

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: Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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

MECANISMO DE CRISTALIZAÇÃO DA GAHNITA SINTÉTICA PARTINDO DE UM PRECURSOR POLIMÉRICO

Graciele Vieira Barbosa

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
CDTEQ.

Naviraí – MS. E-mail: grace.navi.21@gmail.com

Margarete Soares da Silva

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
CEPEMAT.

Dourados – MS. E-mail: margaret@uems.br

Armando Cirilo de Souza

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
CEPEMAT.

Dourados – MS. E-mail: armando@uems.br

Alberto Adriano Cavalheiro

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
CDTEQ.

Naviraí – MS. E-mail: albecava@gmail.com

RESUMO: A Gahnita é um mineral infusível e relativamente raro na natureza, cuja composição predominante é de aluminato de zinco com estrutura espinélio. A grande estabilidade química, térmica e mecânica do aluminato de zinco faz com que este material seja facilmente obtido com grandes áreas específicas de superfícies, uma característica requerida da gahnita sintética para que seja utilizada em uma grande variedade de aplicações. O objetivo deste trabalho foi sintetizar o aluminato de zinco a partir de um precursor polimérico com grande homogeneidade química e estrutural e

investigar o processo de formação de fases. Foram considerados os resultados de análise térmica em atmosfera inerte e os dados de difração de raios-X, de modo que foi possível concluir que os processos de perda de massa ocorrem mesmo em ausência de oxigênio, através da pirólise completa dos precursores orgânicos. Entretanto, as etapas de calcinação em atmosfera oxidante contribuem para a eliminação de intermediários termicamente mais estáveis, o que melhora a morfologia das partículas, como observado por microscopia eletrônica de varredura. O precursor polimérico é marcadamente composto por aglomerados, mas a sua decomposição térmica promove a fragmentação acentuada em temperaturas intermediárias, promovendo o aumento da área específica de superfície, já com fase única espinélio. Entretanto, acima de 600 °C, a começa a ocorrer a sinterização das partículas paralelo a cristalização maior da fase de gahnita sintética.

PALAVRAS-CHAVE: Aluminato de zinco, precursor polimérico, fase espinélio.

SYNTHETIC GAHNITE CRYSTALLIZATION MECHANISM FROM A POLYMERIC PRECURSOR

ABSTRACT: Gahnite is an infusible and relatively rare mineral in nature, what the predominant composition is based on zinc

aluminate with spinel structure. The high chemical, thermal and mechanical stabilities of the zinc aluminate make this material readily synthesizable with large specific surface areas, a required feature of the synthetic gahnite for use in a wide variety of applications. That work aimed to synthesize the zinc aluminate composition from a polymer precursor with great chemical and structural homogeneity and to investigate the process of phase formation. The results of thermal analysis in inert atmosphere and X-ray diffraction data were considered, so that it was possible to conclude that the weight loss occurs even in the absence of oxygen atmosphere through the complete pyrolysis of the organic precursors. However, the calcination steps in the oxidizing one contributes to eliminate the thermally more stable intermediates, which improves the particle morphologies as observed by scanning electron microscopy. The polymer precursor is markedly composed of agglomerates, but its thermal decomposition promotes considerable fragmentation at intermediate temperatures, which increases the specific surface area, already with single spinel phase crystallized. However, above the temperature of 600 °C, the particle sintering process is started parallel to the larger crystallization of the synthetic gahnite phase.

KEYWORDS: Zinc aluminate, polymeric precursor, spinel phase.

1 | INTRODUÇÃO

A Gahnita é um mineral relativamente raro na natureza ocorre em depósitos de zinco em todo o mundo, associados ou não, a rochas metamórficas e a calcários cristalinos. Mesmo na natureza, este mineral apresenta como fase predominante o aluminato de zinco, com estrutura espinélio de simetria cúbica e grupo espacial $Fd\bar{3}m$. É uma simetria que deriva da conjugação de 24 sítios cristalográficos, sendo 8 tetraédricos, que acomodam os cátions bivalentes de zinco e 16 octaédricos, que acomodam os cátions trivalentes de alumínio, o que resulta em uma razão molar 1 : 2 (Zn : Al) para esta fase cristalina. Logo, a estequiometria do aluminato de zinco é $ZnAl_2O_4$, apresentado ordenamento de longo alcance a cada 8 unidades de repetição desta fórmula mínima (SHERIDAN & RAYMOND, 1984).

O espinélio do aluminato de zinco possui grande estabilidade química e mecânica, sendo considerado um material infusível. Estas características permitem que ele seja utilizado para aplicações diversas, como um material refratário diverso. Por este motivo, ele também pode ser usado como adsorvente ou catalisador, pois possui boa resistência em altas temperaturas de operação ou a processos térmicos de regeneração do adsorvente. Sua reduzida acidez superficial torna favorável à obtenção de compósitos cermet (cerâmica-metal). Como estas características físicas e químicas do aluminato de zinco se estendem a altas temperaturas, ele pode ser usado com grande eficiência para suporte de fases ativas para aplicações variadas (BALLARINI et al., 2009; GALETTI et al., 2010; WALERCZYK et al., 2011).

O aluminato de zinco possui também boa transparência a luz visível propriedade

semicondutora, com energia de bandgap de 3,8 eV. Estas características o tornam útil para recobrimentos ópticos e obtenção de fotocatalisadores, pois é facilmente excitado com radiação ultravioleta de comprimento de onda de 320 nm, o que corresponde à região limítrofe entre UV-A (luz negra) e UV-B (luz UV medicinal). Mas, esta mesma propriedade semicondutora também torna este material uma boa matriz cristalina hospedeira para incorporação de íons geradores de luminescência, como os cátions de metais de terras raras, especialmente os cátions de metais lantanídeos (GARCÍA-HIPÓLITO et al., 2004; MARTINS & SERRA, 2010; GARBARINO, 2018).

É importante enfatizar, entretanto, que os defeitos estruturais presentes na fase cúbica de espinélio influenciam nas propriedades dos semicondutores, de modo que é imprescindível controlar o processo de cristalização durante a obtenção do material. Amostras de semicondutores de aluminato de zinco dopado com terras raras apresentam considerável transição radiativa com emissões pós-fosforescentes quando as partículas apresentam tamanhos menores que 100 nm (BHARGAVA et al., 1994; BARROS et al., 2005).

A síntese deste tipo de material cerâmico pode ser conduzida utilizando vários métodos (YOON et al., 1995; NAKAMURA et al., 1995; HO et al., 1995; NARENDAR e MESSING, 1997), mas o mais simples deles é a reação de estado sólido em temperaturas tão altas quanto 1000 °C, necessária para a difusão iônica e cristalização de fase. E esta condição extrema causa o crescimento excessivo de partículas e a quase completa sinterização do material, levando a perda completa da área de superfície crucial para aplicações em catálise, por exemplo. Por isso, os métodos químicos de síntese são mais vantajosos (KLUG & ALEXANDER, 1962; SILVA et al., 2006).

Dentre os métodos químicos, um dos mais simples é a coprecipitação por hidróxidos em meio aquoso, o que leva a uma mistura de óxido de zinco ZnO, que sofre desidroxilação acima de 125 °C durante a secagem, e oxi-hidróxido de alumínio AlOOH, que sofre desidroxilação acima de 300 °C (LIDE, 2007). Esta heterogeneidade química e morfológica faz com que a formação da fase espinélio de aluminato de zinco só ocorra em altas temperaturas, de pelo menos 750 °C, para obter a fase pura de espinélio com cristalinidade muito baixa (BATTISTON et al., 2014) ou de pelo menos 900 °C, para a obtenção da fase espinélio com cristalinidade satisfatória (MEKPRASART et al., 2015).

A necessidade de altas temperaturas de tratamento térmico para a obtenção final da fase espinélio cristalina acaba por demandar pelo menos duas etapas adicionais para reduzir a quebra de aglomerados e a redução do tamanho médio de partículas, recuperando parte da área específica perdida na etapa de cristalização. A primeira etapa requerida é uma extensa moagem por atrição durante várias horas, com a desvantagem de aumentar o risco de contaminação do material. Devido à moagem, geralmente feita em solventes orgânicos, um tratamento térmico é feito para a retirada dos resíduos e também para relaxação das microdeformações de

rede (ANCHIETA et al., 2013).

Mas, há métodos químicos envolvendo precursores polimerizados em baixas temperaturas, como os métodos Sol-Gel e dos Precursores Poliméricos, que evitam as heterogeneidades insanáveis em baixas temperaturas dos métodos anteriores. Em geral, as misturas reacionais obtidas por este tipo de método químico são obtidas com homogeneidade muito maior já nos precursores intermediários (ANDERSON et al., 1987) e, por envolverem temperaturas mais baixas de tratamento para a cristalização da fase, o crescimento excessivo de partículas e a sinterização do pó são evitados (LU e FU, 1996, CAVALHEIRO et al., 1999; DUAN et al., 2005; GAMA et al, 2009).

Por outro lado, apesar destes métodos químicos gerarem partículas de tamanhos reduzidos da fase aluminato de zinco em temperaturas tão baixas quanto 250 °C, ainda há invariavelmente resíduos de síntese no material intermediário. Quando os resíduos de síntese são hidróxidos metálicos residuais, como ocorre no método Sol-Gel, a saída de vapor de água durante tratamentos térmicos acima de 450 °C ajuda a evitar o crescimento excessivo de partículas e a sinterização do pó até 600 °C (DA SILVA et al., 2009).

O mesmo efeito é conseguido utilizando o método dos Precursores Poliméricos (PECHINI, 1967), cujo precursor tipicamente carbonizado a 400 °C ainda apresenta grande quantidade de matéria orgânica que sofrerá decomposição em torno de 450 °C, com a formação de gases em alta pressão no interior dos poros do material, que acabam por romper as partículas e os aglomerados e contribuem para aumentar a área específica (LESSING, 1989).

O método dos Precursores Poliméricos, muitas vezes referido como método Pechini (1967) é baseado na complexação dos cátions metálicos com ácidos policarboxílicos em meio aquoso ou etanólico, seguido de poliesterificação com um poliálcool. A proposta considera que a perfeita homogeneidade catiônica só é assegurada em solução e a distribuição de cátions pode ser fixada espacialmente com a poliesterificação. Mas, o precursor polimérico deve ser decomposto lentamente para evitar a combustão rápida e causar a sinterização de partículas (LESSING, 1989). É aplicável para inúmeras estruturas cerâmicas complexas de espinélio ou perovskita, cuja fase requerida tem maior barreira de formação do que as fases secundárias formadas prioritariamente, o que configuraria uma situação de heterogeneidade que dificilmente pode ser corrigida posteriormente (ANDERSON et al., 1987).

2 | METODOLOGIA EXPERIMENTAL

O processo de obtenção do precursor polimérico contendo os cátions de zinco e alumínio na razão molar 1:2 foi conduzido em etapas subsequentes, partindo da dissolução em água destilada a 80 °C de uma quantidade de ácido

cítrico anidro $C_6H_8O_7$ (99,5 %, Qhemis) correspondente a razão molar de 4 : 1 em relação a somatória molar dos cátions metálicos. Em seguida, adicionou-se acetato de zinco dihidratado $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ (99,5 %, Poison) e nitrato de alumínio nonahidratado $Al(NO_3)_3 \cdot 2H_2O$ (98 %, Dinâmica) a esta solução, a qual foi agitada até total homogeneização e recebeu, em seguida, o agente polimerizante etileno glicol (99,5 %, Vetec) na razão molar de 3 : 1 em relação ao ácido cítrico, elevando-se a temperatura para 120 °C até obter alta viscosidade da solução, com redução do volume para 10 % do inicial.

O béquer contendo o poliéster foi então levado ao forno mufla com atmosfera estática e programação em três estágios subsequentes de 2 horas cada e taxa de aquecimento de 10 °C/min: a 200 °C para completar a poliesterificação, a 300 °C para iniciar lentamente a carbonização e, finalmente a 350 °C para promover a formação de resíduo de carvão amorfo interfásico, o que facilita o processo de trituração. Este precursor material carbonizado, denominado de precursor T350. A calcinação final foi feita a 600 °C e 700 °C por 4 horas, partindo-se do precursor T350, que é pré-calcinado a 400 °C por horas, triturado e finalmente levado às temperaturas finais em atmosfera estática, com uma etapa de trituração na metade do tempo.

Tanto o precursor T350 como os materiais finais calcinados a 600 °C e 700 °C, denominados gahnita T600 e T700, respectivamente, foram caracterizados por análise térmica, com um equipamento da marca TA Instruments, módulo SDT Q600 V20.9. O intervalo de temperatura usado foi de 30 a 1000 °C, com razão de aquecimento de 10 °C/min e fluxo de argônio de 20 mL/min. As amostras também foram caracterizadas por Difractometria de raios X, com um equipamento da marca RIGAKU, Modelo ULTIMA IV, com varredura teta/2-teta, radiação K-alfa de cobre e monocromador de grafite. As análises de BET foram feitas por adsorção de N_2 a 77K em um equipamento da marca Micromeritics, modelo ASAP2010. A Microscopia Eletrônica de Varredura foi feita em um equipamento da marca JEOL, modelo JSM-6380. O fluxograma do procedimento do material é apresentado na Figura 1.

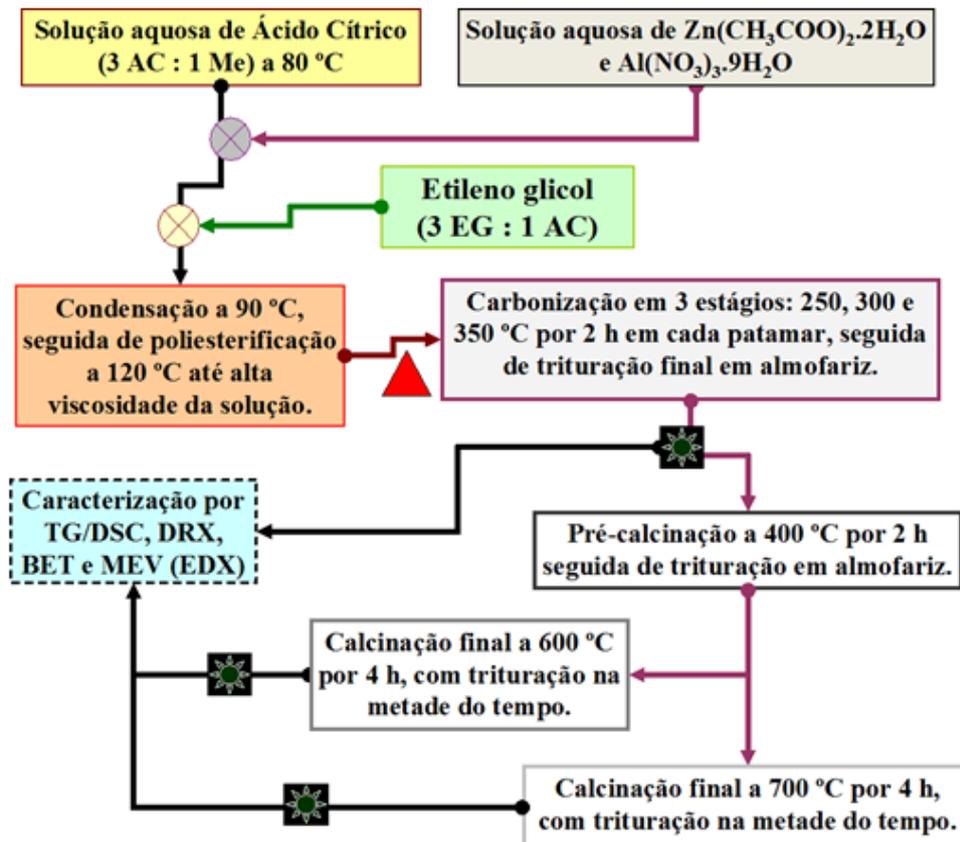


Figura 1. Fluxograma do procedimento de obtenção da gahnita sintética através do método dos precursores poliméricos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

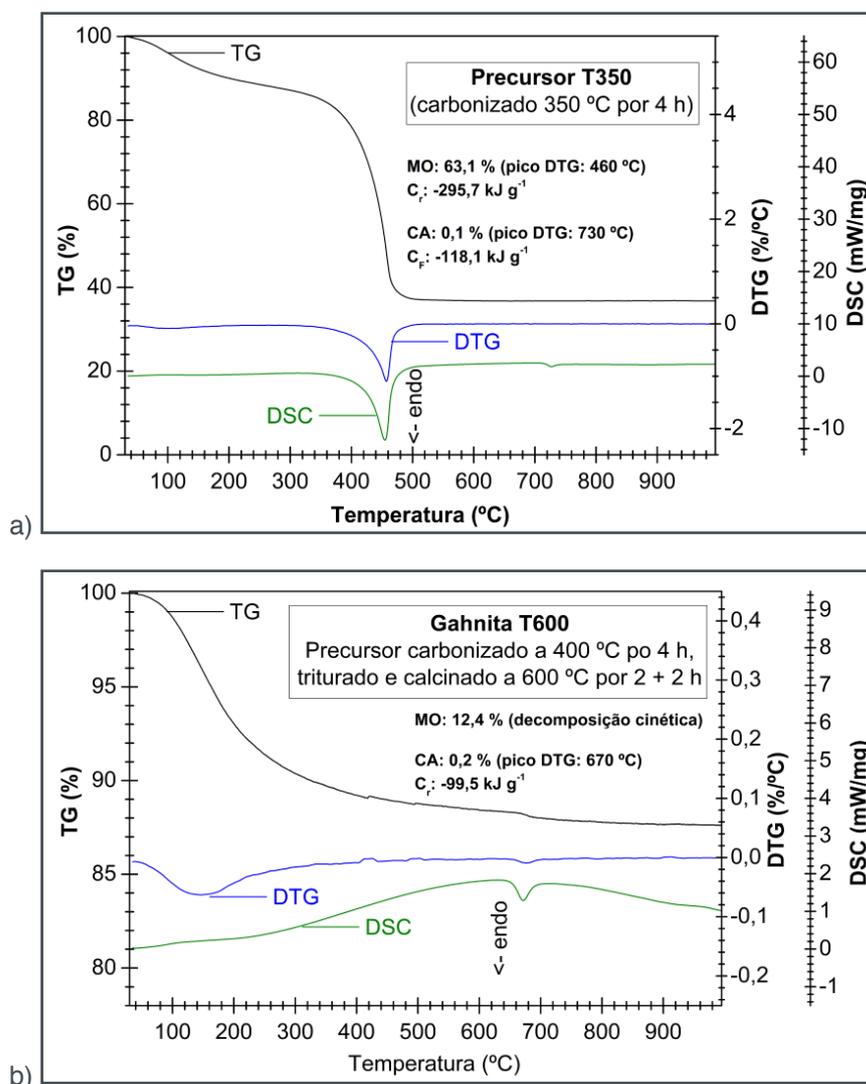
A curva termogravimétrica (TG) do precursor T350 é apresentada na Figura 2.a, juntamente com sua derivada a primeira (DTG) e a curva DSC. É possível observar que há uma perda de massa inicial até 320 °C com perfil de exponencial decrescente que totaliza uma perda total aproximada de 10 %. Este perfil de perda em baixas temperaturas e com acentuado caráter cinético (pico DTG sutil) e sem envolvimento energético definido (sem pico DSC) pode ser associado à dessorção de gases e outros compostos voláteis adsorvidos, que aderem à superfície do material durante a etapa de carbonização.

É também possível observar que o precursor sofre grande perda de massa (63,1 %) entre 300 e 500 °C, associada à decomposição de matéria orgânica oxigenada (MO), com barreira energética (pico DTG) em 460 °C. Devido à amplitude energética desta decomposição, com calor de reação da ordem de $-249,7 \text{ kJ g}^{-1}$, o segundo evento, relacionado à decomposição do carbono amorfo (CA) aparece de modo sutil em 730 °C, com perda de massa imperceptível pela curva (0,1 %) e calor de reação de $-118,1 \text{ kJ g}^{-1}$.

O precursor T350 foi submetido a uma pré-calcinação a 400 °C com trituração e, em seguida, à calcinação final de 600 °C por 4 horas com trituração na metade do

tempo (amostra gahnita T600). É possível observar que a matéria orgânica oxigenada não é totalmente eliminada, restando 12,4 % dela no material final (Figura 2.b). Apesar de parecer mais acentuada, a perda de massa inicial até 300 °C apresenta o mesmo perfil e amplitude de perda de massa de aproximadamente 10 %, demonstrando que eliminação de produtos de decomposição da matéria orgânica é dificultada pela morfologia do material.

Devido ao aparecimento de um pico DTG mais nítido para esta decomposição inicial em torno de 120 °C, provavelmente há uma relação mais estreita entre o tipo de composto residual e a porosidade preferencial de adsorção. Já a decomposição do carbono amorfo formado nos poros do material, apresenta decomposição em menor temperatura (670 °C) e menor envolvimento energético (-99,5 kJ g⁻¹). Esta alteração da temperatura de pico DSC demonstra que o carbono amorfo formado apresenta características diferentes do carbono amorfo formado diretamente do precursor T350, um efeito que pode ser atribuído às etapas de trituração.



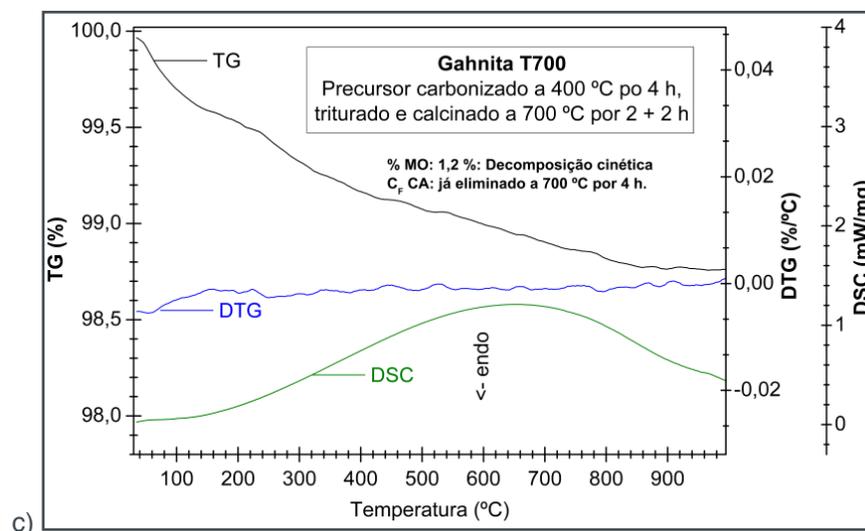


Figura 2. Análise térmica (TG/DTG/DSC) para: a) precursor T350 obtido pela carbonização a 350 °C por 4 horas, b) precursor T600 obtido pela calcinação do precursor T350 a 600 °C por 4 horas e c) precursor T700 obtido pela calcinação do precursor T350 a 700 °C por 4 horas.

O mesmo precursor T350 foi também submetido às mesmas etapas anteriores, mas em temperatura de 700 °C (amostra gahnita T700). A matéria orgânica oxigenada é quase, restando apenas 1,2 %, sendo 0,6 % de compostos voláteis adsorvidos e 0,6 % de carbono intersticial (Figura 2.c). É possível observar que não há a presença de carbono amorfo neste precursor calcinado a 700 °C, o que é coerente com a redução da estabilidade térmica para 670 °C, como observado na amostra gahnita T600, menor, portanto, que esta temperatura de calcinação de 700 °C.

Na Figura 3 são observados os padrões de difração e para as três amostras, ao longo do processo de cristalização. A identificação de fases através do banco de dados JCPDS (2003) permitiu concluir que o precursor amorfo a 350 °C se converte diretamente na fase espinélio de simetria cúbica Fd-3m, característica da fase gahnita, quando levado a calcinação acima da temperatura de barreira energética de decomposição da matéria orgânica, não havendo formação de qualquer fase intermediária. A maior largura a meia altura dos picos em alto ângulo refletem a existência de midrodeformação de rede cristalina devido à presença de 0,6 % de carbono intersticial.

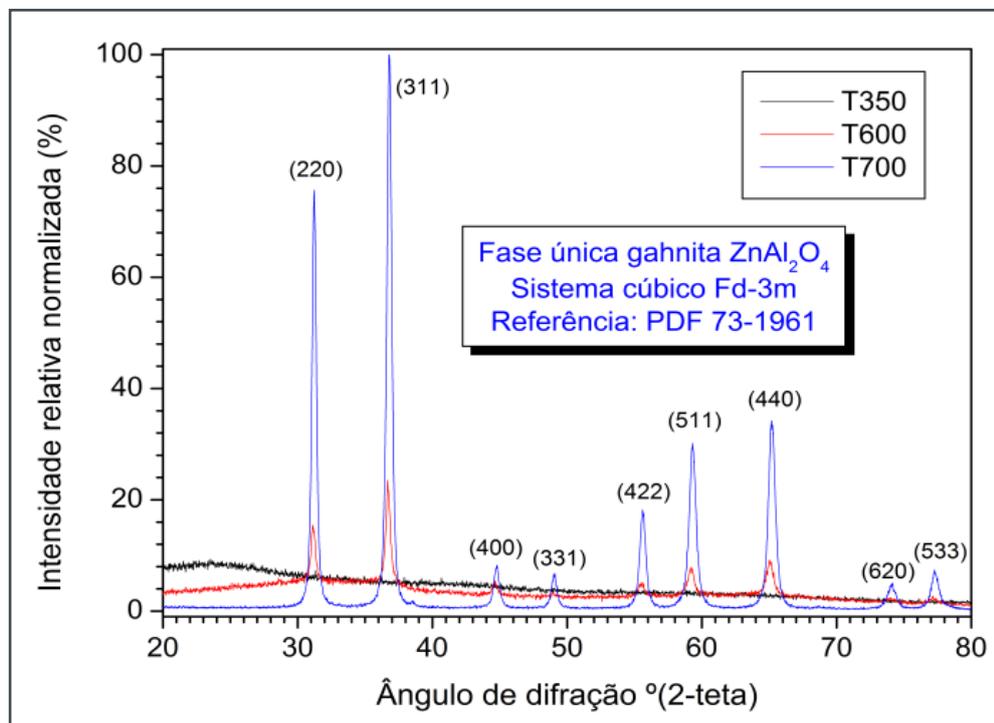


Figura 3. Evolução da formação da fase gahnita sintética $ZnAl_2O_4$ a partir do precursor T350 para as temperaturas de 600 e 700 °C.

A variação da área específica de superfície B.E.T. é mostrada na Figura 4, onde é possível observar que a área específica aumentar com o rompimento dos aglomerados entre 350 e 600 °C devido à decomposição da matéria orgânica, mas volta a decrescer entre 600 e 700 °C, devido ao crescimento de partículas e a sinterização do pó. Estes efeitos podem ser observados na Figura 5, que mostra as micrografias eletrônicas de varredura e as análises por EDX para estas amostras.

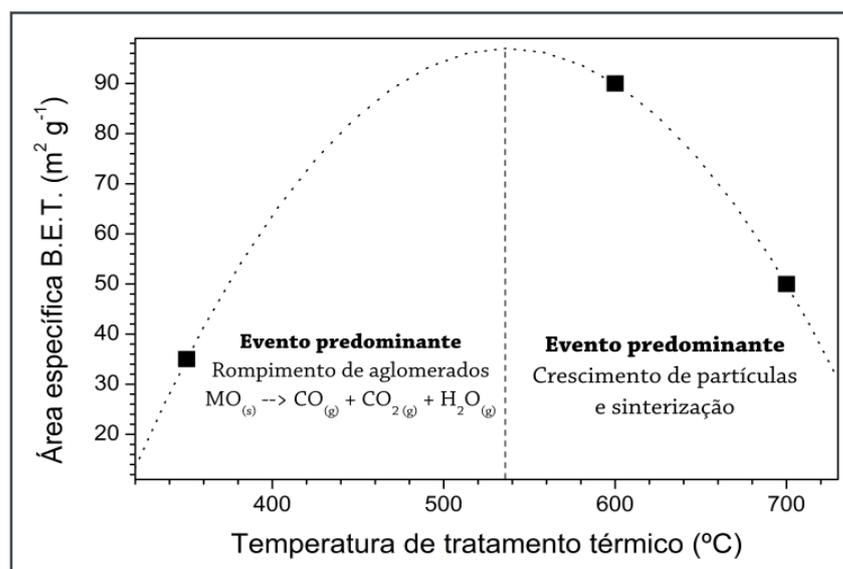
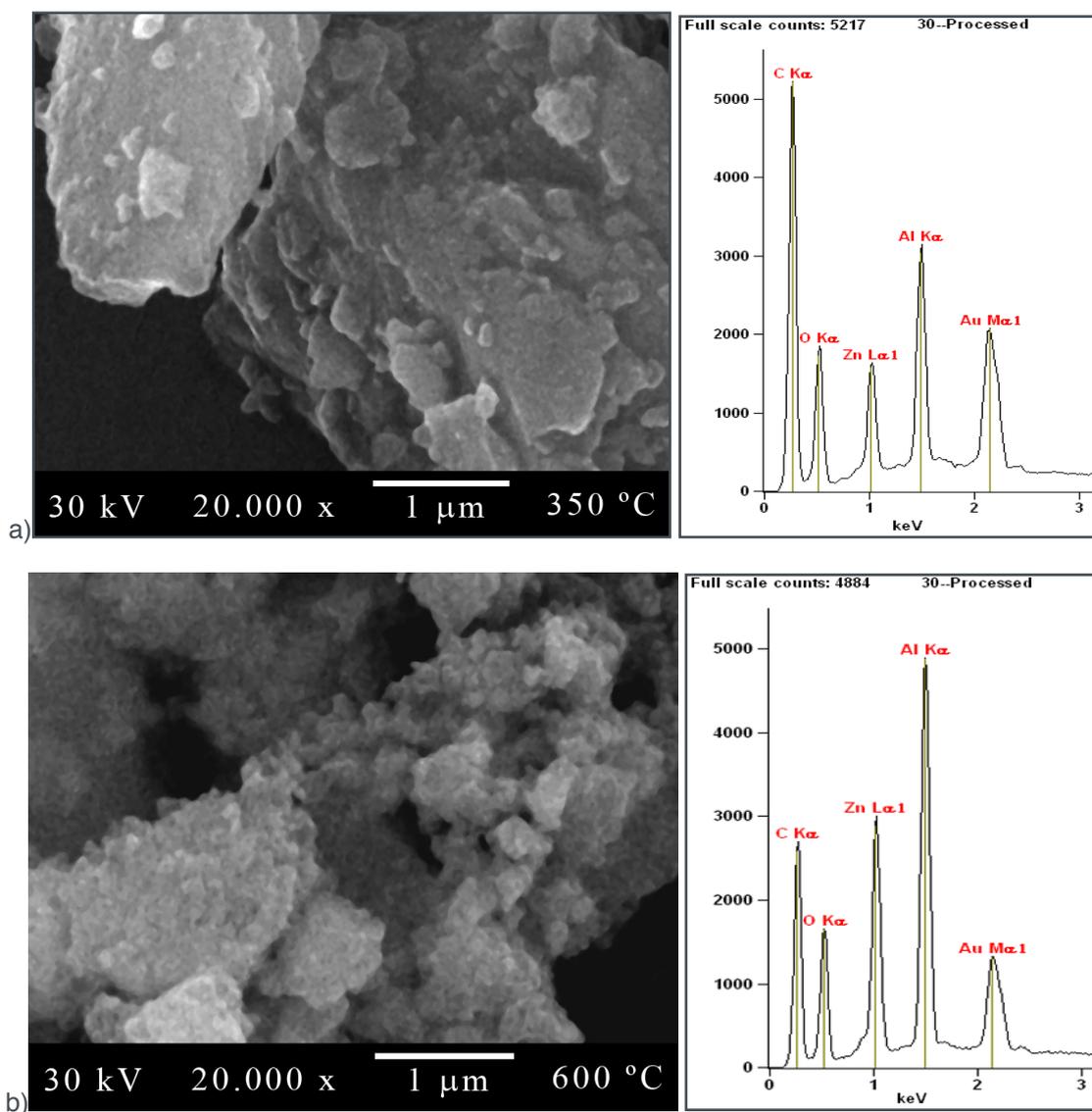


Figura 4. Variação da área específica B.E.T. durante o processo de decomposição da matéria orgânica e cristalização da fase gahnita sintética $ZnAl_2O_4$.

Na imagem da Figura 5.a é possível observar a presença de um grande

aglomerado típico desta amostra, alcançando tamanhos bem maiores do que o visualizado nesta imagem (de 10 a 20 microns). O pico de carbono no espectro EDX desta imagem mostra que estes aglomerados são íntegros devido a esta matriz polimérica carbonizada. , que mostra as micrografias eletrônicas de varredura e as análises por EDX para estas amostras.

Já na imagem da Figura 5.b, referente à amostra calinada a 600 °C, a morfologia das partículas é bem visualizada e, apesar de ainda haver grandes aglomerados, a porosidade é acentuada. Por fim, na imagem da Figura 5.c, referente à amostra calinada a 700 °C, há crescimento de partículas e um processo de sinterização acentuado, coerente com a redução de área superficial observada para esta amostra.



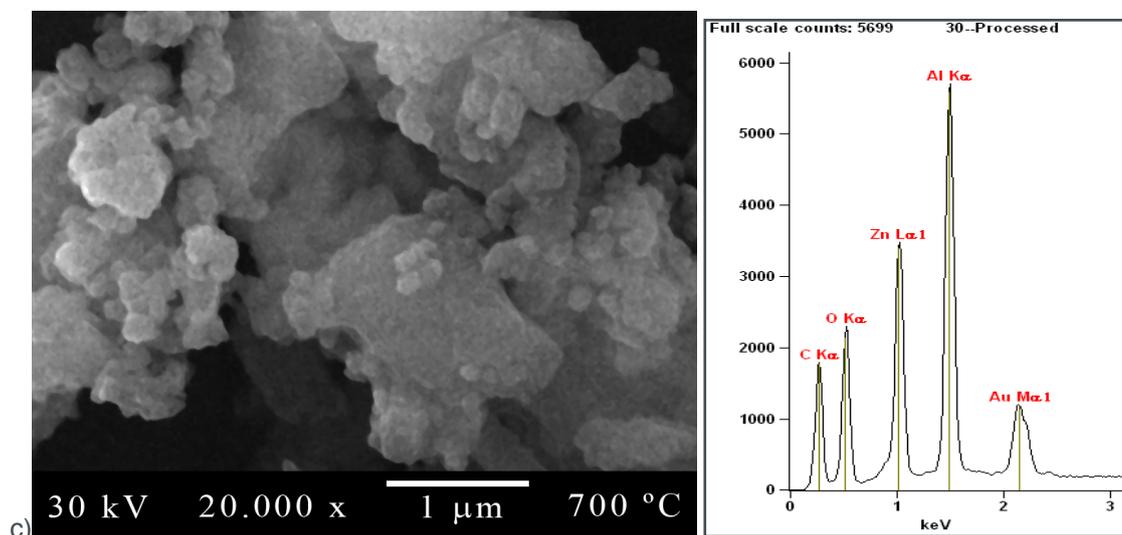


Figura 5. Imagens obtidas por MEV e respectivos espectros EDX para: a) precursor T350, carbonizado a 350 °C por 4 horas, b) gahnita T600, calcinado a 600 °C por 4 horas a partir do precursor T350 e c) gahnita T700, calcinado a 600 °C por 4 horas a partir do precursor T350.

4 | CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DESTE MÉTODO DE SÍNTESE

Este capítulo buscou demonstrar as características mais importantes a serem consideradas para a utilização do Método dos Precursores Poliméricos para obtenção de materiais cerâmicos com boa cristalinidade em temperaturas menores do que métodos físicos e outros métodos químicos. Além das características térmicas mais importantes, esta metodologia ainda apresenta a vantagem que o método sol-gel não possui, que a possibilidade de se preparar soluções estoques padronizadas de muitos citratos metálicos, agilizando o preparo de uma grande variedade de composições cerâmicas.

5 | SUPORTE FINANCEIRO E AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FUNDECT, CNPq, CAPES e FINEP pelo apoio financeiro e bolsas de pesquisa concedidas.

REFERÊNCIAS

ANCHIETA, C. G.; SALLET, D.; FOLETTO, E. L.; SILVA, S. S.; CHIAVONE-FILHO, O. NASCIMENTO, C. A. O. Synthesis of ternary zinc spinel oxides and their application in the photodegradation of organic pollutant. **Ceramics International**. v. 40, n. 3, p. 4173-4178, 2013

ANDERSON, H. V.; PENNEL, M. J.; GUHA, J. P. Polymeric synthesis of lead magnesium niobate powders. **Journal of Advanced Ceramics**. V. 21, n. 2, p. 91-98, 1987.

BALLARINI, A. D.; BOCANEGRA, S. A.; CASTRO A. A.; MIGUEL, S. R., SCELZA, O. A. Characterization of $ZnAl_2O_4$ obtained by different methods and used as catalytic support of Pt. **Catalysis Letters**. V. 129, n. 3, p. 293-302, 2009.

BARROS, B. S.; MELO, P. S.; GAMA, L.; ALVES-JR, S.; FAGURY-NETO, E.; KIMINAMI, R. H. G. A.; COSTA, A. C. F. M. Caracterização morfológica e luminescente de nanopartículas de aluminato de zinco dopadas com Eu^{3+} . **Cerâmica**, v. 51, p. 63-69, 2005

BATTISTON, S.; RIGO, C.; SEVERO, E. C.; MAZUTTI, M. A.; KUHN, R. C.; GÜNDEL, A.; FOLETTTO, E. L. Synthesis of zinc aluminate (ZnAl_2O_4) spinel and its application as photocatalyst. **Materials Research**, v. 17, n. 3, p. 734-738, 2014.

BHARGAVA, R. N.; GALLAGHER, D.; HONG, X.; NURMIKKO, A. Optical properties of manganese-doped nanocrystals of ZnS. **Physical Review Letters**, v. 72, n. 3, p. 416, 1994.

CAVALHEIRO, A. A.; BERTOCHI, M. A. Z.; VARELA, J. A. Influência do oxalato de amônio na formação do precursor columbita obtido pelo método Pechini. **Cerâmica**, v. 45, n. 292-293, p.56-60, 1999.

DA SILVA, A. A.; GONÇALVES, A. S.; DAVOLOS, M. R. Characterization of nanosized ZnAl_2O_4 spinel synthesized by the sol-gel method. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, n. 49, n. 1, p. 101-105, 2009.

DUAN, X.; YUAN, D.; SUN, Z.; LUAN, C.; PAN, D.; XU, D.; LV, M. Preparation of Co^{2+} -doped ZnAl_2O_4 nanoparticles by citrate sol-gel method. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 386, n. 1-2, 311-314, 2005.

GALETTI, A. E.; GOMEZ, M. F.; ARRÚA, L. A.; ABELLO, M. C. Ni catalysts supported on modified ZnAl_2O_4 for ethanol steam reforming. **Applied Catalysis A: General**, v. 380, p. 40-47, 2010.

GAMA, L.; RIBEIRO, M. A.; BARROS, B. S.; KIMINAMI, R. H. A.; WEBER, I. T.; COSTA, A. C. F. M. Synthesis and characterization of the NiAl_2O_4 , CoAl_2O_4 and ZnAl_2O_4 spinels by the polymeric precursors method. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 483, n. 1-2, p. 453-455, 2009.

GARBARINO, G.; RIANI, P.; GARCÍA, M. V.; FINOCCHIO, E.; ESCRIBANO, V. S.; BUSCA, G. A study of ethanol conversion over zinc aluminate catalyst. **Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis**, V. 124, n. 2, p. 503–522, 2018.

GARCÍA-HIPÓLITO, M.; CORONA-OCAMPO, A.; ALVAREZ-FREGOSO, O.; MARTÍNEZ, E. GUZMÁN-MENDOZA, J.; FALCONY C. Characterization of ZnAl_2O_4 :Tb luminescent films deposited by ultrasonic spray pyrolysis technique. **Physica Status Solidi**, v. 201, n. 1, p. 72-79, 2004.

HO, J.-C.; LIU, K.-S.; LIN, I.-N. Synthesis of $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ perovskite by an alkoxide method. **Journal of Materials Science**, v.30, n. 15, p.3936-3943, 1995.

KLUG, H.; ALEXANDER, L. **X-Ray Powder Procedures**. Wiley, New York p. 491, 1962.

JCPDS. **Joint Committee on Powder Diffraction Standards International Center for Diffraction Data**. Philadelphia, 2003.

LESSING, P. A. Mixed cation oxide powders via polymeric precursors. **Ceramic Bulletin**, v. 69, n. 5, p.1002-1007, 1989.

LIDE, D. R. **Handbook of Chemistry and Physics**, 87^a ed., Taylor&Francis, 2007.

LU, C.-H.; FU, S.-C. Preparation of pyrochlore-free lead magnesium niobate via adding excess constituent compounds. **Materials Letters**, v. 27, n. 3, p.71-75, 1996.

MARTINS, R. F.; SERRA, O. A. Thin film of ZnAl_2O_4 : Eu^{3+} synthesized by a non-alkoxide precursor sol-gel method. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, n. 7, p. 1395-1398, 2010.

MEKPRASART, W.; WORASAWAT, S.; PECHARAPA, W. Effect of pH and temperature on physical properties of zinc aluminate based nanostructure synthesized via co-precipitation method. **Advanced Materials Research**. v. 1103, p. 53–59, 2015.

NAKAMURA, Y.; AOI T. ARUDA, A; WATANABE Y.; HIRAYAMA, S.; FUJIMOTO, S. Synthesis and properties of dielectrics ceramics from metallo-organic precursors through the solid-state reaction of mixed gels. **Journal of the American Ceramic Society**. v. 78, n. 6, p. 1457-1462, 1995.

NARENDAR, Y.; MESSING, G. L. Kinetic analysis of niobate from metal carboxylate gels. **Journal of the American Ceramic Society**. v. 80, n. 4, p. 919-924, 1997.

PECHINI, M. P. **Method of preparing lead and alkaline earth titanates and niobates and coating methods using the same to form a capacitor**. U.S. Patent 3.330.697, 1967.

SHERIDAN, D. M.; RAYMOND, W. H. **Precambrian Deposits of Zinc-Copper-Lead Sulfides and Zinc Spinel (Gahnite) in Colorado**. Geological survey bulletin; 1550. 31 p. Library of congress cataloging in publication data bibliography, United States government printing office, Washington, 1984.

SILVA; J. F.; COSTA; A. C. F. M.; BARROS; B. S.; GAMA; L.; KIMINAMI, R. H. G. A.; S. ALVES-JR, S. Síntese de $ZnAl_2O_4$: Yb:Er por reação de combustão. **Cerâmica**. v. 52, n. 323, p. 123-127, 2006.

WALERCZYK, W.; ZAWADZKI, M.; OKAL, J. Characterization of the metallic phase in nanocrystalline $ZnAl_2O_4$ -supported Pt catalysts. **Applied Surface Science**. v. 257, n. 6, p. 2394-2400, 2011.

YOON, K. H., AHN, K.; CHO, Y. S.; KANG, D. H. Microstructural effect on dielectric properties of $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ with ZnO additive. **Journal of Materials Science Letters**. v. 14, n. 11, p. 823-827, 1995.

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

