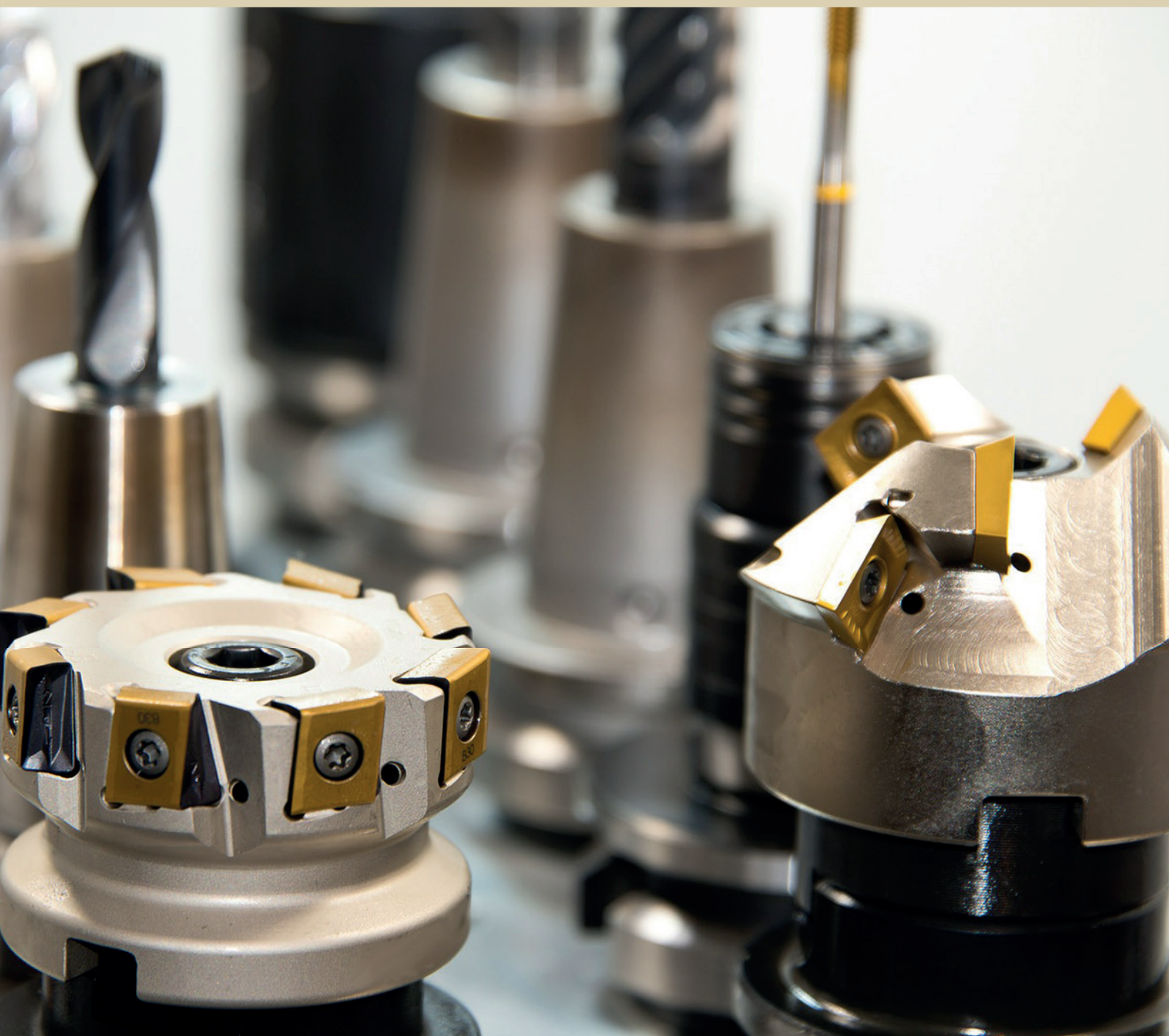


Ciência e Engenharia de Materiais

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA

(Organizadora)

Ciência e Engenharia de Materiais

Atena Editora

2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

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)

C569 Ciência e engenharia de materiais [recurso eletrônico] / Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Ciência e Engenharia de Materiais; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-62-8

DOI 10.22533/at.ed.628183010

1. Engenharia. 2. Materiais I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.11

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.

2018

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

Você já percebeu a importância dos materiais na sua vida diária? Os materiais estão provavelmente mais imersos na nossa cultura do que a maioria de nós imagina. Diferentes segmentos como habitação, saúde, transportes, segurança, informação/comunicação, vestuário, entre outros, são influenciados em maior ou menor grau pelos materiais.

De fato a utilização dos materiais sempre foi tão importante que os períodos antigos eram denominados de acordo com os materiais utilizados pela sociedade primitiva, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro, etc.

A humanidade está em constante evolução, e os materiais não são exceções. Com o avanço da ciência e da tecnologia a cada dia surgem novos materiais com características específicas que permitem aplicações pormenorizadas e inovação nas mais diferentes áreas.

Todos os dias centenas de pesquisadores estão atentos ao desenvolvimento de novos materiais e ao aprimoramento dos existentes de forma a integrá-los em tecnologias de manufatura economicamente eficientes e ecologicamente seguras.

Estamos entrando em uma nova era caracterizada por novos materiais que podem tornar o futuro mais fácil, seguro e sustentável. O campo da Ciência e Engenharia de Materiais aplicada está seguindo por novos caminhos. A iminente escassez de recursos está exigindo inovações e ideias criativas.

Nesse sentido, este livro evidencia a importância da Ciência e Engenharia de Materiais, apresentando uma coletânea de trabalhos, composta por quatro volumes, que permitem conhecer mais profundamente os diferentes materiais, mediante um exame das relações entre a sua estrutura, as suas propriedades e o seu processamento.

Considerando que a utilização de materiais e os projetos de engenharia mudam continuamente e que o ritmo desta mudança se acelera, não há como prever os avanços de longo prazo nesta área. A busca por novos materiais prossegue continuamente...

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
COMPÓSITOS AL ₂ O ₃ -ZRO ₂ : PROCESSAMENTO E PROPRIEDADES MECÂNICAS	
<i>João Domingos Covello Carregosa</i>	
<i>Luiz Fernando Grespan Setz</i>	
<i>Rosane Maria Pessoa Betânio Oliveira</i>	
CAPÍTULO 2	16
PROPRIEDADES DE ÓXIDO DE CÉRIO OBTIDO VIA SÍNTESE HIDROTERMAL ASSISTIDA POR MICRO-ONDAS	
<i>João Domingos Covello Carregosa</i>	
<i>Rosane Maria Pessoa Betânio Oliveira</i>	
CAPÍTULO 3	25
AL ₂ O ₃ REFORÇADO COM NANOPARTÍCULAS DE ZRO ₂ (3%MOL Y ₂ O ₃)	
<i>Caio Marcello Felbinger Azevedo Cossú</i>	
<i>Claudinei dos Santos</i>	
<i>Manuel Fellipe Rodrigues Paes Alves</i>	
<i>Leonardo Queiroz Bueno Campos</i>	
<i>Bruno Galvão Simba</i>	
<i>Roberto de Oliveira Magnago</i>	
CAPÍTULO 4	42
EFEITO DA ADIÇÃO DO RESÍDUO DE POLIMENTO DE PORCELANATO NAS PROPRIEDADES DE BLOCOS CERÂMICOS	
<i>Geovana Lira Santana</i>	
<i>Manoel da Cruz Barbosa Neto</i>	
<i>Ricardo Peixoto Suassuna Dutra</i>	
<i>Daniel Araújo de Macedo</i>	
<i>Lizandra Fernanda Araújo Campos</i>	
CAPÍTULO 5	51
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO DO SUBSTITUINTE CÁLCIO NA ATIVIDADE CATALÍTICA NA REDE DA PEROVSKITA LA _(1-x) CA _(x) MNO ₃ (X=0,2 E 0,4)	
<i>Anderson Costa Marques</i>	
<i>Mariza de Carvalho Montenegro Fernandes</i>	
<i>Cássia Carla de Carvalho</i>	
<i>Ana Karenina de Oliveira Paiva</i>	
<i>Filipe Martel de Magalhães Borges</i>	
<i>Felipe Olobardi Freire</i>	
<i>Alexandre de Sousa Campos</i>	
<i>Juan Alberto Chaves Ruiz</i>	
CAPÍTULO 6	61
INCORPORAÇÃO DO ÓXIDO DE MAGNÉSIO NA ZEÓLITA MCM-22 UTILIZANDO A TÉCNICA DE IMPREGNAÇÃO POR COMPLEXAÇÃO	
<i>André Miranda da Silva</i>	
<i>Vitória de Andrade Freire</i>	
<i>Caroline Vasconcelos Fernandes</i>	
<i>Franciele Oliveira Costa</i>	
<i>Bianca Viana de Sousa</i>	

CAPÍTULO 7 69

AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DO PÓ DE RESÍDUO DE MANGANÊS EM MATRIZ CERÂMICA PARA REVESTIMENTO

Ana Claudia Rangel da Conceição
Eval Oliveira Miranda Junior
Helen Fernandes de Sousa
Olímpio Baldoino da Costa Vargens Neto
Victor Antunes Silva Barbosa
Oswaldo Cruz Santos
Mirtânia Antunes Leão

CAPÍTULO 8 81

ANÁLISE DO CUSTO DE FABRICAÇÃO BASEADO NA GEOMETRIA DE PEÇAS CERÂMICAS USANDO ERP - ESTUDO DE CASO EM MPE

Suellen de Mendonça Terroso Ferreira Jacoboski
Marcia Silva de Araujo
José Alberto Cerrí

CAPÍTULO 9 93

SÍNTESE TERMAL DE PENEIRA MOLECULAR DE ÓXIDO DE MN K-OMS-2 A PARTIR DE K-BIRNESSITA OBTIDA PELO MÉTODO SOL-GEL

Bruno Apolo Miranda Figueira
Dayane dos Santos Rezende
Kássia Lene Lima Marinho
Milena Carvalho de Moraes
Gilvan Pereira de Figueiredo
José Manuel Rivas Mercury

CAPÍTULO 10 99

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE INCORPORAÇÃO DO ÓXIDO DE COBALTO NA PENEIRA MOLECULAR SBA-15

Franciele Oliveira Costa
Jonas Santana Albuquerque
Bianca Viana de Sousa

CAPÍTULO 11 109

ATIVAÇÃO POR CALCINAÇÃO DO ÓXIDO DE ZIRCÔNIA UTILIZANDO DIFERENTES TEMPERATURAS INCORPORADO NA PENEIRA MOLECULAR MCM-41

Maria Rosiane de Almeida Andrade
Carlos Eduardo Pereira
José Jaílson Nicácio Alves
Bianca Viana de Sousa Barbosa

CAPÍTULO 12 119

PROCEDIMENTOS NA SIMULAÇÃO MATEMÁTICA PARA DETERMINAÇÃO DE VALORES E MAXIMIZAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE NOVOS MATERIAIS CERÂMICOS

José Vidal Nardi
Aline Souza Lopes Ventura Nardi

CAPÍTULO 13 136

PRODUÇÃO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO A PARTIR DE RESÍDUO DA PEDRA CARIRI VISANDO SUA APLICAÇÃO EM BIOMATERIAIS

Tiago Maia Esmeraldo Alves
Ana Cândida de Almeida Prado

CAPÍTULO 14..... 148

SÍNTESE DE NANOCATALISADORES CERÂMICOS DE COMPOSIÇÃO $Zr_{1-x}Ce_xO_2$ PARA PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEL GASOSO ECOLOGICAMENTE CORRETO

Pedro Henrique Pinheiro Lima
Gislayne Rayane Alves da Silva
Francisco Natanael Félix Barbosa
Maria Isabel Brasileiro
Laédna Souto Neiva

SOBRE A ORGANIZADORA 159

EFEITO DA ADIÇÃO DO RESÍDUO DE POLIMENTO DE PORCELANATO NAS PROPRIEDADES DE BLOCOS CERÂMICOS

Geovana Lira Santana

Universidade Federal da Paraíba – Departamento de Engenharia de Materiais
João Pessoa – Paraíba

Manoel da Cruz Barbosa Neto

Universidade Federal da Paraíba – Departamento de Engenharia de Materiais
João Pessoa – Paraíba

Ricardo Peixoto Suassuna Dutra

Universidade Federal da Paraíba – Departamento de Engenharia de Materiais Professor Doutor -
João Pessoa – Paraíba

Daniel Araújo de Macedo

Universidade Federal da Paraíba – Departamento de Engenharia de Materiais Professor Doutor -
João Pessoa – Paraíba

Lizandra Fernanda Araújo Campos

Universidade Federal da Paraíba – Departamento de Engenharia de Materiais Professor (a) Doutor
(a) - João Pessoa – Paraíba

RESUMO: Este trabalho apresenta como objetivo o estudo das propriedades tecnológicas de blocos cerâmicos com adição de resíduo do polimento de porcelanato. Os corpos de provas são produzidos com base argilosa, onde o resíduo é introduzido em concentrações de 10% e 20% em massa, para avaliar a sua influência nas propriedades do bloco cerâmico. Todos estes materiais foram caracterizados através da determinação de sua composição química

(FRX) e por difração de raio X. A sinterização foi realizada em temperaturas de 850°C, 950°C e 1100°C, com taxa de aquecimento de 2°C/min e patamar de 60min. Após isto, obtiveram-se as propriedades tecnológicas das amostras, tais como: Perda ao fogo, retração linear à queima, absorção de água, porosidade e densidade aparente, como também, propriedades de resistência mecânica através do ensaio de resistência à flexão. Os resultados mostram que a adição dos resíduos influenciou tanto nas propriedades tecnológicas, quanto nas propriedades mecânicas avaliadas neste estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de porcelanato; Temperatura de sinterização; Propriedades tecnológicas.

ABSTRACT: This work presents as objective the study of the technological properties of ceramic blocks with addition of residue of porcelain polish. The test bodies are produced with a clay base, where the residue is introduced in concentrations of 10% and 20% by mass, to evaluate their influence on the properties of the ceramic block. The sintering was performed at temperatures of 850 ° C, 950 ° C and 1100 ° C, with a heating rate of 2 ° C / min and 60min landing. After that, the technological properties of the samples were obtained, such as: Loss to fire, linear retraction to the burning, water

absorption, porosity and apparent density, as well as mechanical resistance properties through the flexural strength test. The results show that the addition of residues influenced both the technological properties and the mechanical properties evaluated in this study.

KEYWORDS: Porcelain residue; Sintering temperature; Technological properties.

1 | INTRODUÇÃO

Para abastecer as necessidades produtivas do mundo moderno, foi necessário um aumento da produção industrial que, conseqüentemente favorece o aumento de resíduos fabricados, causando danos ao meio ambiente e a saúde humana, caso não seja descartado de maneira correta. Como é pouco provável a interrupção da produção, a solução consiste em reaproveitar os resíduos gerados nos diversos processos produtivos (MOREIRA et. al. 2005). Estes subprodutos gerados podem ser reutilizados diretamente ou podem ser aproveitados como aditivos em outros processos industriais (ISO 14040). Esta busca por métodos de reciclagem dos resíduos industriais tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas que tratam estes poluentes como matérias-primas importantes com maior valor de aplicação inserido, transformando o resíduo em bens úteis para sociedade. Esta iniciativa é necessária e possibilita a descoberta de novos produtos (CASAGRANDE, 2008). A viabilização da utilização de resíduos pelas indústrias cerâmicas dá-se pela possibilidade da substituição de uma ou mais matérias-primas da composição original pelo resíduo, mantendo-se o processo de produção igual ao convencionalmente utilizado. Além da exigência da melhoria da qualidade e eficiência produtiva dos produtos fabricados (KUMMER, 2007).

A indústria de produção de porcelanatos e grês polidos vem crescendo nos últimos anos. O porcelanato polido é o mais produzido comercialmente, por possuir importantes características estéticas. Este produto requer uma etapa final de polimento, a fim de retirar defeitos e dar brilho à superfície do material, porém este processo gera uma grande quantidade de resíduo. Este resíduo é constituído pela mistura do material cerâmico oriundo do polimento em junção com o material abrasivo, geralmente composto por partículas de silício aglomeradas por cimentos à base de cloretos magnesianos, desprendido durante o processo, evidenciando seu potencial como matéria-prima cerâmica alternativa (OLIVEIRA, 1998; MARQUES et. Al. 2007).

Tendo em vista que este resíduo é comumente depositado em aterros, como é feito a maioria dos resíduos gerados pela indústria cerâmica no Brasil (BERNARDIN, 2006). Este trabalho tem por objetivo utilizar o resíduo do polimento de porcelanato na fabricação de tijolos cerâmicos como aditivo a matéria-prima original, visando à diminuição do uso da mesma, como a melhoria nas propriedades mecânicas do produto final em comparação com o produto convencional.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O resíduo de polimento de porcelanato foi obtido de uma indústria de fabricação de porcelanato localizada na região metropolitana de João Pessoa. Os corpos de provas foram fabricados com uma base de cerâmica vermelha formada pela mistura de dois tipos de argilas (plástica e não-plástica) em proporções iguais, onde o resíduo foi adicionado em dois diferentes teores. Os resíduos foram caracterizados através da determinação da sua composição por meio da difração de raio X (DRX) e fluorescência de raio X (FRX) realizados no Laboratório de Solidificação Rápida, LSR na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Para os ensaios de caracterização as matérias primas foram secas, desaglomeradas em almofariz com o auxílio do pistilo e peneiradas através de peneira ABNT N° 200, com exceção das formulações preparadas para prensagem que foi peneirada em peneira ABNT N°40.

Foram utilizadas noventa amostras divididas em três grupos, de acordo com sua temperatura de sinterização. Cada grupo, por sua vez, possui dez amostras de cada formulação identificadas por ordem alfanumérica. As amostras de argila pura são denominadas por A, onde se classificam na escala de A1 a A10 para o grupo sinterizado à 850°C, A11 a A20, sinterizados à 950°C e A21 a A30, sinterizados à 1100°C. As amostras com adição do resíduo são identificadas de maneira similar, alterando apenas a letra antecessora, tal que para as formulações com 10% e 20% de resíduo de polimento de porcelanato sejam B e C respectivamente, e para o resíduo de lingotamento do aço sejam D e E respectivamente.

3 | PREPARAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

As argilas foram desaglomeradas mecanicamente em tamanhos de partículas menores, com o auxílio de pistilo e almofariz, facilitando o processo de moagem, ao qual foi submetida na sequência. Para a moagem da argila, utilizou-se o moinho de bolas do Laboratório de Solidificação Rápida, LSR, UFPB, onde a intenção desse processo é reduzir o tamanho das partículas da argila, para auxiliar na etapa de peneiramento. O resíduo de Porcelanato, por sua vez, passou, por um processo de secagem inicial ao ar livre, e em seguida foi colocado em estufa a 60°C, onde permaneceram por, no mínimo 24 horas, com o intuito de retirar a umidade remanescente do material. Após a secagem, o resíduo teve o tamanho de suas partículas reduzidas com o auxílio do almofariz e pistilo. Por fim, ambas as matérias-primas foram peneiradas em peneira de malha 40 ASTM, a fim de obter partículas de tamanho desejável para o processo de conformação.

4 | CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

a. Fluorescência de Raio X

A Fluorescência de Raios X é um método de análise química que permite determinar a composição química de um material, bem como conhecer a concentração de cada elemento na amostra. A análise por Fluorescência de Raios X foi realizada no Laboratório de Solidificação Rápida (LSR), localizado na Universidade Federal da Paraíba, no equipamento XRF-1800 da Shimadzu. Para que as argilas e os resíduos tivessem condições de serem analisadas, foi necessário peneirar as amostras em peneira de malha 200 ASTM e, posteriormente, prensá-las na forma de pastilhas circulares e secá-las em estufa a 60°C para que pudessem ser analisadas.

b. Difração de Raio X

A difratometria de raios X é uma das principais técnicas de caracterização microestrutural, a qual possibilita identificar um composto químico a partir da determinação de sua estrutura cristalina. Essa análise foi no Laboratório de Solidificação Rápida, LSR, UFPB. Para tal procedimento, também foi necessário peneirar as amostras de argilas e resíduos em peneira de malha 200 ASTM, de modo que reduzindo o tamanho do grão, possa ter uma maior área superficial e conseqüentemente uma maior interação do material com o feixe de raios X.

5 | PREPARAÇÃO DAS FORMULAÇÕES

As formulações foram preparadas adicionando-se, em diferentes concentrações, o resíduo de polimento de porcelanato em corpos de provas constituídos de uma base argilosa formada por dois tipos de argila distintos. Os percentuais adicionados foram de 10% e 20%. A homogeneização da massa ocorreu de forma manual, utilizando-se apenas de uma colher para ajudar na uniformização da mesma.

A Tabela I apresenta, detalhadamente, os diferentes percentuais entre a argila e os resíduos gerados sob as diferentes temperaturas de queima.

NOMENCLATURA	ARGILA (%)	RESÍDUO (%)
AR	100	0
AR+RSP10	90	10
AR+RSP20	80	20

Tabela I - Formulações utilizando resíduo e argila.

Para facilitar o entendimento é necessário compreender as nomenclaturas utilizadas na Tabela I. A sigla AR identifica a presença de argila. Já as siglas RSP correspondem às amostras com presença de resíduo do porcelanato, onde a porcentagem em massa de resíduo adicionada à massa cerâmica depende da

numeração final de 10 e 20.

6 | PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram produzidos a partir do processo de prensagem uniaxial. Inicialmente, foi necessário colocar a formulação a ser prensada em estufa a 60°C, para a correção da umidade. Após 24 horas da secagem do material, foi necessário adicionar a cada formulação 8% de água em relação à massa total da formulação, na qual deveria ser bem misturada com o intuito de promover a homogeneização da mesma. Seguidas 24 horas após a homogeneização, as massas cerâmicas, que foram armazenadas em recipientes, com o intuito de protegê-las da umidade do ar, foram, então, direcionadas ao processo de conformação, utilizando-se de uma prensa hidráulica. Determinou-se para a realização dessa etapa do processamento a aplicação de carga de cinco toneladas, por um tempo aproximado de 5 segundos, aliviando a pressão ao atingir a metade da carga estipulada. A cada amostra fabricada, era necessário que a mesma fosse pesada e medida suas dimensões, com o auxílio de balança de precisão de 0,0001g e paquímetro eletrônico com precisão de 0,01 mm, respectivamente. Foram confeccionados 30 corpos de prova para cada formulação, apresentando-se esses na forma de placas.

7 | TRATAMENTO TÉRMICO

A etapa inicial do tratamento térmico dos corpos de provas foi a secagem. As amostras permaneceram em estufa a 110°C por 24 horas. Posteriormente, foi realizada a sinterização, nas temperaturas de 850°C, 950°C e 1100°C, ocorrendo a uma taxa de aquecimento de 2°C/min e permanecendo por 60 minutos na temperatura estabelecida. Ao final de cada etapa, os corpos de prova eram novamente pesados e medidos. Após o tratamento térmico os ensaios de porosidade e densidade aparente foram feitas pelo Método de Arquimedes. Os corpos de prova ficaram submersos em água por 24 horas à temperatura ambiente, em seguida, a água em excesso foi retirada, e ainda úmido, eles foram pesados em balança eletrônica de precisão para medir o peso da amostra úmida. Posteriormente, foi obtido o peso da amostra imersa, com o auxílio de um béquer.

8 | ENSAIO MECÂNICO

Por fim, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio mecânico de flexão, ao qual foi utilizada uma velocidade de ensaio de 0,5mm/min. Esse ensaio foi realizado no Laboratório de Solidificação Rápida (LSR) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em equipamento AG IS 10KN da Shimadzu.

9 | RESULTADOS E DISCURSÕES

A Tabela II mostra a composição química do resíduo do polimento de porcelanato, nela pode-se observar a presença de grandes quantidades de sílica, alumina e óxidos de magnésio, semelhante à composição química da base cerâmica utilizada, indicando compatibilidade do resíduo com a base cerâmica.

	SiO_2	Al_2O_3	MgO	K_2O	CaO	Na_2O	Fe_2O_3	TiO_2	Outros
Resíduo	67,00	16,72	8,61	2,60	1,51	1,31	0,72	0,27	1,76

Tabela II: Composição química (% em massa) do resíduo de polimento de porcelanato.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	CaO	MgO	TiO_2	Na_2O	Outros
Argila	62,50	20,70	7,30	2,72	1,94	1,82	1,42	0,99	0,72

Tabela III: Composição química (% em massa) das argilas utilizadas como base cerâmica.

Observa-se que o padrão de difração de raio X do resíduo de polimento de porcelanato está de acordo com os dados de composição química. O quartzo classifica-se como uma das três formas cristalinas polimórficas principais da sílica, formado pelos átomos de silício de oxigênio arranjados de forma tetraédrica. Pode-se concluir que o quartzo presente no gráfico é originado da sílica e alumina presente no porcelanato, enquanto que o óxido de magnésio está associado ao cimento presente no abrasivo (SANTOS et. al. 2006).

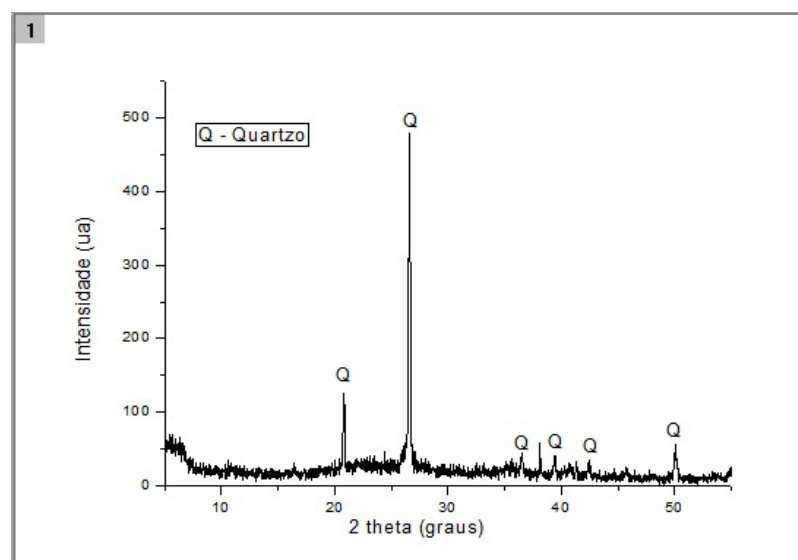


Figura 01- Difratograma do Resíduo de Polimento de Porcelanato.

A queima do resíduo de porcelanato libera gases, que estão relacionados com a queima do carvão de silício e a formação de sílica e CO_2 . Estes gases são liberados e são responsáveis pela formação de poros abertos. Este fenômeno explica o aumento da absorção de água e da porosidade aparente diretamente proporcional ao aumento do teor de resíduo utilizado em todas as temperaturas estudadas (Figura 2,3,4). Para

a composição de 10% na temperatura de queima de 1100°C (Figura 5), a densidade aparente apresentou um pequeno aumento, devido a presença de fase vítrea e fundentes no resíduo, que ocupam os poros fechados, tornando-a mais densa.

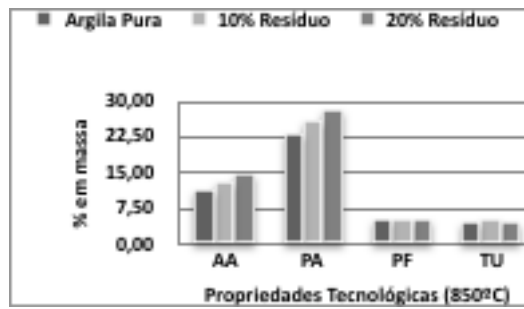


Figura 02 - Gráfico das propriedades tecnológicas à 850°C (absorção de água, porosidade aparente, perda ao fogo e teor de umidade) em função a porcentagem em massa.



Figura 03 - Gráfico das propriedades tecnológicas à 950°C (absorção de água, porosidade aparente, perda ao fogo e teor de umidade) em função a porcentagem em massa.

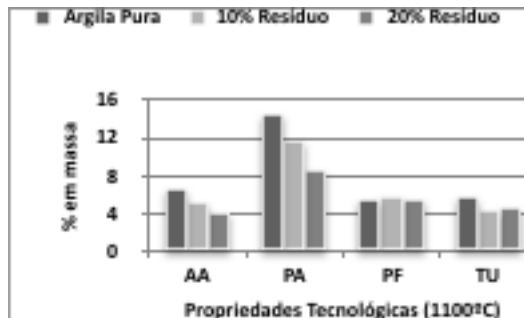


Figura 04 - Gráfico das propriedades tecnológicas à 1100°C (absorção de água, porosidade aparente, perda ao fogo e teor de umidade) em função a porcentagem em massa.

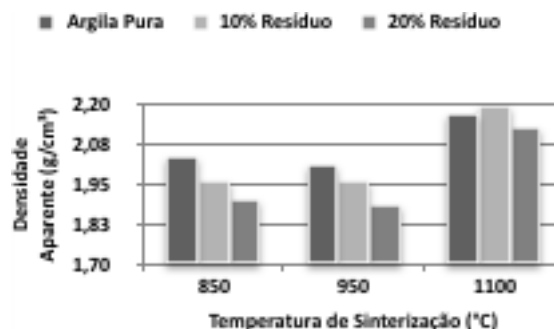


Figura 05 - Gráfico da densidade aparente em função das temperaturas estudadas.

Na temperatura de sinterização de 1100°C, houve um aumento significativo da resistência à flexão para as composições de 10% e 20% em relação aos tijolos

de argila pura. Nesta temperatura os materiais fundentes formam fase líquida e começa a preencher os poros. Os poros comportam-se como concentradores de tensão, propagando trincas. A redução da porosidade devido a presença de fase amorfa, melhora a resistência mecânica e a porosidade aparente. Além de ocorrer o aparecimento de novas fases cristalinas tais como mulita primária, explicando este aumento no valor do módulo da tensão de ruptura a flexão (Figura 8).

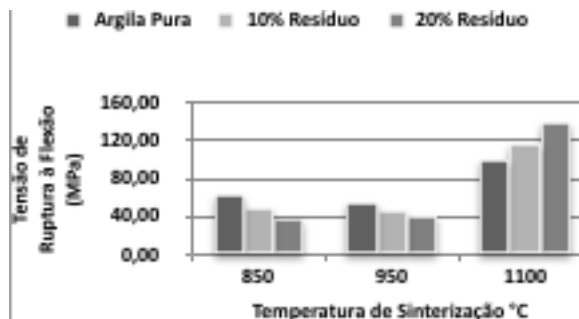


Figura 06 - Gráfico da tensão de ruptura à flexão em função da temperatura de sinterização, para cada formulação em estudo.

10 | CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado e resultados obtidos, o resíduo produzido pelo processo de polimento do porcelanato possui propriedades químicas capazes de possibilitar a sua incorporação na fabricação da cerâmica vermelha. Observou-se o alto potencial de reciclagem através do ensaio de fluorescência de Raios X, devido à compatibilidade química identificada pelos compostos presentes tanto no resíduo quanto na massa cerâmica. O difratograma, por sua vez, apresentou os picos característicos do quartzo, material composto em sua maior parte por silicatos e alumina, e significativamente presente no polimento de porcelanato. A absorção da água e a porosidade aparente apresentaram um pequeno aumento, com o crescimento dos teores de resíduo, nas temperaturas em estudo. Porém, a perda ao fogo e o teor de umidade mantiveram-se constantes mesmo com a inserção do resíduo, o que indica a ausência de matéria orgânica no resíduo utilizado. Dentre as composições em estudo, destaca-se a composição de 20% na temperatura de queima de 1100°C, devido a sua redução da porosidade aparente, associado ao aumento da resistência mecânica à flexão.

REFERÊNCIA

BERNARDIN, Adriano Michael et al. **Reaproveitamento de Resíduos de Polimento e de Esmaltação para Obtenção de Cerâmica Celular**. Cerâmica Industrial, Criciúma, v. 11, p.31-34, dez. 2006.

CASAGRANDE, Marcos Cardoso et al. **Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Industriais: Processamento e Aplicações no Setor Cerâmico**. Cerâmica Industrial, Florianópolis, v. 13, p.34-42,

abr. 2008.

KUMMER, Larissa et al. **Reutilização dos Resíduos de Polimento de Porcelanato e Feldspato na Fabricação de Novo Produto Cerâmico**. Cerâmica Industrial, Paraná, v. 3, n. 12, p.34-38, jun. 2007.

MARQUES, L. N. et al. **Re-aproveitamento do resíduo do polimento de porcelanato para utilização em massa cerâmica**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Campina Grande, v. 2, p.34-42, 2007.

MOREIRA, J. M. S.; MANHÃES, J. P. V. T.; HOLANDA, J. N. F.. **Reaproveitamento de resíduo de rocha ornamental proveniente do Noroeste Fluminense em cerâmica vermelha**. Cerâmica, Campos dos Goytacazes, v. 51, p.180-186, 2005.

SANTOS, H. S. et al. **Estudo por microscopia eletrônica das transformações durante a queima de argilas altamente aluminosas brasileiras**. Cerâmica, São Paulo, v. 1, n. 52, p.125-137, 2006.

SOBRE A ORGANIZADORA

Marcia Regina Werner Schneider Abdala: Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação lato sensu; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-62-8

