

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS CERÂMICOS: NOVAS PERSPECTIVAS

Organizadores

Érica Karine Alves de Lima
Elaine Ferreira dos Santos Fernandes
Geysivana Késsya Garcia Carvalho
Erica Ianne da Silva Sousa
José Rosa de Souza Farias
Ketelly Estefane da Silva Alves
Valdeci Bosco dos Santos
Veruska do Nascimento Simões
Victória Régia Alves Sales
Ycaro Breno Alves de Almeida
Aluska do Nascimento Simões Braga
Diogenes de Moura Júnior

VOLUME 3

EDITORA
OMNIS SCIENTIA



ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS CERÂMICOS: NOVAS PERSPECTIVAS

Organizadores

Érica Karine Alves de Lima
Elaine Ferreira dos Santos Fernandes
Geysivana Késsya Garcia Carvalho
Erica Ianne da Silva Sousa
José Rosa de Souza Farias
Ketelly Estefane da Silva Alves
Valdeci Bosco dos Santos
Veruska do Nascimento Simões
Victória Régia Alves Sales
Ycaro Breno Alves de Almeida
Aluska do Nascimento Simões Braga
Diogenes de Moura Júnior

VOLUME 3

EDITORA
OMNIS SCIENTIA



Editora Omnis Scientia

**ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS CERÂMICOS: NOVAS
PERSPECTIVAS**

Volume 3

1ª Edição

TRIUNFO - PE

2023

Editor-Chefe

Me. Daniel Luís Viana Cruz

Organizadores

Érica Karine Alves de Lima

Elaine Ferreira dos Santos Fernandes

Geysivana Késsya Garcia Carvalho

Erica Ianne da Silva Sousa

José Rosa de Souza Farias

Ketelly Estefane da Silva Alves

Valdeci Bosco dos Santos

Veruska do Nascimento Simões

Victória Régia Alves Sales

Ycaro Breno Alves de Almeida

Aluska do Nascimento Simões Braga

Diogenes de Moura Júnior

Conselho Editorial

Dr. Cássio Brancaleone

Dr. Marcelo Luiz Bezerra da Silva

Dra. Pauliana Valéria Machado Galvão

Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior

Dr. Wendel José Teles Pontes

Editores de Área - Ciências da Saúde

Dra. Camyla Rocha de Carvalho Guedine

Dra. Cristieli Sérgio de Menezes Oliveira

Dr. Leandro dos Santos

Dr. Hugo Barbosa do Nascimento

Dr. Marcio Luiz Lima Taga

Dra. Pauliana Valéria Machado Galvão

Assistente Editorial

Thialla Larangeira Amorim

Imagem de Capa

Freepik

Edição de Arte

Vileide Vitória Larangeira Amorim

Revisão

Os autores



**Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-
NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.**

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Lumos Assessoria Editorial

A532 Análise e desenvolvimento de materiais cerâmicos : novas perspectivas : volume 3 [recurso eletrônico] / organizadores Érica Karine Alves de Lima ... [et al.]. — 1. ed. — Triunfo : Omnis Scientia, 2023.
Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-6036-166-9

DOI: 10.47094/978-65-6036-166-9

1. Material cerâmico. 2. Engenharia de materiais.
3. Cerâmica (Tecnologia). I. Lima, Érica Karine Alves de.
II. Título.

CDD23: 620.11

Bibliotecária: Priscila Pena Machado – CRB-7/6971

Editora Omnis Scientia

Triunfo – Pernambuco – Brasil

Telefone: +55 (87) 99656-3565

editoraomnisscientia.com.br

contato@editoraomnisscientia.com.br



PREFÁCIO

Historicamente, os cerâmicos são uns dos materiais mais antigos do mundo, em virtude do seu emprego desde a pré-história. São compostos inorgânicos formados por elementos metálicos e não metálicos, ligados através de ligações iônicas e/ou covalentes. As propriedades destes materiais são determinadas pelo tipo de ligação atômica, seu caráter amorfo ou cristalino, bem como pelos métodos de seu processamento. São caracterizados por apresentar propriedades tais como: resistência a altas temperaturas e a corrosão, dureza, são isolantes térmicos e elétricos.

Cerâmicas a base de argilas, como peças decorativas, louças de mesa e relacionadas com a construção civil (louças sanitárias, cimento, tijolos, revestimento de piso ou parede), são classificadas como cerâmicas tradicionais. São elaboradas a partir de materiais naturais (ou pouco beneficiadas), de pureza variável, e com pouca exigência de controle em seu processamento.

As cerâmicas avançadas ou cerâmicas de Engenharia são produzidas a partir de matérias primas sintéticas (óxidos, nitretos, carbetos e outros) ou beneficiadas industrialmente, com alto grau de pureza, e processamento controlado rigidamente. Estas cerâmicas são utilizadas em aplicações tecnológicas, estando presentes nas indústrias de componentes eletrônicos, de comunicação, automotiva, naval, aeroespacial, biomédica, e em muitas outras áreas industriais.

Tendo em vista a importância dos materiais cerâmicos ao promover um resultado significativo na sociedade, visto que estão presentes em diferentes aplicações indústrias, este livro apresenta diferentes pesquisas relacionadas a estudos originais e de revisões bibliográficas na abordagem dessa área da ciência e engenharia de materiais.

Os organizadores.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....11

ANÁLISE DO USO DO ESTRÔNCIO (Sr) COMO ÍON DOPANTE NA SÍNTESE DO BETA FOSFATO TRICÁLCICO (β -TCP): UM ESTUDO PROSPECTIVO

José Rosa de Souza Farias

Victória Régia Alves Sales

Ycaro Breno Alves de Almeida

Geysivana Késsya Garcia Carvalho

Maysa Memória Martins

Erica Ianne da Silva Sousa

Veruska do Nascimento Simões

Elaine Ferreira dos Santos Fernandes_

Érica Karine Alves de Lima_

Maria Elayne Rodrigues Alves

Valdeci Bosco dos Santos

Aluska do Nascimento Simões Braga

DOI: 10.47094/978-65-6036-166-9/11-27

CAPÍTULO 2.....28

INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO NA OBTENÇÃO DE MULITA POR MEIO DA ROTA SOL-GEL

José Rosa de Souza Farias

Geysivana Késsya Garcia Carvalho

Gabriel Lima Bastos

Erica Ianne da Silva Sousa

Ycaro Breno Alves de Almeida

Veruska do Nascimento Simões

Elaine Ferreira dos Santos Fernandes_

Ketelly Estefane da Silva Alves

Hitalo de Jesus Bezerra da Silva

Humberto Denys de Almeida Silva

Valdeci Bosco dos Santos

Aluska do Nascimento Simões Braga

DOI: 10.47094/978-65-6036-166-9/28-36

CAPÍTULO 3.....37

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE RESÍDUOS INDUSTRIAL/AGROINDUSTRIAL NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA CIMENTÍCIA

Elaine Ferreira dos Santos Fernandes

Érica Karine Alves de Lima

Ketelly Estefane da Silva Alves

Maria Elayne Rodrigues Alves

Hitalo de Jesus Bezerra da Silva

José Rosa de Souza Farias

Naiara de Oliveira Sobrinho

Geysivana Késsya Garcia Carvalho

Maysa Memória Martins

Veruska do Nascimento Simões

Aluska do Nascimento Simões Braga

Valdeci Bosco dos Santos

DOI: 10.47094/978-65-6036-166-9/37-47

CAPÍTULO 4.....48

ALFA FOSFATO TRICÁLCICO COMO BIOMATERIAL: UMA BREVE REVISÃO DAS PROPRIEDADES E APLICAÇÕES.

Victória Régia Alves Sales

José Rosa de Souza Farias

Geysivana Késsya Garcia Carvalho

Erica Ianne da Silva Sousa

Gabriel Lima Bastos

Ycaro Breno Alves de Almeida

Diógenes de Moura Júnior

Veruska do Nascimento Simões

Pedro Afonso Amorim de Sousa

Thaynã Leite de Alencar

Valdeci Bosco dos Santos

Aluska do Nascimento Simões Braga

DOI: 10.47094/978-65-6036-166-9/48-63

CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO NA OBTENÇÃO DE MULITA POR MEIO DA ROTA SOL-GEL

José Rosa de Souza Farias¹

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/9404467330103347>

Geysivana Késsya Garcia Carvalho²

Christus Faculdade do Piauí (CHRISFAPI), Piripiri, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/0242153749540840>

Gabriel Lima Bastos³

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí

<https://lattes.cnpq.br/2549357911573252>

Erica Ianne da Silva Sousa⁴

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/4888137102478661>

Ycaro Breno Alves de Almeida⁵

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/4070307554924095>

Veruska do Nascimento Simões⁶

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Sumé, Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/1149592827133122>

Elaine Ferreira dos Santos Fernandes⁷

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

<http://lattes.cnpq.br/3325233130338911>

Ketelly Estefane da Silva Alves⁸

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

<http://lattes.cnpq.br/0511638279355579>

Hitalo de Jesus Bezerra da Silva⁹

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/4510351692039237>

Humberto Denys de Almeida Silva¹⁰

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

<http://lattes.cnpq.br/0272180920811513>

Valdeci Bosco dos Santos¹¹

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Teresina, Piauí.

<http://lattes.cnpq.br/0011700686113389>

Aluska do Nascimento Simões Braga¹²

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/2429557575387821>

RESUMO: Mullita sintética é um material que tem recebido atenção especial devido às suas propriedades químicas, físicas e mecânicas, que estão correlacionadas com o método de síntese utilizado. Dentre os métodos químicos de síntese, o interesse pelo método sol-gel tem crescido no meio da comunidade científica. A maior motivação para tal interesse é o fato desta técnica proporcionar a obtenção de pós com elevada pureza e homogeneidade química e também as baixas temperaturas de processamento. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo a análise da influência da concentração da solução, da temperatura de calcinação e do tipo de solvente, na obtenção de mullita por meio da rota sol-gel. Foi analisada a influência dos solventes água, álcool etílico, álcool isopropílico e tetrahidrofurano (THF), na obtenção da mullita. As amostras foram caracterizadas por difração de raios X (DRX) e análise térmica (TG e ATD). Os resultados mostraram a forte influência dos parâmetros estudados, onde a mullita cristalizou para todos os solventes estudados, dependendo do controle da concentração da solução e da temperatura.

PALAVRAS-CHAVE: Mullita. Síntese. Sol-Gel

INFLUENCE OF SOLUTION CONCENTRATION ON THE SYNTHESIS OF MULLITE VIA SOL-GEL ROUTE

ABSTRACT: Synthetic mullite is a material that has garnered special attention due to its chemical, physical, and mechanical properties, which are closely related to the synthesis method used. Among the chemical synthesis methods, interest in the sol-gel method has been growing within the scientific community. The primary motivation for this interest is the technique's ability to produce powders with high purity and chemical homogeneity, as well as lower processing temperatures. Therefore, this study aimed to analyze the influence

of solution concentration, calcination temperature, and solvent type on mullite obtained through the sol-gel route. The influence of solvents, including water, ethyl alcohol, isopropyl alcohol, and tetrahydrofuran (THF), on mullite synthesis was investigated. Samples were characterized using X-ray diffraction (XRD) and thermal analysis (TG and DTA). The results highlighted the significant influence of the studied parameters, as mullite crystallized for all solvents investigated, depending on the control of solution concentration and temperature.

KEY-WORDS: Mullite. Synthesis. Sol-Gel.

INTRODUÇÃO

Mullita é o único composto cristalino estável à pressão atmosférica no sistema Al_2O_3 - SiO_2 (Davis e Pask, 1971). A mullita cristaliza em uma estrutura ortorrômbica e é comumente usada em produtos industriais refratários devido à sua alta estabilidade térmica, mesmo em condições adversas (Schneider et al., 2008; Fischer et al., 2012), mas também é considerado em muitas outras aplicações, incluindo cerâmica avançada (Roy et al., 2022).

Os mecanismos das reações para a formação da mullita podem variar consideravelmente de acordo com os precursores e os métodos empregados (Schneider et al., 1994). Onde, o método químico mais utilizado para produção de mullita é o método sol-gel.

O processamento sol-gel é uma rota de síntese baseada em uma solução para obter materiais híbridos, materiais cerâmicos, orgânicos-inorgânicos, vidros em pó, aerogéis, fibras e filmes. Essa rota de processamento possui várias vantagens sobre as rotas tradicionais de processamento, tais como: baixas temperaturas, homogeneidade química, controle estequiométrico, fácil processamento de vários componentes, alta pureza dos produtos finais, etc (Chaturvedi e Islam, 2021).

No processo sol-gel, os géis são preparados via hidrólise e condensação de alcóxidos ou compostos de metais hidrolisáveis com água e/ou álcoois como meio líquido (Livage et al., 1988) (Brinker et al., 1990). A estrutura e a morfologia do óxido resultante dependem fortemente da contribuição relativa de cada reação (hidrólise e condensação) e podem ser ajustadas às condições experimentais relacionadas a parâmetros internos (natureza do átomo metálico e dos grupos alquila, estrutura do precursor) e externos (razão água/alcóxido, catalisador, concentrações, solvente, temperatura) (Livage et al., 1988).

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes solventes e concentrações das soluções, nas características finais da mullita obtida pelo método sol-gel.

METODOLOGIA

Para a preparação da mulita foi estudado a influência dos solventes utilizados e da concentração das soluções. Foram analisados cinco solventes distintos, sendo estes: álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada (foi usado ácido clorídrico, deixando-a com $\text{pH} \cong 2$) e água basificada (foi usado hidróxido de amônio, deixando-a com $\text{pH} \cong 12$). Foram estudados dados da literatura (Yoshida et al., 2010; Zhang et al., 2009; Kurajica et al., 2011, Braga et al., 2021) e analisado as quantidades dos reagentes usados na síntese de mulita pelo método sol gel.

Comparando-se valores da literatura com os valores usados nesse trabalho, classificou-se as soluções como de baixa concentração. As soluções com baixa concentração foram realizadas da seguinte maneira: 100 ml do solvente em um balão volumétrico de 3 bocas, a uma temperatura de 60°C (temperatura controlada por termômetro) sobre uma placa de aquecimento.

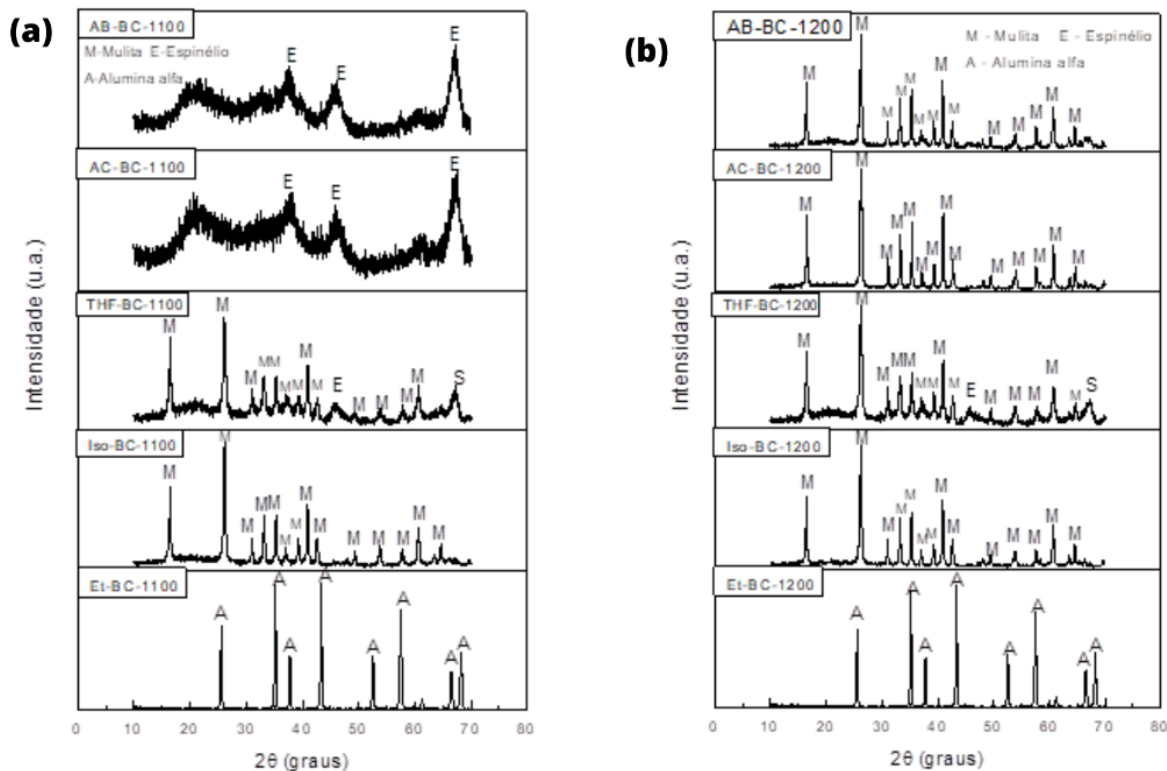
Então, foi adicionado à solução 5,21 ml de TEOS e 28,17 g de nitrato de alumínio. Este sistema foi mantido sob refluxo durante 5 dias com agitação constante e temperatura controlada em 60°C . Passados os 5 dias, a solução obtida foi mantida em estufa por mais 4 dias, também com temperatura controlada em 60°C , formando um gel. Passados os 4 dias na estufa usando os diferentes solventes, os géis obtidos foram calcinados a $450^\circ\text{C}/2$ horas, com taxa de aquecimento de $5^\circ\text{C}/\text{min}$, para eliminação da matéria orgânica. Em seguida, os pós obtidos foram desaglomerados em um almofariz, passados em peneira ABNT n°200 (0,074mm) e calcinados nas temperaturas de 1100°C e 1200°C , durante 2 horas, com taxa de aquecimento de $5^\circ\text{C}/\text{min}$, para obtenção da fase mulita.

A nomenclatura adotada para descrever as amostras sintetizadas foi a seguinte: X-Y-Temperatura, onde, X representa o solvente utilizado (Et, álcool etílico; Iso, álcool isopropílico; THF, THF; AC, água acidificada; AB, água básica); Y representa a concentração (BC, baixa concentração); Temperatura, representa a temperatura de calcinação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figuras 1(a) e 1(b) ilustram os difratogramas de raios X das amostras Et-BC, Iso-BC, THF-BC, ACBC, AB-BC, que foram sintetizadas em baixa concentração, utilizando como solventes o álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basificada, calcinadas em $1100^\circ\text{C}/2\text{h}$ e $1200^\circ\text{C}/2\text{h}$, respectivamente.

Figura 1. Difrátogramas de raios X das amostras Et-BC, Iso-BC, THF-BC, AC-BC, AB-BC, que foram sintetizadas em baixa concentração, utilizando como solventes o álcool etílico, álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basificada, respectivamente calcinadas em 1100°C/2h (a) e 1200°C/2h.



De acordo com os difratogramas da Figura 1, analisando primeiramente a amostra Et-BC, que foi sintetizada usando álcool etílico como solvente, percebe-se que para ambas as temperaturas de calcinação, 1100°C e 1200°C, ocorreu a formação apenas da alumina. Provavelmente, isso se deu devido a elevada constante dielétrica do etanol (24,3), favorecendo uma maior dissolução dos íons, evitando a formação de núcleos de mulita e impedindo sua cristalização. Ao se usar o álcool isopropílico (Amostra Iso-BC) ocorreu a formação da mulita para ambas as temperaturas de calcinação, sem a formação de espinélio, com cristalinidade de 72,0% e 81,6% (Tabela 1) para as temperaturas 1100°C e 1200°C, respectivamente, constatando alta homogeneidade do sistema. Apesar dos álcoois etílico e isopropílico terem moléculas muito parecidas, apresentaram padrões de difração totalmente diferentes. Essa diferença nas fases obtidas pode ser explicada pelos diferentes valores da constante dielétrica dos álcoois. Onde o álcool isopropílico apresenta um valor de constante dielétrica (18,3) menor do que a do álcool etílico, o que provavelmente favoreceu a formação de pequenos núcleos de mulita, que durante a secagem serviram como pontos para nucleação heterogênea e crescimento da mulita.

Quando o THF foi usado como solvente (amostra THF-BC) também ocorreu a cristalização da mulita, juntamente com uma discreta formação de espinélio, para ambas as temperaturas de calcinação, com cristalinidade de 50,9% para 1100°C e de 61,3% para 1200°C. Quando se utilizou a água acidificada (AC-BC) como solvente, percebe-se que na temperatura de 1100°C há bandas de material amorfo e reflexões relacionadas a fase espinélio, com uma cristalinidade de 30,7%. Com a elevação da temperatura para 1200°C a fase mulita é cristalizada, sem a formação de espinélio, com cristalinidade de 82,5%. Quando se utilizou a água basicada (AB-BC-GL) como solvente os padrões foram semelhantes aos da água acidificada, ou seja, em 1100°C a amostra ainda é praticamente amorfa, com cristalinidade de 32,1%, e com a elevação da temperatura para 1200°C a mulita é formada, sem a presença de espinélio, com aumento da cristalinidade para 75,5%.

Em trabalho anteriormente publicado (Braga, 2021) para síntese de mulita em alta concentração utilizando o álcool etílico como solvente, ocorreu a cristalização da mulita já na temperatura de 1100°C, com discreta formação de espinélio. Ao aumentar a temperatura para 1200°C a fase mulita foi formada com alta cristalinidade e sem a formação de espinélio. Diferentemente do que ocorreu neste trabalho, quando da síntese em baixa concentração, onde apenas a alumina foi formada. Isso ocorreu, provavelmente, pois ao aumentar a concentração da solução, aumenta-se também a quantidade dos íons de Al e Si, diminuindo o espaço entre eles, facilitando a formação das ligações Al-O-Si, e assim cristalizando a mulita. Porém, de acordo com estudo anterior (Braga, 2021), para os demais solventes a concentração da solução não influenciou nos resultados.

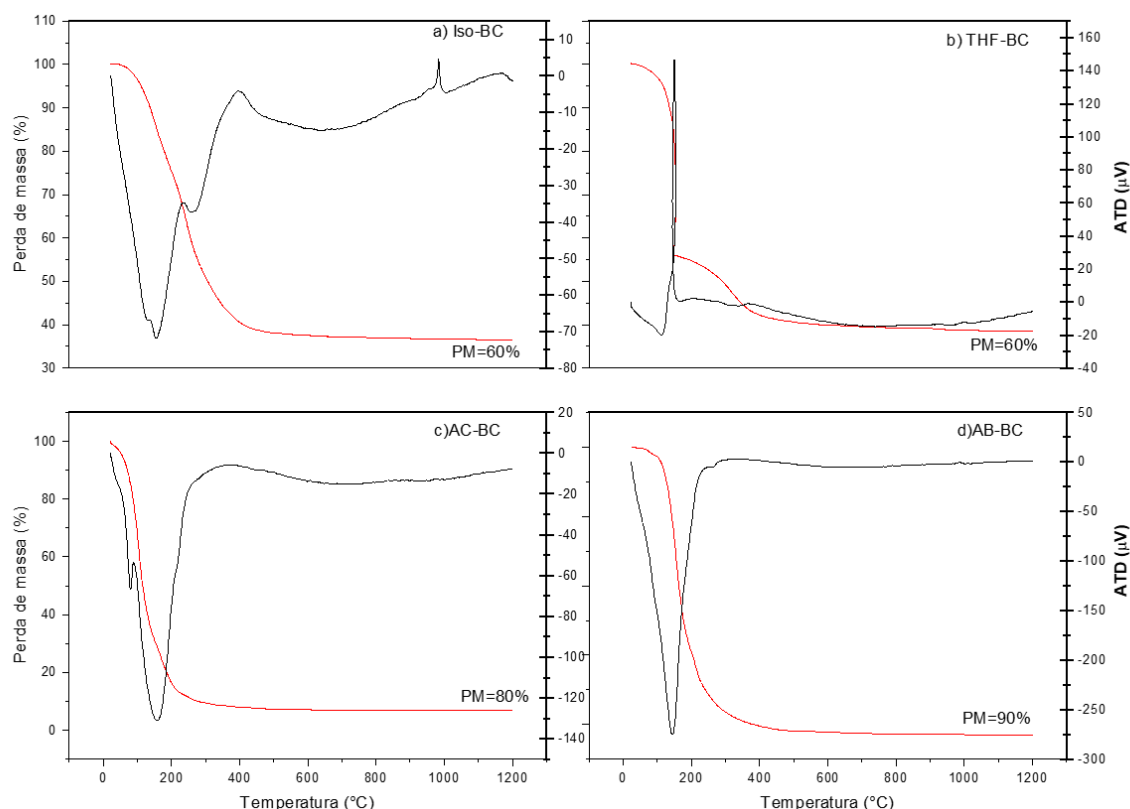
A Tabela 1 apresenta os valores de cristalinidade das amostras calcinadas a 1100°C e a 1200°C, sintetizadas em baixa concentração. Com exceção da amostra que usou o álcool etílico como solvente, pois não cristalizou a mulita. Onde, os melhores valores de cristalinidade são obtidos pelas amostras sintetizadas com o álcool isopropílico e com água acidificada, e a amostra sintetizada com THF apresentou o menor valor, como constatado anteriormente pelos difratogramas.

Tabela 1. Cristalinidade das amostras sintetizadas em baixa concentração, calcinadas a 1100°C e a 1200°C.

Amostras	Cristalinidade (%)	
	1100 °C	1200 °C
Iso-BC	72,0	81,6
THF-BC	50,9	61,3
AC-BC	30,7	82,5

De acordo com os difratogramas de raios X de todas as amostras obtidas, apenas a amostra Et-BC não cristalizou a fase mulita, portanto tal amostra não foi analisada quanto ao seu comportamento térmico, por TG e ATD. A Figura 2 apresenta as curvas de TG e ATD das amostras que foram sintetizadas em baixa concentração.

Figura 2. Curvas de TG e ATD das amostras a) Iso-BC, b) THF-BC, c) AC-BC e d) AB-BC, que foram sintetizadas em baixa concentração, utilizando como solventes o álcool isopropílico, THF, água acidificada e água basicada, respectivamente.



Analisando as curvas de TG das amostras percebe-se uma similaridade, onde o processo de decomposição ocorreu em faixas de temperaturas semelhantes.

Para a amostra Iso-BC, Figura 2a, que foi sintetizada usando o álcool isopropílico, a decomposição ocorreu em duas etapas. A primeira etapa iniciou em aproximadamente 50°C até 200°C, correspondendo a perda de água e do álcool. A segunda etapa que ocorreu em aproximadamente 200°C até 500°C, é referente a combustão de matéria orgânica e da decomposição dos precursores metálicos (TEOS e nitrato). Essa amostra apresentou uma perda de massa de 60%. A curva de ATD da amostra Iso-BC apresentou um grande pico endotérmico em 161°C e outro de menor intensidade em 262°C, referentes às perdas de massa. Com uma pequena banda exotérmica em aproximadamente 400°C, referente à formação dos óxidos de alumínio e de silício. Apresentou também outro pico exotérmico em 985°C, que corresponde ao início da cristalização da mulita. Apenas essa amostra Iso-BC,

apresentou esse pico em 985°C, devido a sua maior cristalinidade, evidenciada na Tabela 1.

Para a amostra THF-BC, que foi sintetizada usando THF como solvente, a primeira etapa ocorreu no intervalo de 50°C até 140°C, e a segunda etapa no intervalo de 140°C até 500°C. Ambas as etapas correspondem às mesmas perdas que ocorreram com a amostra Iso-BC. A perda de massa dessa amostra também foi de 60%. A curva de ATD da amostra THF-BC apresentou um pico exotérmico em aproximadamente 140°C, que é referente a formação da rede de ligações Si-O-Si e Al-O-Al, devido a rápida liberação do solvente THF. Nota-se também um discreto ombro exotérmico, em aproximadamente 400°C, atribuído à formação dos óxidos.

As amostras AC-BC e AB-BC, que usaram água acidificada e basificada como solventes, respectivamente, apresentaram uma maior similaridade, com perdas de massa na mesma faixa de temperatura, e em uma única etapa. Iniciando em 60°C até 500°C, referentes às mesmas perdas que ocorreram nas amostras Iso-BC e THF-BC. Essas amostras apresentaram perdas de massa de 80% a 90%. A curva de ATD da amostra AC-BC apresentou dois picos endotérmicos em 90,5°C e 162°C, e a amostra AB-BC também apresentou um pico endotérmico em aproximadamente 121°C, ambos associados as perdas de massa.

Analisando as curvas de TG e ATD das amostras, e comparando com os resultados da literatura para alta concentração (Braga, 2021), percebe-se que a concentração não influenciou nos resultados, onde ao se usar o álcool isopropílico, por exemplo, a temperatura de início da cristalização da mulita é a mesma tanto para baixa como alta concentração, sendo de 981°C, corroborando com os resultados de difração de raios X. As amostras apresentaram aproximadamente as mesmas quantidades de perdas de massa, e as perdas são associadas com as mesmas decomposições e faixas de temperaturas que se observou na síntese com alta concentração (Braga, 2021).

CONCLUSÃO

O método sol-gel é eficaz na obtenção de mulita. Porém, a concentração da solução e o tipo de solvente tem influência nas fases formadas durante a cristalização da mulita. O álcool etílico foi o único solvente que não formou a fase desejada em baixa concentração. Para os demais solventes não foi visto diferenças significativas nos resultados obtidos comparando a baixa e alta concentração das soluções. De todos os solventes estudados, conclui-se que o álcool isopropílico é o melhor solvente para síntese de mulita por sol-gel com baixa concentração da solução

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Os autores do artigo declaram que não possuem conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, política, acadêmica e pessoal.

REFERÊNCIAS

Braga, A. N. S.; Carvalho, G. K. G.; Lira, H. L.; Neves, G. A.; Menezes, R. R. **Influência de diferentes solventes na síntese de mullita por sol-gel**. Revista Matéria, vol. 26, n. 2, 2021.

Brinker, C.J.Scherer, G.W. **Sol-Gel Science: The physics and chemistry of sol-gel processing**. Boston, EUA: Academic Press, 1990, 908 p.

Chaturvedi, R.; Islam, A. **Sol-Gel synthesis of mullite coatings**. Materials Today: Proceedings, vol.37, n. 2, p.3130-3134, 2021.

Davis, R.F., Pask, J.A. **Mullite**. Refractory Materials., vol. 5, n. 4, p. 37–76, 1971.

Fischer, R.X., Gaede-Köhler, A., Birkenstock, J., Schneider, H. **Mullite and mullite-type crystal structures**. International Journal of Materials Research, vol. 103, n. 4, p. 402-407, 2012.

Kurajica, S.; Tkalcec, E.; Mandic, V.; Schmauch, J. **Mullite crystallization kinetics of lanthanum doped sol-gel derived precursors**. Journal of the European Ceramic Society, vol.31, p.377-383, 2011.

Livage, J.; Henry, M.; Sanchez, C. **Sol-Gel chemistry of transition metal oxides**. Progress in Solid State Chemistry, vol. 18, p. 259-341, 1988.

Roy, R.; Das, D.; Rout, P.K. **A Review of Advanced Mullite Ceramics**. Engineered Science Publisher, vol.18, p. 20-30, 2022.

Schneider, H.; Okada, K.; Pask, J. **Mullite and mullite ceramics**. John Wiley & Sons, 1994.

Schneider, H.; Schreuer, J.; Hildmann, B. **Structure and properties of mullite—a review**. Journal of the European Ceramic Society, vol. 28, n. 2, p. 329-344, 2008.

Yoshida, K.; Hyuga, H.; Kondo, N.; Kita, H. **Synthesis of precursor for fibrous mullite powder by alkoxide hydrolysis method**. Materials Science and Engineering B, vol.173, p.66-71, 2010.

Zhang, Y.; Ding, Y.; Gao, J.; Yang, J. **Mullite fibres prepared by sol gel method using polyvinyl butyral**. Journal of the European Ceramic Society, vol.29, p.1101-1107, 2009.

Índice Remissivo

A

Alfa fosfato tricálcio 49
análise térmica (TG e ATD) 29
Aplicações Biomédicas 49
Argamassa 38, 41, 42, 47
argamassa cimentícia 38, 39, 40, 41, 44

B

beta fosfato tricálcico (β -TCP) 12, 13, 19, 21
bioatividade 12, 13, 14, 51
Biocerâmicas 12, 49
biocompatibilidade 12, 13, 51, 54, 55, 57, 59
biomaterial cerâmico 12

C

calcinação 20, 29, 31, 32, 33
Compressão 38
concentração da solução 29, 33, 35

D

difração de raios X (DRX) 29

E

engenharia tecidual 22, 49, 55, 59
estabilidade térmica 18, 30, 49, 50, 55
estrôncio 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

F

fármacos 49, 56, 59
Fibra de babaçu 38
Fosfatos de cálcio 49, 51
FT-fibra 38

H

homogeneidade 16, 29, 30, 32

I

implantes 49, 50, 56, 59

M

método de síntese 23, 29, 59
método sol-gel 29, 30, 35
métodos químicos de síntese 29

Microscopia eletrônica de varredura 38

Mulita 29, 30

Mulita sintética 29

O

odontologia 22, 49, 51, 59

ortopedia 22, 49, 51, 59

P

pureza 7, 29, 30, 52

R

regeneração óssea 13, 18, 19, 20, 22, 23, 26, 49, 50, 51, 55, 56, 59

resíduos 38, 39, 40, 44, 45, 46

Resistência 38

Revisão 12, 49

rota sol-gel 29

S

Síntese 29, 60, 62

Sol-Gel 25, 29, 30, 36

solubilidade 16, 19, 49, 50, 54, 55, 62

solução 17, 21, 29, 30, 31, 33, 35, 40, 52

solvente 16, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 58

sustentabilidade 38

T

temperatura 16, 20, 29, 30, 31, 33, 35, 52, 54

temperaturas de processamento 29

V

vidro 18, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47

Vidro reciclado 38



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 