperatura de queima de 600 °C. Isso se dá devido à perda de grupos hidroxila (desidroxilação), transformado em metacaulinita acima de 450 °C (SANTOS, 1989), conforme observado nas curvas TGA e DTG na seção anterior.

Assim, os difratogramas das amostras sinterizadas à 600 °C, 800 °C, 900 °C e à 1000 °C apresentam picos relativos somente ao quartzo e a moscovita. Acima de 1000 °C, a intensidade do pico de quartzo começa a diminuir devido à dissolução e à conversão de uma parte de SiO₂ em cristobalita, que é uma das fases alotrópicas do quartzo presente na forma de sílica livre (CHAKRABORTY, 2014). O pico da cristobalita aumenta de intensidade na sinterização a 1200 °C.

Além da cristobalita e quartzo, uma presença significativa de picos da fase do argilomineral mulita são identificados na queima a 1200°C. Este argilomineral é formado a partir da caulinita que se encontrava em sua forma não cristalina (FISCHER e SCHNEIDER H., 1994).

Do ponto de vista de propriedades físicas, a mulita auxilia na estabilidade dimensional dos corpos cerâmicos e na sua resistência mecânica, uma vez que exerce um papel estruturante (PRADO, 2008).

3.3 Propriedades físicas

A Tabela 2 apresenta os valores de limite de plasticidade (LP), liquidez (LL) e índice de plasticidade (IP). Pode-se classificar a plasticidade das argilas conforme o IP em: fracamente plástica (1 < IP < 7); mediamente plástica (7 < IP < 15) e altamente plástica (IP > 15) (PRAKASH e JAIN, 2002).

Limite de Plasticidade (LP)	Limite de Liquidez (LI)	Índice de Plasticidade (IP)
36%	68,8%	32%

Tabela 2 - Limites de Atterberg.

A amostra pode ser classificada como argila altamente plástica. Além disso, apresentou valor alto para o limite de plasticidade (LP), que possui uma importante aplicação tecnológica, pois indica o percentual mínimo de umidade necessária para atingir uma condição de plasticidade.

A Figura 5 apresenta os valores obtidos para retração linear, absorção de água em função da temperatura de queima, também chamada de curva de gresificação.

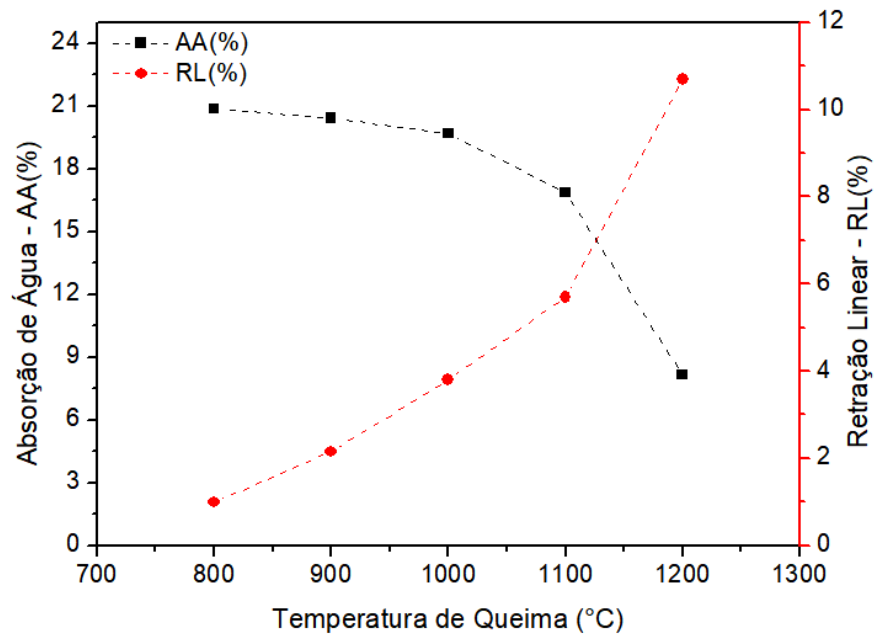


Figura 3 - Curva de gresificação da amostra de argila sintética.

Observa-se que a retração linear aumenta com o aumento da temperatura de sinterização. Este comportamento estaria provavelmente relacionado ao maior grau de sinterização e densificação das argilas, induzidas por mudanças físicas e redução do volume dos corpos de prova.

Em relação a absorção de água, esta decaiu com aumento da temperatura de queima. Entretanto os valores ficaram entorno de 20% até a queima a 1000 °C, o que reflete do ponto de vista de aplicações estruturais como matéria-prima muito quebradiça e não adequada para este fim para queimas nessa faixa. Os altos percentuais de AA% podem estar associados à presença a um teor elevado de CaCO_3 em sua composição, o qual retardou o processo de sinterização, causando uma maior porosidade (ALCÂNTARA, BELTRÃO, *et al.*, 2008). Um comportamento menos fundente que reflete na alta absorção de água também pode estar associado a teores baixos de compostos com ferro e titânio, como óxidos e hidróxidos.

Observa-se na Figura 4 que o módulo de ruptura a flexão sobe com o a elevação da temperatura de queima. A razão principal para isso é provavelmente a redução da porosidade, o que é desejável, pois o efeito deletério da porosidade sobre a resistência mecânica está fundamentalmente relacionado aos poros que reduzem a área da seção transversal na qual a carga é aplicada e atuam como pontos concertadores de tensão.

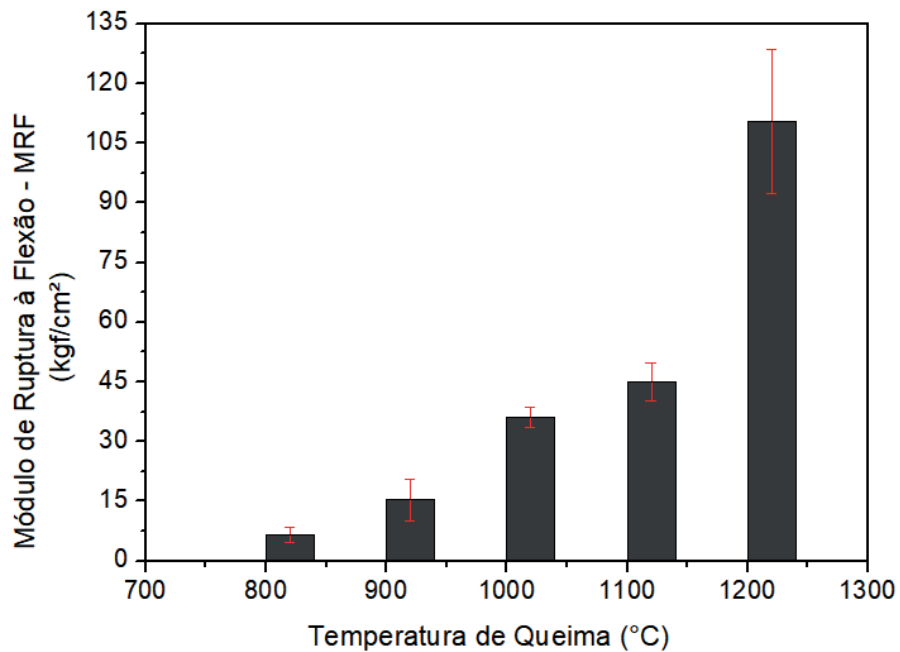


Figura 4 - Módulo de Ruptura à Flexão (MRF) em função da temperatura de queima dos corpos de prova de argila geológica e dos de argila sintética.

A Figura 5 apresenta as cores dos corpos de prova após queima. Percebe-se que a argila sintética *in natura* e após queima mantiveram coloração branca dentro da faixa de temperatura estudada, mas com pequeno escurecimento na queima a 1200 °C. Pode-se inferir que esta matéria-prima apresenta baixo teor de óxidos cromóforos na composição.

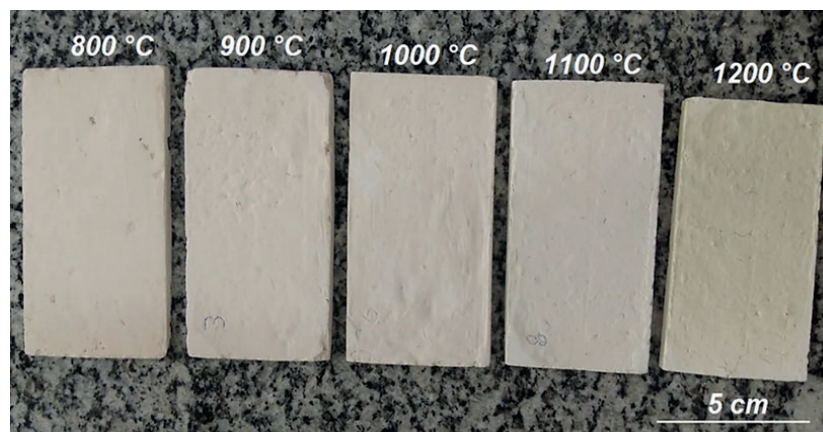


Figura 5 - Cores dos corpos de prova de argila sintética após queima.

A Figura 6 evidencia as morfologias obtidas no microscópio eletrônico de varredura após ensaio de flexão.

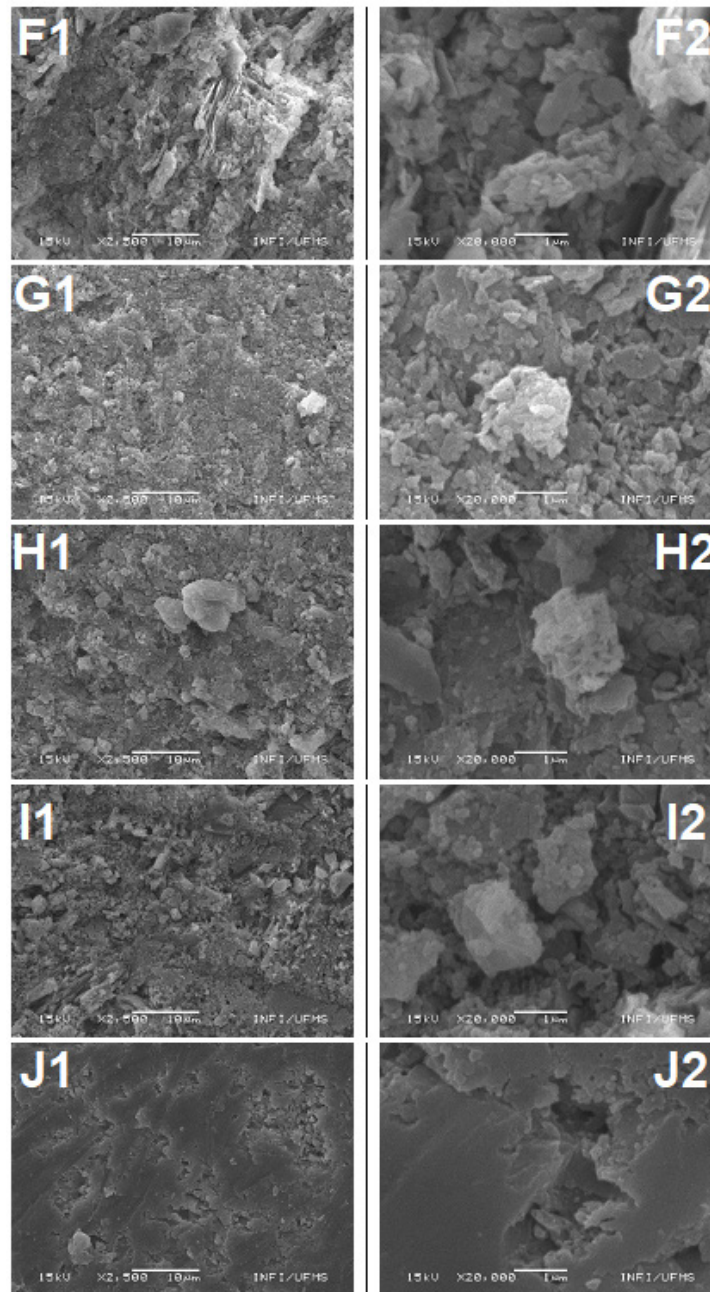


Figura 6 - Imagens de MEV das amostras de argila sintética queimadas a 800 °C (F1 e F2), a 900 °C (G1 e G2), a 1000 °C (H1 e H2), a 1100 °C (I1 e I2) e a 1200 °C (J1 e J2). Ampliação de 2500X para as amostras F1, G1, H1, I1 e J1 e de 20000X para as amostras F2, G2, H2, I2 e J2.

As superfícies dos corpos cerâmicos apresentam estruturas grosseiras, pouco compactadas até 1000 °C, indicando que esta matéria-prima requer temperaturas de queima mais elevadas para que ocorra a sinterização de estado sólido completo. Essa baixa densificação refletiu na resistência mecânica dos corpos conforme apresentado na Figura 4. A 1200 °C, observa-se uma superfície lisa e vitrificada com alguns poros isolados, o que caracteriza um bom nível de sinterização.

3.4 Potencialidades tecnológicas

A cor clara é um indicativo de que a argila sintética pode ser utilizada para fabricação de cerâmica branca em todas as faixas de queima analisadas. A cor de queima não é a única propriedade importante que uma argila deve apresentar para

ser utilizada em produtos cerâmicos, desse modo, a seguir é apresentado a indicação de suas potencialidades como base em propriedades físicas.

A Tabela 3 apresenta os limites para as propriedades físicas requeridas para determinadas aplicações de acordo com o reportado na literatura e normas técnicas brasileiras.

Propriedade física	Tijolos de Alvenaria	Tijolos Furados	Telhas	Placas cerâmicas para revestimentos
Absorção de Água Máxima (%)	Não especificado	25	20	10
Módulo de Resistência a Flexão Mínimo (MPa)	2	5,5	6,6	12
Retração Linear (%)	Não especificado	Não especificado	Não especificado	0,5%

Tabela 3 - Limites indicados para absorção de água e módulo de ruptura para tijolos de alvenaria, furados, telhas e revestimentos cerâmicos.

Fonte: NBR:13818/1997, NBR:15310/2005, NBR:7170/1983.

A tabela 4 traz os valores das propriedades físicas da amostra de argila obtidos nos ensaios realizados.

Temperatura de Queima (°C)	Argila Sintética		
	AA (%)	MRF (MPa)	RL (%)
800	20,9	0,6	1,0
1000	19,7	3,5	3,8
1100	16,9	4,4	5,7
1200	8,2	10,8	10,7

Tabela 4 – Valores de absorção de água AA(%), módulo de resistência a flexão MRF e retração linear RL(%) dos corpos de prova após queima.

Comparando-se os valores de referência da Tabela 3 com os resultados das propriedades físicas determinadas para as amostras na Tabela 5, chega-se às seguintes potencialidades de aplicações da argila na Tabela 5.

Temperatura de Queima (°C)	Tijolo Maciço	Tijolo Furado	Telha	Placa cerâmica
800				
1000				
1100				
1200				

Tabela 5 – Destinação provável do material argilosos sintético como base nas propriedades físicas. O X indica a destinação provável da matéria-prima.

A partir dos critérios analisados, observa-se que as nenhuma das amostras de

argila se mostrou adequadas para produção de placas cerâmicas para revestimento, tendo em vista que seus módulos de ruptura à flexão ficaram abaixo de 12 MPa e absorção de água superiores a 10% nas queimas abaixo de 1200 °C.

Os corpos cerâmicos de argila sintética não apresentaram os requisitos que a permitisse aplicação na fabricação tijolos furados e telhas nas queimas abaixo de 1200 °C, sobretudo, pela resistência mecânica extremamente baixa. Apesar de não estar especificado os limites máximos de RL(%) para fabricação de tijolos ou telhas nas normas consultadas, é importante destacar que esta matéria-prima quando queimada produziu retrações elevadas, isso implica em produtos cerâmicos com elevadas variações dimensionais ou defeitos. Sendo, portando, matéria-prima de baixa potencialidade em aplicações em produtos em estruturais como os citados.

4 | CONCLUSÃO

Neste trabalho foi conduzido o estudo e caracterização de propriedades físicas em função da temperatura de queima de uma argila sintética. A partir dos resultados obtidos, as seguintes considerações podem ser mencionadas:

A argila é altamente plástica, cuja composição mineralógica indica o quartzo como mineral primário. Caulinita e moscovita são os principais minerais argilosos identificados. Durante a queima ocorreram transformações de fase, cujas fases finais obtidas foram cristobalita, mulita e quartzo.

As mudanças nas propriedades físicas em função da temperatura de queima demonstram comportamentos crescentes no módulo de resistência a flexão, retração linear e massa específica aparente, enquanto os valores de absorção de água diminuíram. Imagens MEV dos corpos de prova, tomadas a temperaturas crescentes de queima, mostram redução da porosidade e a progressão da densificação com o aumento da temperatura.

A argila sintética resultou em corpos cerâmicos de cor branca; o que provavelmente se deve a teores baixos de ferro, titânio e manganês na sua composição. A cor clara traz um diferencial estético aos produtos cerâmicos, podendo ser empregados como cerâmica branca.

Com base na absorção de água e módulo de ruptura a flexão determinados, constatou-se que a argila sintética é inapropriada para uso em produtos cerâmicos estruturais como como tijolos maciços ou furados, telhas e placas cerâmicas para revestimento quando queimada abaixo de 1000 °C em decorrência da alta absorção de água e baixo módulo de ruptura à flexão. Nas queimas a 1000 °C, 1100 °C e 1200 °C essa matéria-prima adquire os requisitos exigidos para produção dos produtos mencionados.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro ao projeto – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, A. C. S. et al. Characterization of ceramic tiles prepared from two clays from Sergipe – Brazil. **Applied Clay Science**, v. 39, n. 3-4, p. 160-165, Maio 2008.

ALTOMARE, A. et al. QUALX2.0: a qualitative phase analysis software using the freely available database POW_COD, n. 48, p. 598-603, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818: Placas Cerâmicas para Revestimento – Especificação e Métodos de Ensaio**. ABNT. Rio de Janeiro, Brasil. 1997.

_____(2005). **NBR 15310: Componentes cerâmicos- Telhas - terminologia, requisitos e métodos de ensaio**. ABNT. Rio de Janeiro.

_____(1983).. **NBR 7170: Tijolos maciços cerâmico para alvenaria**. ABNT. Rio de Janeiro. 1983.

_____(2016). **NBR 6459: Solo – Determinação do Limite de Liquidez**. Rio de Janeiro.

_____(2016). **NBR 7180/2016 – Solo – Determinação do Limite de Plasticidade**. Rio de Janeiro.

BOGAS, J. A. **Materiais de Construção: Materiais Cerâmicos**. Instituto Superior Técnico. Lisboa. 2013.

CHAKRABORTY, A. K. **Phase Transformation of Kaolinite Clay**. [S.I.]: Springe, 2014. 342 p.

FISCHER, R. X.; SCHNEIDER H., S. M. **Crystal Structure of Al-Rich Mullite**. American Mineralogist, v. 79, p. 983-990, 1994.

PRADO, A. C. A. . Z. A. . M. M. M. T. . M. A. P. M. **Redução da susceptibilidade à deformação pirolástica das argilas do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes através da adição de matérias-primas**. Cerâmica, São Paulo, v. 54, n. 329, p. 7-20, 2008.

PRAKASH, S.; JAIN, P. K. **Engineering Soil Testing**. 3. ed. [S.I.]: Nem Chand & Bros, 2002.

SANTOS, P. S. **Ciência e tecnologia das argilas**. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 1989.

SOUSA, S. J. G.; HOLANDA, J. N. F. D. **Sintering behavior of porous wall tile bodies during fast single-firing process**. Mat. Res, São Carlos, 8, n. 2, Junho 2005. 197-200. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392005000200020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 3 Julho 2018.

SOUZA et al. **Addition of sedimentary rock to kaolinitic clays: influence on sintering process**. Cerâmica, São Paulo, v. 59, n. 349, p. 147-155, Março 2013.

SOUZA, A. E. et al. **Addition of sedimentary rock to kaolinitic clays: influence on sintering process**. Cerâmica, v. 59, n. 349, p. 147-155, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132013000100017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 Junho

2018.

SOUZA, G. P.; SANCHEZ, R.; HOLANDA, J. N. F. **Characteristics and physical-mechanical properties of fired kaolinitic materials.** Cerâmica, v. 48, p. 102-107, Abr/Mai/Jun 2002.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alexandre Igor Azevedo Pereira - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012 Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Antioxidante 20, 22, 23, 30, 31, 32, 33
Aprendizagem 5, 9, 122, 132, 148, 149, 150, 151, 154, 156
Argila 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89
Atenção primária 60, 63
Aterros sanitários 5, 52, 57, 59

C

Caracterização 11, 25, 32, 67, 79, 80, 81, 89, 106, 109, 110
Casca da banana prata 11, 15, 16, 17, 18
Celulose 5, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 163
Characterization 11, 79, 90, 116
Ciências ambientais 5, 60
Cloretos livres 64, 66, 76, 77
Comportamento térmico 79, 81
Condicionamento fisiológico 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10
Conscientização 52, 54, 58, 59, 133
Construção civil 100, 101, 102, 112, 113
Cooperativismo 121, 123
Corrosão 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 93

D

Degradação 5, 15, 16, 30, 32, 47, 48, 50, 51, 61, 62, 63
Dengue 121, 122, 123, 125, 132
Difusão 23, 34, 39, 42, 43, 44, 92, 94, 95, 97, 98, 159, 162
Drenagem urbana 5, 168, 169, 172, 175

E

Educação 5, 49, 50, 60, 62, 63, 115, 121, 132, 134, 139, 140, 141, 142, 147, 148, 150, 151, 168, 170
Ensino 5, 38, 51, 55, 59, 60, 63, 78, 109, 112, 122, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 141, 142, 147, 148, 149, 150, 151, 152
Ensino fundamental 134, 135, 141, 142
Eritorbato 20, 24, 25, 27, 29, 30, 31
Extensão universitária 5, 134, 139, 141
Extrato etanólico de erva-mate 20, 23, 26, 27, 30, 31

G

Geociências 133, 134, 135, 137, 138, 139, 141, 142, 146, 147, 148
Geologia 5, 135, 140, 141, 142, 145, 147, 148

H

HVOF 8, 92, 93, 94, 95, 96, 97

I

Infraestrutura 48, 60, 163, 168, 169, 171, 175

Instituições 6, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 105, 151, 152, 153, 163

J

Jogo educativo 121, 123, 124, 132

L

Laser CO2 92

M

Mercerização 11, 15, 16, 17

Mineração 5, 100, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 157, 163, 166

Mobile learning 149, 150, 156

N

Nitrato de prata 64, 66, 67, 70, 76, 77

O

OAM 149, 150, 153, 154, 155

P

Percepção 5, 47, 48, 49, 50, 51, 63, 100, 101, 107, 108, 110, 112, 122, 143

Pinus 5, 9, 116, 117, 118, 120

Produtividade 5, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114

Programas socioambientais 159, 165

Propriedades cerâmicas 5, 79

Q

Qualidade de vida no trabalho 5, 100, 102, 104, 105, 111, 112, 114

R

Reciclagem 52, 54, 55, 59

Recursos minerais 5, 133, 135, 136, 137, 138

Resíduos sólidos 5, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 168, 169, 173, 174

Responsabilidade social 5, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 101, 133, 139, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 165, 166

S

Santarém 168, 169, 170, 171, 175

Satisfação 100, 102, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114

Softwares educacionais 5, 149, 150, 155

Sustentabilidade 5, 12, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 175

T

TBC 92, 93, 99

Triticum aestivum 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10

V

Vigor 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10

W

Wood 18, 19, 116, 117, 118, 120

X

XRD 116, 117, 118, 120

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-602-7

