

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 3

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

Elaine Ferreira dos Santos Fernandes¹;

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

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

Érica Karine Alves de Lima²;

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

<http://lattes.cnpq.br/8186490901865658>

Ketelly Estefane da Silva Alves³;

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

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

Maria Elayne Rodrigues Alves⁴;

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

<http://lattes.cnpq.br/6730439235097176>

Hitalo de Jesus Bezerra da Silva⁵;

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

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

José Rosa de Souza Farias⁶;

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí

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

Naiara de Oliveira Sobrinho⁷;

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

<http://lattes.cnpq.br/7424869309285748>

Geysivana Késsya Garcia Carvalho⁸;

Christus Faculdade do Piauí (CHRISFAPI), Piripiri, Piauí

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

Maysa Memória Martins⁹;

Christus Faculdade do Piauí (CHRISFAPI), Piripiri, Piauí

<http://lattes.cnpq.br/6769980781249691>

Veruska do Nascimento Simões¹⁰;

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

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

Aluska do Nascimento Simões Braga¹¹;

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

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

Valdeci Bosco dos Santos¹².

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

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

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

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de argamassa cimentícia com dupla presença de resíduos (vidro e FT-fibra tratada de coco babaçu), visando-se contribuir para a sustentabilidade. Por Microscopia eletrônica de varredura, FT apresentou uma superfície rugosa e sem impurezas. Fluorescência de raios-X confirma a característica pozolânica ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 50\%$) do pó de vidro. Argamassas nomeadas de 0%/FT (0% de pó de vidro e 0,5% de adição de FT) e 10%/FT (10% de pó de vidro e 0,5% de adição de FT) foram preparadas. Para 0%/FT e 10%/FT, foram obtidas as consistências das massas de 27 e 29 cm, respectivamente. Argamassas apresentaram a resistência à compressão de $14,3 \pm 0,5$ MPa (0%/FT) e $13,3 \pm 1,4$ MPa (10%/FT), não havendo estatisticamente diferença significativa. Esse estudo pode contribuir para a gestão do descarte destes resíduos, redução do cimento e da diminuição do impacto ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Vidro reciclado. Fibra de babaçu. Argamassa. Resistência Compressão. Sustentabilidade.

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF INDUSTRIAL/AGROINDUSTRIAL RESIDUES IN THE PRODUCTION OF CEMENTITIOUS MORTAR

ABSTRACT: The objective of this work was to develop a cementitious mortar with a double presence of residues (glass and FT-fiber treated from babassu coconut), with the aim of contributing to sustainability. By Scanning electron microscopy, FT showed a rough surface with no impurities. X-ray Fluorescence confirms the pozzolanic characteristic ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 50\%$) of the glass powder. Mortars named 0%/FT (0% glass powder and 0.5% FT addition) and 10%/FT (10% glass powder and 0.5% FT addition) were prepared. For 0%/FT and 10%/FT, consistency of the masses of 27 and 29 cm, respectively, were

obtained. Mortars showed compressive strength of 14.3 ± 0.5 MPa (0%/FT) and 13.3 ± 1.4 MPa (10%/FT), with no statistically significant difference. This study can contribute to the management of the disposal of these residues, reduction of cement and the reduction of the impact on the environment.

KEY-WORDS: Recycled glass. Babassu fiber. Mortar. Compressive strength. Sustainability.

INTRODUÇÃO

A disposição inadequada dos resíduos/rejeitos é um problema mundial. Segundo os dados da ABRELPE (Associação brasileira de Limpeza e Resíduos Especiais), entre 2016 a 2021, no Brasil, houve um gasto total de 1,85 bilhão de dólares na área da saúde devido a problemas causados pela destinação inadequada (lixões e aterros não controlados) de resíduos (ABRELPE). É, portanto, dentro dessa perspectiva que surge a importância de abordar e realizar estudos com foco na utilização racional dos resíduos.

Atualmente, é visto que a indústria da construção civil é um setor viável para absorção de resíduos na massa cimentícia, de modo que está inclusão ainda apresenta vantagens mecânicas (LOPES, 2017; ZANWAR e PATIL, 2020). Assim, duas materiais primas abundantes e viáveis é a fibra do coco babaçu e o pó de vidro, a qual se somam por exibirem vantagens diferentes no compósito cimentício, sendo uma de reforço e outra de substituição parcial ao cimento.

Logo, no que concerne o coco babaçu, esse caracteriza-se por ser da espécie *Orbignya phalerata* e ser constituído percentualmente de 11% de epicarpo (casca do fruto), 23% de mesocarpo, 59% de endocarpo e 7% pela amêndoa, o qual em seu todo pesa em média 200g (ARAÚJO, 2008). Com produção centralizada mais nos estados do Maranhão e Piauí (CONAB), um dos seus componentes, a fibra de epicarpo, pode se destacar como ganho positivo para pesquisas devido à abundância na região. Desse modo, é visto que quando utilizada na argamassa cimentícia apresenta perfil de ganho de propriedades mecânicas, a exemplo da resistência à compressão. Os trabalhos de Dourado (DOURADO, 2019) e Alves (ALVES, 2021) mostraram essa característica quando houve a utilização de fibras de epicarpo de coco babaçu curtas (≤ 50 mm de comprimento) com adição de até 1% na massa cimentícia. Assim, o objetivo da adição da fibra natural na argamassa cimentícia é gerar um reforço que venha minimizar a fratura frágil do material, sendo assim necessário a realização de um tratamento superficial na fibra para a remoção dos componentes amorfos e hidrofóbicos (hemicelulose e lignina) (REDDY et al., 2020; BENAIMECHE et al., 2018). A resultante deste tratamento químico impactará na interação fibra/matriz cimentícia apresentada no compósito.

Para o resíduo vítreo é visto sua viabilidade devido ao caráter pozolânico apresentado através da sílica não cristalina presente nesse material, a qual a possibilita ser utilizada como um Material Cimentício Suplementar (MCS). Este, por sua vez, possui características

cimentantes quando em pequenos fragmentos e em contato com a água (SANTOS, 2016). Portanto, como apresentado pela definição de MCS e conforme visto em trabalhos como de (MORAIS et al., 2022), tamanhos de partículas finas ($< 63 \mu\text{m}$) proporcionam a obtenção de propriedades físicas e mecânicas sem a manifestação deletéria da reação álcali sílica (RAS) (PATEL et al., 2019). Em substituição parcial do vidro moído ao cimento é visto que de 10 a 20% são os perfis que apresentam melhores porcentagens de substituição (Bentchikou et al., 2017; Šimonová et al., 2017). Assim, de modo geral, as propriedades manifestas nas argamassas com vidro moído em substituição ao cimento são da atividade pozolânica, que permite que o pó vítreo moído quando em contato com água, reaja com Ca(OH)_2 e apresente característica cimentante; efeito filer que induz uma maior compactação com as partículas pequenas (SANTOS, 2016); aumento da resistência mecânica e durabilidade da mistura cimentícia (LOPES, 2017).

Portanto, é possível observar que esses resíduos individualmente já exibem bons resultados quando adicionados a argamassa cimentícia. Entretanto, quando em conjunto, em levantamento científico realizado nos bancos de dados (*Scopus e Web of Science*) de artigos, em abril de 2023, foi observado a ausência desta temática.

Logo, o objetivo desse trabalho foi agregar ambas contribuições para a formulação de argamassas cimentícias, ou seja, desenvolver uma argamassa com co-presença dos resíduos de fibra coco babaçu + pó de vidro. Assim, visando-se contribuir de modo sustentável para um melhor descarte desses resíduos.

METODOLOGIA

- Materiais

Foram utilizadas fibras (epicarpo ou casca do fruto) de coco babaçu, cimento CP II-E 32 (marca Poty), enquanto como material cimentício suplementar usou-se o vidro, do tipo sodo/cálcico. Por fim, a areia natural vendida na região como “média mista” e água destilada, de modo que todos os materiais supracitados foram provenientes do município de Teresina/PI.

- Preparação e caracterização

Fibras de coco babaçu

Foram usadas fibras de coco babaçu retidas na peneira de malha # 16 (diâmetro de abertura igual a 1,19 mm), onde uma parte destas foram apenas lavadas consecutivas vezes com água corrente e depois secas em estufa a $60^\circ\text{C}/24\text{h}$, enquanto outras foram lavadas em água corrente e tratadas quimicamente com Hidróxido de Sódio (NaOH, P.A., Vetec). Para o tratamento superficial submergiu as fibras em solução de NaOH (5%, em

peso) durante 3h, com agitação manual de 30 em 30 minutos. Ao final desse tempo lavou-se repetidamente em água corrente até se obter um PH neutro, secas em estufa a 60°C/24h, e denominadas de fibra tratada (FT).

Pó de vidro

O vidro recebido possuía dimensões grandes e variadas, logo para remoção de sujeiras superficiais realizou-se uma limpeza em água corrente com sabão neutro, secagem ao ar livre. Para a redução granulométrica do material houve, inicialmente, uma diminuição manual no almofariz e pistilo, em seguida mecânica no moinho de bolas a 200 rpm, durante 8 horas contínuas. O pó obtido foi peneirado e reservou-se o passante na peneira nº 200 (74 µm).

Caracterização

As fibras de coco babaçu lavadas e tratadas foram caracterizadas pela microscopia eletrônica de varredura (MEV) onde se utilizou o equipamento do modelo FEG-250 com metalização a base de ouro. Enquanto para o pó de vidro realizou-se a caracterização química de Fluorescência de Raios-X (FRX, Epsilon 3XL da Panalytical).

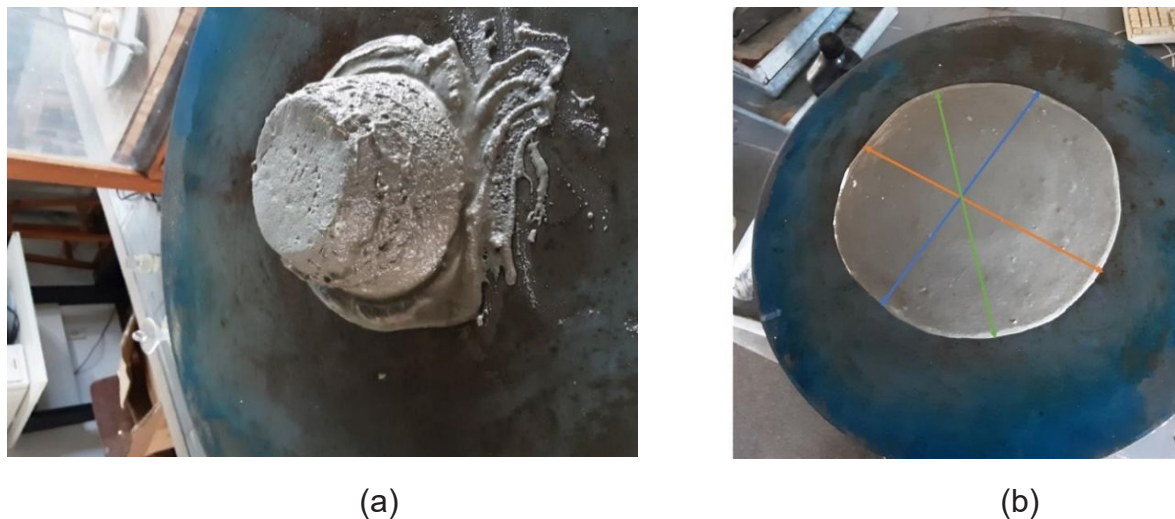
Argamassa cimentícia

Preparou-se duas formulações de argamassa, denominadas de 0%/FT (argamassa sem substituição de pó de vidro ao cimento e 0,5% de adição de fibra de coco babaçu tratada) e 10%/FT (argamassa com 10% de substituição de pó de vidro ao cimento e 0,5% de adição de fibra de coco babaçu tratada). Utilizou-se as relações de 1:3 de cimento/areia e 0,7 para água/cimento em todas as misturas, e areia previamente seca (100°C/24h). Foram confeccionados corpos de prova cúbicos (40x40x40 mm) para cada traço, conforme os padrões da ABNT NBR 16868-2 (Anexo A) de modo que só foram rompidos após os 28 dias.

Caracterização da argamassa cimentícia

Realizou-se o ensaio de consistência (Figura 1) conforme a NBR 7215, em que se mediu com uma régua as regiões de espalhamento da massa e tirou-se a média.

Figura 1. Argamassa 10%/FT a) Tronco de cone, b) Espalhamento da massa fresca na mesa de consistência.



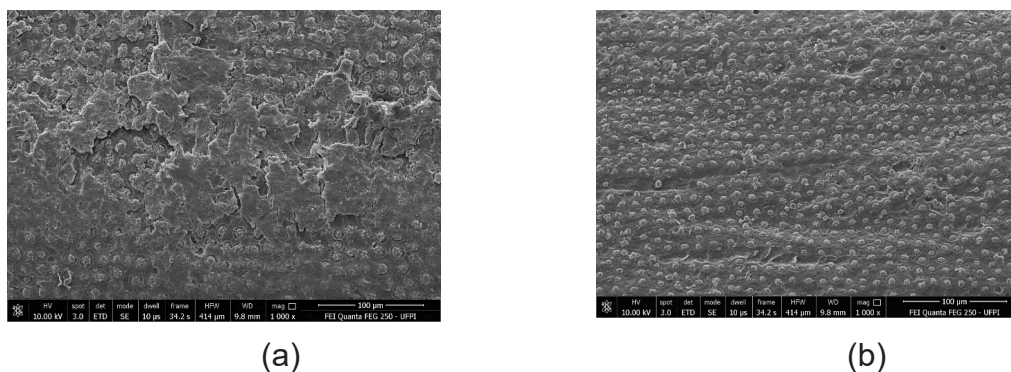
Executou-se o ensaio de compressão no equipamento EMIC/ PC200C, com carga de ruptura de 500 ± 50 N/s. Usou-se em média de 4 corpos de prova para cada formulação de argamassa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Propriedades das fibras de coco babaçu e do pó de vidro

Na análise por MEV (Figura 2) é possível se observar que o tratamento superficial proporcionou uma região mais estratificada à fibra (Figura 2b), devido uma maior área superficial livre de impurezas e componentes não celulósicos (hemicelulose, lignina e ceras) (FONSECA et al., 2021), em comparação a fibra lavada (Figura 2a). Assim, confirma-se a eficiência e importância do tratamento com NaOH, o qual, além disso, também deixa a fibra mais rugosa e, no passo seguinte, influenciar em melhor aderência entre fibra e matriz cimentícia (ONUAGULUCHI e BANTHIA, 2016).

Figura 2. Microscopia da fibra de coco babaçu (a) lavada (b) tratada com NaOH.



Por fluorescência de Raios-X (FRX) é possível se destacar que devido o material vítreo utilizado no estudo se referir ao vidro comum (sodo-cálcico), observou-se a predominância não somente de SiO_2 , mas bem como dos componentes CaO e Na_2O . O somatório resultando destes 3 componentes foi de 97,1%, fator já esperado, haja em vista que usando também o vidro comum, (SANTOS et al., 2019) obteve 90% desses componentes.

Além disso, analisar a composição química do vidro é importante, pois através dessa consegue se verificar a viabilidade química do vidro como um material pozolânico. Assim, segundo a NBR 12653, para um material ser utilizado como material cimentício suplementar é necessário que este apresente o somatório de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ igual ou superior a 50%. Logo, observa-se na Tabela 1 que embora não apresentado Fe_2O_3 na composição, a porcentagem (em massa) obtida para esse somatório (70,6%) foi superior a exigida. Portanto, o vidro em estudo, cumpre o requisito de ser pozolânico.

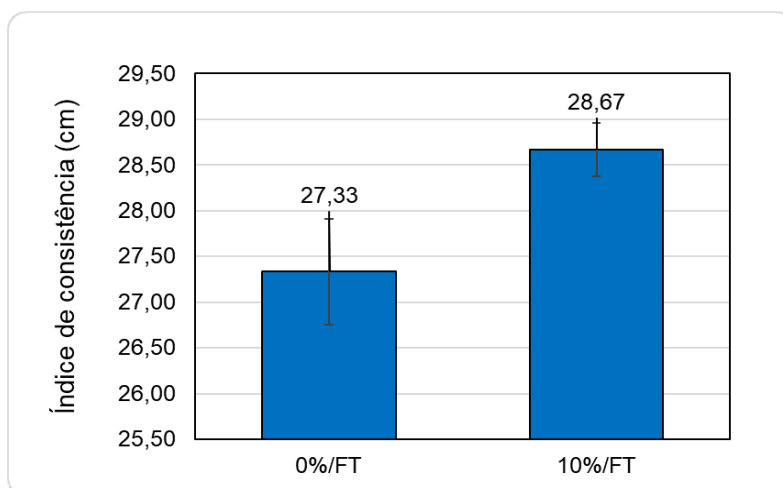
Tabela 1: Composição química do pó de vidro.

Composição química	SiO_2	CaO	Na_2O	Al_2O_3	MgO	K_2O	P_2O_5	TiO_2	SrO
Percentual (%)	69,3	14,8	13,0	1,20	0,8	0,4	0,2	0,1	0,1

Propriedades das argamassas cimentícias

A Figura 3 mostra os resultados da consistência da argamassa no estado fresco, sendo uma maior consistência para a argamassa de 10%/FT em comparação com a 0%/FT.

Figura 3. Consistência da argamassa cimentícia.

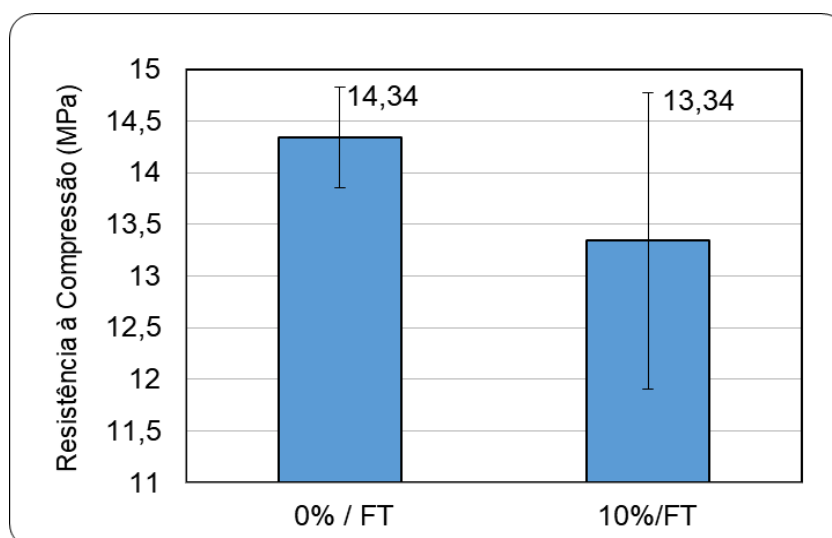


Esse resultado pode ser justificado pela ausência de absorção de água pelo vidro (SHOAEI et al., 2020) e pelas fibras tratadas, as quais devido o tratamento alcalino obteve a remoção dos componentes não celulósicos (hemicelulose e lignina), como visto na Figura 2. Logo, embora os dois resíduos acrescentem em maior aspecto de área superficial a ser molhada, não reterá para si a água e conservará a relação a/c (água e cimento) efetivamente presente na argamassa (DIAS et al., 2021).

Outro fator é o empacotamento da argamassa, a qual é melhor quando há o vidro na composição, haja em vista que ele possui o efeito fíler que causa lubrificação ao sistema (ANDRADE, 2019; CARASEK, 2006) também apresenta tal relação, na qual demonstra haver maior consistência para argamassas mais empacotadas (densas). Já na amostra 0%/FT, que não possui a lubrificação do sistema (proporcionado pela presença do vidro) houve uma redução da consistência, fator esse justificado pelo comportamento de maior estabilidade da matriz, onde as fibras estão submersas atuando como obstáculo na livre movimentação do sistema (ANDRADE, 2019).

Ademais, ao que concerne à pasta cimentícia no estado endurecido (Figura 4), se observou não haver uma diferença significativa entre a resistência a compressão, a qual foi de $14,34 \pm 0,50$ MPa para a amostra 0%/FT e $13,34 \pm 1,40$ MPa para 10%/FT. Assim, essa característica pode ser justificada pela presença de partículas finas do vidro, que proporcionou um bom empacotamento/compactação da argamassa, a qual consequentemente pode ter possibilitado uma boa interação entre a FT/cimento.

Figura 4. Resultado do ensaio de compressão.



CONCLUSÃO

O tratamento químico com 5% de NaOH foi eficiente já que estratificou a superfície da fibra, conseqüentemente proporcionando uma maior interação entre fibra/matriz. Já no que concerne o vidro, por FRX foi verificada sua viabilidade como um material cimentícia suplementar, haja em vista que atendeu ao requisito de pozolanicidade pré-definido pela NBR.

Em relação à consistência cimentícia observou-se que a nova mistura com co-rejeitos (10%/FT) não apresentou necessidade de um maior consumo de água, pois conservou a relação a/c (água e cimento) efetivamente presente na argamassa. Similarmente a resistência a compressão, que quando comparado entre as amostras 0%/FT ($14,3 \pm 0,5$ MPa) e 10%/FT ($13,3 \pm 1,4$ MPa) não apresentaram desvantagem na substituição, considerando que não houve uma diferença significativa. Análises iniciais se mostram benéficas para a sociedade/indústrias quanto à gestão do descarte destes resíduos, redução do cimento e da diminuição do impacto ao meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Ao Laboratório do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais – IFPI. Aos laboratórios (Laboratório Interdisciplinar de Materiais Avançados – LIMAV, Laboratório de Materiais de Construção – Dept de Engenharia Civil, Laboratório de Ensaio Mecânicos e Metalografia – Dept de Engenharia Mecânica) da UFPI. Ao Babcoall Inc. do Brasil LTDA associada à Incubadora de Agronegócios da Universidade Federal do Piauí (INEAGRO) e a empresa Fort Glass, respectivamente, pela doação das fibras de coco babaçu e o vidro.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

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

REFERÊNCIAS

ABRELPE - **Associação brasileira de empresas de limpeza pública e resíduos especiais**. Panorama 2022, 2022, p. 64.

ALVES, M. E. R. **Melhoria da eficiência física e mecânica em argamassas cimentícias com uso de epicarpo de coco babaçu**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Materiais), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2021.

ANDRADE, K. B. **Estudo dos efeitos da cinza da casca de arroz e das fibras de polipropileno em argamassas**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Centro Universitário de Brasília (UniCEUB), Brasília, 2019.

ARAÚJO, E. C. E. **Estado da arte e potencial do babaçu para a agroenergia**, Embrapa, 2008 p. 12.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16868-2:2020: Alvenaria estrutural – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2020, 23 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-12653: Materiais Pozolânicos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2014, 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2019, 12 p.

BENAIMECHE, O. et al. **The influence of date palm mesh fibre reinforcement on flexural and fracture behaviour of a cement-based mortar**. *Composites. Part B: Engineering*, v. 152, p. 292–299, 2018.

BENTCHIKOU, M. et al. **Comparative study of the properties of mortars with recycled glass aggregates incorporated by addition and substitution**. *Energy procedia*, v. 139, p. 499–504, 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Boletim da Sociobiodiversidade*, Brasília, 2022, v. 6, pp. 1-36.

DIAS, L. DE S. et al. **Incorporação de resíduos da produção de fibras de sisal em argamassa: Efeitos nas propriedades físicas e mecânicas**. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 26, n. 3, 2021.

DOURADO, J. B. DE O. L. **Desempenho de argamassas à base de cimento com reforço**

de fibra de coco babaçu. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

FONSECA, R. P. DA; ROCHA, J. C.; CHERIAF, M. **Influence of different types of treatments on amazonian vegetable fibers on the performance of mortars based on Portland cement, metakaolin and fly ash.** Materials research, v. 24, n. suppl 2, 2021.

LOPES, R. K. **Utilização de resíduo moído de vidro industrial na confecção de argamassa de cimento Portland em Porto Velho/RO.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Amazonas, 2017.

MORAIS, A. et al. **Argamassa cimentícia: Uso sustentável de pó fino de vidro reciclado como precursor parcial.** Cerâmica industrial, v. 27, n. 1, p. 1–11, 2022.

ONUAGULUCHI, O.; BANTHIA, N. **Plant-based natural fibre reinforced cement composites: A review.** Cement and Concrete Composites, v. 68, p. 96–108, 2016.

PATEL, D., TIWARI, R.P.; SHRIVASTANA, R.; YADAV, R.K. **Effective utilization of waste glass powder as the substitution of cement in making paste and mortar.** Construction and Building Materials, v. 199, 406-415, 2019.

REDDY, R. A.; YOGANANDAM, K.; MOHANAVEL, V. **Effect of chemical treatment on natural fiber for use in fiber reinforced composites – Review.** Materials Today: Proceedings, v. 33, n. Part 7, p. 2996–2999, 2020.

SANTOS, D. P. DOS. **Influência do resíduo de vidro nas propriedades de uma argamassa colante.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2016.

SANTOS, D. P. DOS. et al. **Influência do uso de resíduo de vidro nas propriedades de argamassas adesivas.** Anais do Congresso Anual da ABM. São Paulo: Editora Blucher, 2017

SHOAEI et al. **Glass powder as a partial precursor in Portland cement and alkali-activated slag mortar: A comprehensive comparative study.** Construction and Building Materials, v. 251, 118991, 2020.

ŠIMONOVÁ, H. et al. **Mechanical Fracture Parameters of Cement Based Mortars with Waste Glass Powder.** Procedia Engineering, v. 190, p. 86–91, 2017.

ZANWAR, A. B.; PATIL, Y. D. **Enhancement of sustainable mortar by using fine glass powder. Em: Lecture Notes in Civil Engineering.** Singapore: Springer Singapore, 2020. p. 65–72.

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 