



Reconectando Pessoas,
Ciências, Artes e
Tecnologia

Anais do

XI Congresso de Engenharias da UFSJ

Part of ISSN 2237-0358

Conteúdo disponível em: doi.org/10.29327/1317088.11-1



AVALIAÇÃO DO EFEITO DA PRENSAGEM UNIAXIAL NAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE COMPÓSITOS CIMENTO/CARBETO DE SILÍCIO

Pâmela Maria da Costa Deveza ⁽¹⁾ (pamdeveza@gmail.com)

Fábio Assunção Rosa ⁽¹⁾ (fabiorosa@ufs.br)

Júlio César dos Santos ⁽¹⁾ (dsantosjcs@gmail.com)

Túlio Hallak Panzera ⁽¹⁾ (panzera@ufs.br)

Leandro José da Silva ⁽¹⁾ (leandro.silva@ufs.br)

⁽¹⁾ Centro de Inovação e Tecnologia em Compósitos (CIT^oC) - Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ) – Departamento de Engenharia Mecânica e Produção (DEMEP) – Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del Rei – MG, CEP 36307352

RESUMO: Neste trabalho, compósitos fabricados com cimento portland de alta resistência inicial e partículas de carbetos de silício foram estudados. O efeito da pressão por prensagem uniaxial sobre as propriedades físicas (densidade e porosidade) e mecânicas (resistências e módulos de elasticidade em compressão e flexão) foi analisado por meio da ferramenta análise de variância (5% de significância), além do efeito na microestrutura dos compósitos. Os compósitos foram fabricados usando relação água/cimento de 0,3 e fração mássica de carbetos/cimento de 0,67. Três níveis de prensagem (5, 10 e 15 MPa) foram aplicados para a obtenção dos compósitos, em prensa elétrica de baixa velocidade. Os resultados mostraram que todas as variáveis respostas analisadas são influenciadas significativamente pela pressão de compactação. De forma geral, há aumento significativo na densidade, resistência e módulo de elasticidade dos compósitos com o aumento da pressão de compactação. Já a porosidade, é reduzida na medida em que maiores níveis de pressão são aplicados. Não há diferença significativa nos resultados, quando a pressão é aumentada de 10 para 15 MPa, conforme pode ser constatado pelo teste de comparação múltipla de Tukey. A análise de microscopia eletrônica de varredura mostrou a densificação/redução da porosidade com a compactação uniaxial dos compósitos.

PALAVRAS-CHAVE: Compósitos cimentícios, Carbetos de silício, Prensagem uniaxial, Análise de variância.



Os autores são os únicos detentores dos direitos autorais.

São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil

25-29 de setembro de 2023

[B.L. Resende](#), [C.M. Vale](#) & [R.J. Silva](#) (Organização & Edição)

1. INTRODUÇÃO

O Carbetto de Silício é um dos mais importantes materiais cerâmicos para as modernas aplicações industriais e sob condições extremas de operação. É produzido a partir de uma mistura de material de carbono (geralmente coque de petróleo) e uma sílica ou areia de quartzo, que reagem quimicamente em altas temperaturas, na faixa de 1700 - 2500°C (PROCESSO DE..., 2022). É muito usado como material para construção de diferentes componentes de máquinas, como rolamentos, pastilhas de freio, turbinas, semicondutores, sistemas de transferência de calor, reatores nucleares e de fusão, entre outras diversas aplicações especiais (TANAKA, 2011). No universo dos materiais compósitos apresenta grande emprego em aplicações em que elevado desempenho estrutural, corrosivo e térmico são requeridos, como por exemplo os compósitos de matriz de carbono e fibras de carbetto de silício para a indústria aeroespacial (KUMAR *et al.*, 2017) e membranas porosas de carbetto de silício produzidas por sinterização reativa para restritor poroso de mancal aerostático (XIAO *et al.*, 2022).

Mancais aerostáticos são componentes cruciais para garantir a estabilidade durante processos de fabricação, com tolerâncias extremamente baixas, da ordem de 1,0 µm, e alta resolução. (BALESTRERO, 1997). Os mancais aerostáticos com estruturas cerâmicas porosas oferecem vantagens, como redução de custos e melhor desempenho em capacidade de carga e rigidez, tornando-os a escolha ideal quando se busca por máquinas de ultraprecisão na indústria e pesquisa, especialmente em microeletrônica e microeletromecânica (SILVEIRA *et al.*, 2006). Compósitos cimentícios apresentam propriedades físico-mecânicas interessantes para a aplicação como restritor poroso de mancais aerostáticos (Panzera, 2013). A tecnologia de fabricação de produtos cimentícios permite a obtenção dos compósitos de alta resistência mecânica por meio de compactação uniaxial (MELO *et al.*, 2019; MISSAGIA *et al.*, 2020) ou sem compactação por meio da utilização de aditivos.

A compactação por meio de prensagem permite a redução da relação água/cimento e conseqüentemente da porosidade, enquanto eleva a densidade e as propriedades mecânicas, até mesmo de pastas de cimento sem reforço. Oliveira (2017), por exemplo, avaliou as propriedades físicas e mecânicas da pasta de cimento portland de alta resistência inicial (CPV-ARI) produzidas com baixa relação água/cimento ($a/c=0,20$) e com pressões de compactação de 13, 27 e 40 MPa. Os resultados mostraram redução significativa da porosidade aparente (de 29 para 17%) e

consequente aumento na densidade e resistência mecânica (resistência à compressão e módulo de elasticidade) com o aumento da pressão de compactação, do nível mais baixo para o mais alto.

Por outro lado, a utilização de aditivo superplastificante, permite controle da reologia da pasta/argamassa cimentícia fabricada com baixa relação água/cimento e sem utilização de compactação. Recentemente, Yenfei *et al.* (2022), por exemplo, introduziram de 20 a 60% (em massa) de carbetos de silício (97,09 μm) em cimento, sem prensagem, utilizando aditivo superplastificante para preparar compósitos à base de carbetos/cimento (relação $a/c=0,30$), visando melhores características de condutividade térmica. Os autores demonstraram que o carbetos de silício apresentou efeito positivo nas propriedades mecânicas do material cimentício, além das térmicas. A resistência à flexão foi aumentada para adições de carbetos de até 40% em massa; então diminuiu para maior quantidade de partículas, devido à fraca adesão interfacial entre o carbetos e a matriz de cimento (aumento de áreas fracas com o aumento da quantidade de carbetos). Por outro lado, a resistência à compressão aumentou gradativamente quando a quantidade de partículas reforçadoras foi aumentada, chegando-se à máxima resistência à compressão quando foram adicionados 60% de carbetos. O efeito de reforçamento do carbetos de silício de alta resistência mecânica demonstrou ser o fator dominante para a resistência à compressão, mesmo devido ao aumento de áreas fracas (interface).

Melo *et al.* (2019), visando a aplicação em mancais aerostáticos, estudaram os compósitos cimento/carbetos de silício, fabricados usando baixa relação água/cimento ($a/c = 0,25$), com pressões de compactação uniaxial variando em 10, 20 e 30 MPa. A quantidade de carbetos adicionada como reforço foi avaliada em três níveis: 20, 30 e 40% (sobre a massa do cimento). Os resultados obtidos mostraram influência significativa de ambos os fatores (compactação e carbetos de silício) nas propriedades físicas e mecânicas dos compósitos. Maiores resistências à flexão foram obtidas para os compósitos fabricados com maiores pressões de compactação, especialmente quando fabricados com 20 e 30% de carbetos de silício. No entanto, a porosidade aparente destes compósitos situou-se em níveis inferiores a 15%, o que, segundo Panzera *et al.* (2013), pode levar a compósitos ineficientes quando aplicados como restritor poroso em mancais aerostáticos, devido à baixa permeabilidade.

Posteriormente, Missagia *et al.* (2020) avaliaram o compósito de matriz de cimento portland reforçada com partículas de Carbetos de silício (10 – 20 μm) para a aplicação em mancal aerostático axial de restritor poroso. A relação mássica carbetos/cimento de 0,67 e fabricação por

meio de prensagem uniaxial a frio (30 MPa) foram utilizadas, para diferentes relações água/cimento (0,28; 0,30; 0,33 e 0,35). Os resultados demonstraram que o compósito fabricado com relação água/cimento de 0,30 foi o mais adequado para a aplicação, apresentando níveis de porosidade e permeabilidade adequados, além de apresentarem maior rigidez estrutural em compressão e em flexão. O mancal poroso produzido com o compósito reforçado com carbetos de silício revelou comportamento promissor, sendo estável para cargas aplicadas superiores a 15 N, espessura do filme de ar em 60 e 80 μm , as pressões de trabalho de 1 e 2 bar, respectivamente.

Dando prosseguimento aos estudos para a aplicação como restritor poroso de mancal aerostático, neste trabalho, visando mitigar a redução severa de porosidade, níveis de compactação uniaxial mais reduzidos (5, 10 e 15 MPa) foram utilizados para avaliar as propriedades físicas e mecânicas do compósito cimento/carbetos de silício (67% de carbetos em relação à massa de cimento) para a relação água/cimento de 0,3 (em relação a massa de cimento).

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é verificar o efeito da compactação uniaxial, em baixa velocidade, no desempenho físico-mecânico de compósitos cimento/carbetos de silício, fabricados com fração mássica água/cimento de 0,3 e fração mássica reforço/matriz de 0,67. A compactação será feita em três níveis: 5, 10 e 15 MPa. A identificação do efeito da pressão nas propriedades do compósito cimentício será feita por meio da ferramenta análise de variância (ANOVA).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais e Planejamento experimental

Os compósitos estudados neste trabalho foram fabricados com o cimento Portland de alta resistência inicial (CPV ARI Plus), fabricado pela Holcim do Brasil. As partículas reforçadoras de carbetos de silício são fabricadas pela FIVEN NORGE AS, doadas pela FIVEN do Brasil para esta pesquisa. As partículas apresentam tamanho médio de 30,8 μm , densidade de 1,33 g/cm^3 .

A Tabela 1 exibe as condições experimentais estudadas nesse trabalho. Os percentuais de carbetos de silício (SiC) e de água adicionados são relativos à massa do cimento Portland. Com o objetivo de garantir a validade da estimativa do erro experimental, bem como fornecer uma base sólida para a inferência na análise dos resultados obtidos, o experimento foi replicado três vezes,

para cada condição experimental. A fabricação e a caracterização foram conduzidas de forma aleatória para minimizar a inserção de erros devido às condições não controláveis, permitindo a replicabilidade do experimento.

TABELA 1. Condições experimentais estudadas.

Condição	%SiC	%água	Pressão de compactação – MPa
1	67	30	5
2	67	30	10
3	67	30	15

3.2. Fabricação

A fabricação dos compósitos foi realizada por meio de mistura manual dos componentes, sendo iniciada pela mistura a seco do cimento e do carbetto de silício, sendo posteriormente adicionada a água. A argamassa úmida resultante foi inserida em moldes metálicos com geometria adequada aos ensaios de compressão e flexão (Figura 1). Em seguida, a argamassa foi submetida à compactação axial por meio de uma prensa elétrica de baixa velocidade, aplicando-se a pressão específica determinada para cada condição experimental. Para o caso dos corpos de prova de compressão, a argamassa foi inserida em um tubo de PVC, de forma a facilitar a remoção do corpo de prova do molde após a prensagem. Após o tempo de cura de 28 dias, os corpos de prova foram removidos dos tubos. Durante todo o tempo de cura, os corpos de prova foram embalados em filme de PVC, com a finalidade de evitar a perda de água para o ambiente. Após esse tempo, os corpos de prova foram preparados para os ensaios físicos e mecânicos.



FIGURA 1. Geometria dos moldes utilizados nos ensaios de compressão e flexão.

3.3. Variáveis resposta

As variáveis resposta estudadas foram: densidade volumétrica (ρ_v), porosidade aparente (P_{ap}), resistência à compressão (σ_c), módulo de elasticidade em compressão (E_c), resistência à flexão (σ_f), módulo de elasticidade em flexão (E_f), além da microestrutura dos compósitos. As propriedades físicas e mecânicas foram analisadas utilizando a ferramenta análise de variância (Anova), a um nível de significância de 0,05 (5%), por meio do software Minitab®, versão 2019.

O ensaio de compressão foi realizado em uma máquina de ensaios universal Instron, com célula de carga de 50 kN, a uma velocidade de deslocamento de 2 mm/min. Já o ensaio de flexão em três pontos também foi realizado em uma máquina de ensaios universal Instron, com célula de carga de 1 kN, a uma velocidade de deslocamento de 0,5 mm/min e com distância entre apoios de 40 mm, seguindo as recomendações da norma ASTM C1161-13.

A análise microestrutural foi realizada por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizando o microscópio TM3000 com voltagem de 15kV. Pequenas amostras foram extraídas de diversas regiões dos corpos de prova empregados nos ensaios de compressão com o propósito de realização da análise microestrutural. Essas amostras foram selecionadas de forma a representar de maneira abrangente a microestrutura do material em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 exibe os resultados para as médias das variáveis respostas obtidas em cada réplica do experimento.

A Tabela 3 exibe os resultados (p-valor) obtidos na análise de variância para o fator experimental investigado (pressão de compactação) e para o teste de normalidade de Anderson-Darling. Adicionalmente, na Tabela 3 também é exibido o valor do coeficiente de determinação R^2 , para todas as variáveis-resposta analisadas. O efeito do fator experimental é considerado significativo se o valor de p é inferior ao nível de significância do teste (0,05 ou 5%), que representa a probabilidade do efeito ser devido ao acaso e não devido às variações nos níveis do fator experimental. Já para o teste de normalidade, é necessário que o valor de p seja superior a 5% (0,05) para se concluir que os dados seguem uma distribuição normal de probabilidade e consequentemente, validar a robustez do modelo de ANOVA. O valor de R^2 indica o ajuste do modelo aos dados das variáveis respostas, sendo melhor quanto mais próximo de 100% for o

resultado. Conforme os dados mostrados na Tabela 3, todas as variáveis resposta apresentam predisposição a seguir uma distribuição normal de probabilidade e são influenciadas significativamente pela pressão de compactação uniaxial. O efeito desse fator nas variáveis resposta são descritos a seguir.

TABELA 2. Resultados médios das propriedades físicas e mecânicas dos compósitos cimentícios.

Réplicas	$P_{comp.}$ (MPa)	Variáveis - resposta					
		ρ_v (g/cm ³)	P_{ap} (%)	σ_c (MPa)	E_c (GPa)	σ_F (MPa)	E_F (GPa)
1	5	2,01	12,30	16,93	2,07	7,59	3,86
	10	2,13	9,84	25,60	3,31	8,19	4,22
	15	2,15	8,63	30,46	3,22	10,20	4,82
2	5	2,00	13,40	18,02	2,61	6,59	3,28
	10	2,15	7,12	25,64	3,25	8,46	3,97
	15	2,15	7,78	24,22	2,85	8,49	4,56
3	5	1,92	17,87	17,48	2,34	6,69	3,61
	10	2,14	8,48	21,86	2,92	8,37	4,38
	15	2,14	6,55	24,22	2,77	8,98	4,69

TABELA 3. Resultados da Análise de variância e teste de normalidade dos resíduos.

Variáveis resposta	ρ_v	P_{ap}	σ_c	E_c	σ_F	E_F
P-valor para o fator experimental (P_{comp})	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
P-valor para o teste normalidade de <i>Anderson-Darling</i>	0,18	0,58	0,50	0,59	0,39	0,88
R^2 (ajustado) (%)	89,59	71,20	70,91	67,60	70,64	82,01

Adicionalmente, o teste de comparações múltiplas de Tukey foi realizado para todas as variáveis resposta, permitindo identificar qual dos níveis de pressão de compactação produz resultado estatisticamente diferente dos demais. Esses resultados são agrupados em formas de

letras (A, B e C), mostrados diretamente nos gráficos de efeito principal do fator experimental. Letras iguais indicam resultados estatisticamente equivalentes, enquanto as letras diferentes indicam que os resultados são diferentes entre si.

4.1. Densidade volumétrica e porosidade aparente

Conforme os dados apresentados na Tabela 3, tanto a densidade quanto a porosidade dos compósitos cimento/carbeto de silício são influenciadas significativamente (p -valor $<0,05$) pela pressão de compactação uniaxial durante a fabricação dos compósitos. A Figura 2 apresenta o gráfico de efeitos principais da pressão de compactação nessas variáveis resposta. Conforme esperado, o aumento na pressão de compactação resulta na redução da porosidade do material (altera o empacotamento de partículas) e, consequentemente, no aumento da densidade volumétrica. O aumento na pressão de compactação de 5 para 10 MPa resulta em um aumento médio aproximado de 8,27% na densidade, e em uma redução média de aproximadamente 41,6% na porosidade. Os resultados do teste de tukey (mostrado em formas de letras na Fig. 2) mostram que o aumento da pressão de compactação de 10 para 15 MPa não produz variação estatisticamente significativa nas duas variáveis resposta.

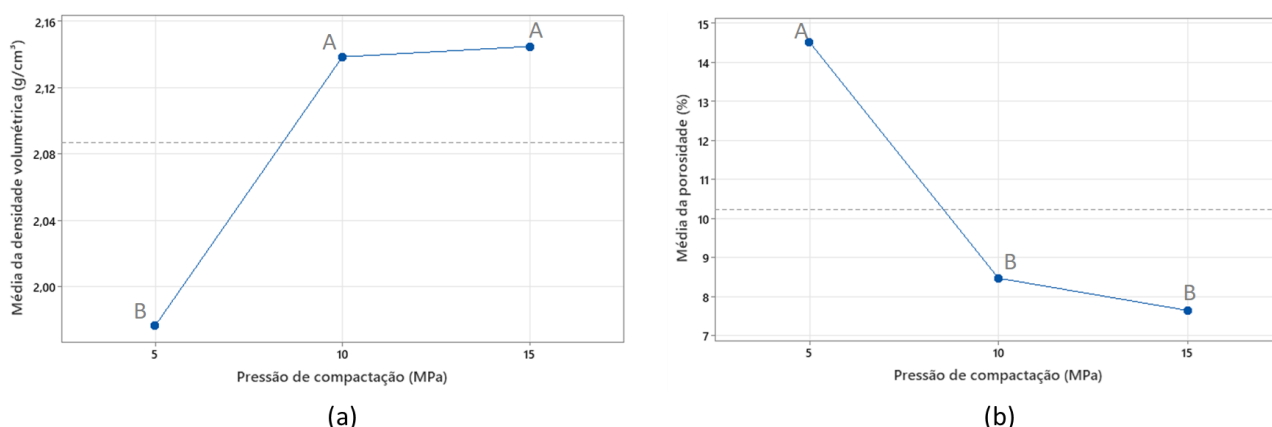


FIGURA 2. Efeito da pressão de compactação nas médias da densidade volumétrica (a) e porosidade aparente (b).

4.2. Resistência e módulo de elasticidade em compressão

A Figura 3 exibe o gráfico de efeito principal da pressão de compactação sobre a média da resistência à compressão, bem como na média do módulo de elasticidade em compressão. o comportamento dos resultados são similares ao das propriedades físicas. De um modo geral, há

aumento da resistência à compressão com o acréscimo da pressão de compactação, uma vez que o material torna-se mais denso e menos poroso. O aumento percentual médio de 39,43% na resistência à compressão é obtido quanto a maior pressão de compactação foi utilizada. Já para o módulo de elasticidade em compressão, o aumento de 35,04% foi observado entre os níveis 5 e 10 MPa de compactação, havendo ligeira redução entre os níveis 10 e 15 MPa de compactação. O teste de Tukey revela similitaridade de resultados entre os maiores níveis de prensagem uniaxial, isto é, resistência e módulo de elasticidades equivalentes.

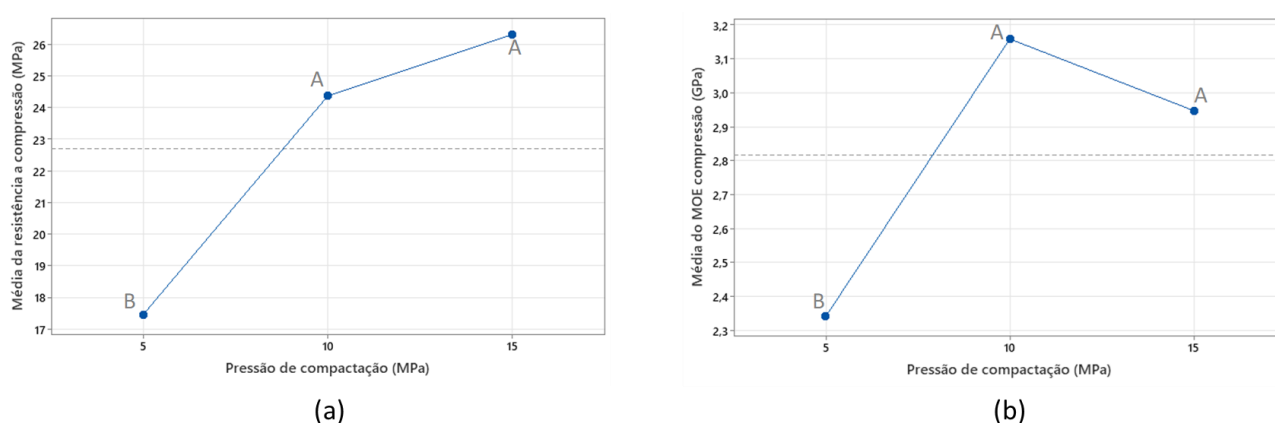


FIGURA 3. Efeito da pressão de compactação nas médias da resistência à compressão (a) e módulo de elasticidade em compressão (b).

Com pressões de compactação acima de 5 MPa, houve remoção de água da argamassa durante a prensagem, sendo mais acentuada para o nível de pressão mais elevado (15 MPa). A remoção de água reduz a relação água/cimento na mistura. Dessa forma, o impacto positivo da alta pressão de compactação pode ter sido reduzido por uma quantidade de água ineficiente para hidratação do cimento, não havendo, portanto, diferenças significativas entre os valores das variáveis respostas entre os níveis mais elevados da pressão de compactação.

4.3. Resistência e módulo de elasticidade em flexão

O efeito da pressão de compactação nas propriedades de flexão (resistência e módulo de elasticidade) dos compósitos pode ser observado na figura 5. Assim como na compressão, observa-se aumento da resistência (20%) e módulo de elasticidade (17,03%) em flexão com o acréscimo da pressão de compactação de 5 para 15 MPa. Da mesma forma que nos casos anteriores, o teste de comparações múltiplas de Tukey mostra que não há diferença significativa

entre os resultados entre os níveis intermediário (10 MPa) e máximo (15 MPa) da pressão de compactação.

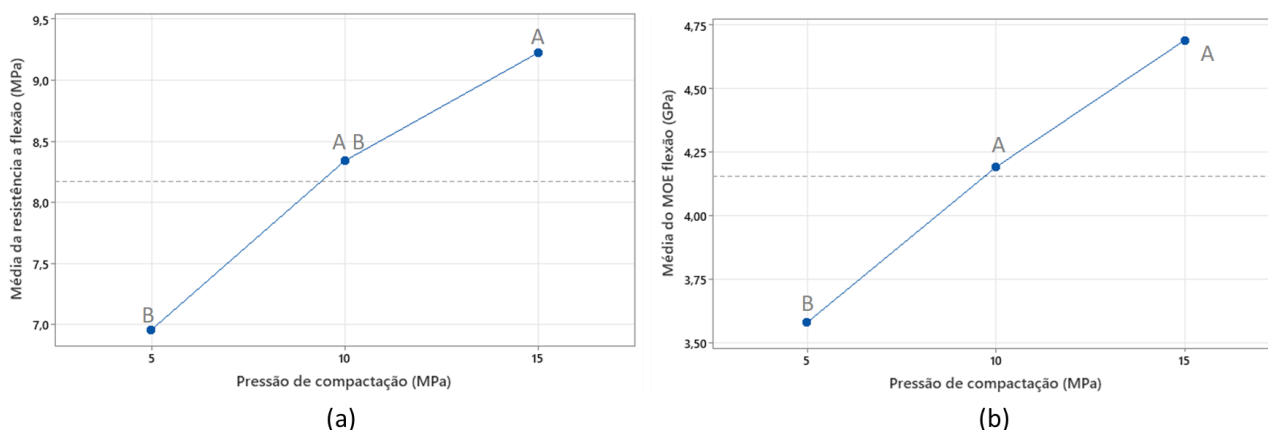


FIGURA 4. Efeito da pressão de compactação nas médias da resistência à flexão (a) e módulo de elasticidade em flexão (b).

4.4. Análise microestrutural

As figuras 5, 6 e 7 exibem as imagens de microscopia eletrônica de varredura da superfície de fratura dos compósitos fabricados com as pressões de compactação uniaxial de 5, 10 e 15 MPa; respectivamente. Pode ser observada a densificação do material com o aumento da pressão de compactação, com consequente redução da porosidade e presença de espaços vazios (ar aprisionado na fabricação ou material arrancado na ruptura da amostra), o que leva ao aumento da resistência e rigidez do material, conforme mostrados nos ensaios de compressão e flexão.

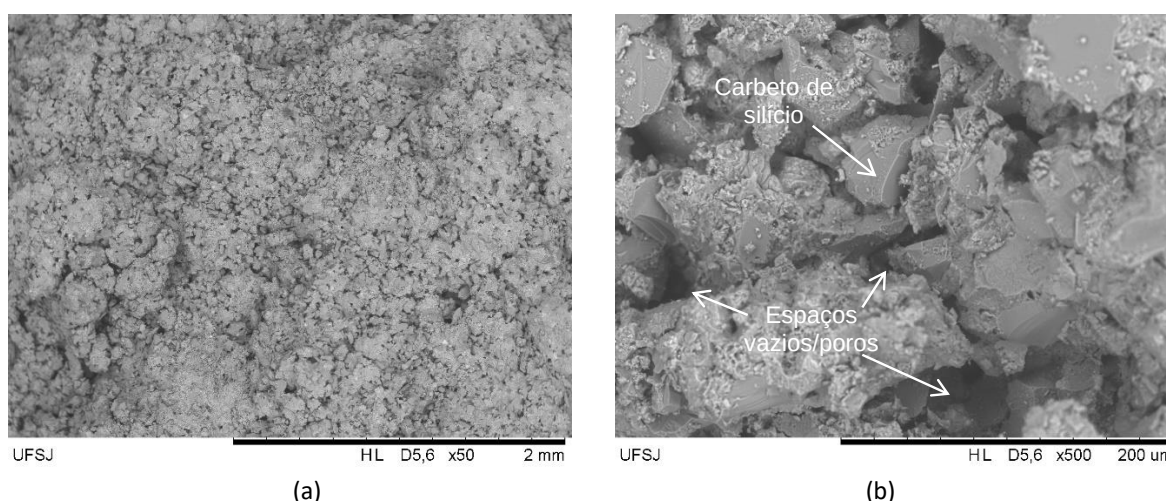


FIGURA 5. Microestrutura do compósito cimento/carbeto de silício compactado em 5 MPa, ampliação de 50x (a) e 500x (b).

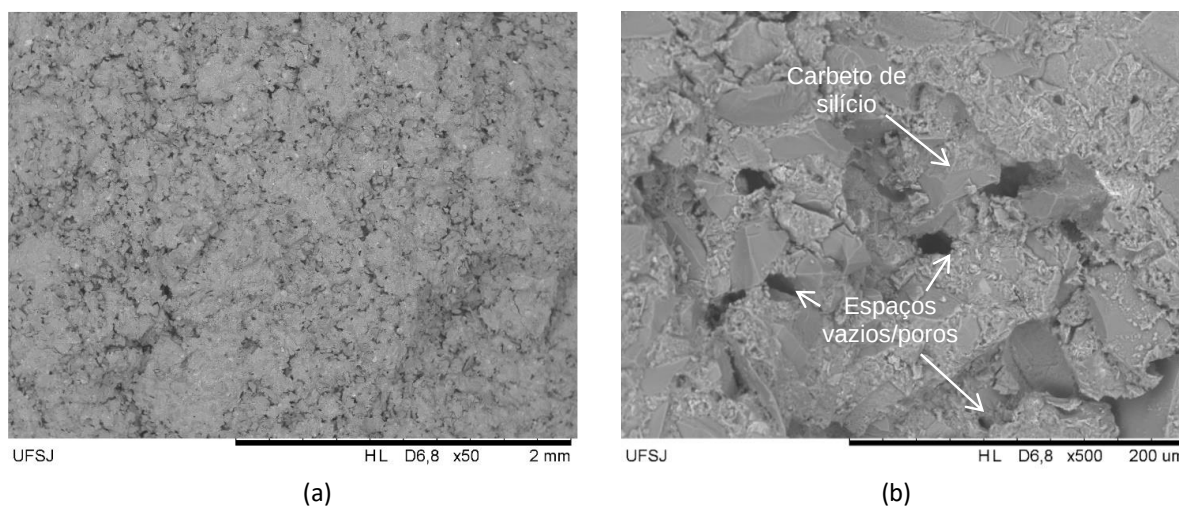


FIGURA 6. Microestrutura do compósito cimento/carbeto de silício compactado em 10 MPa, ampliação de 50x (a) e 500x (b).

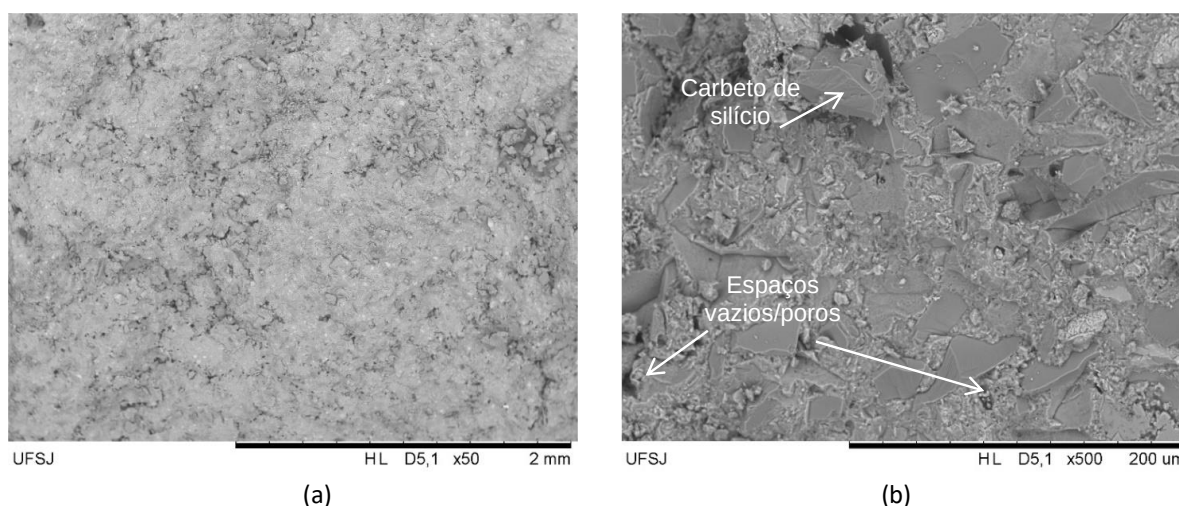


FIGURA 7. Microestrutura do compósito cimento/carbeto de silício compactado em 15 MPa, ampliação de 50x (a) e 500x (b).

5. CONCLUSÃO

O efeito da pressão de compactação uniaxial nas propriedades físico-mecânicas de compósitos a base de cimento portland e carbeto de silício foi analisado neste trabalho. Os resultados foram analisados por meio da análise de variância entre três níveis de pressão (5, 10 e 15 MPa). A análise revelou efeito significativo da pressão de compactação em todas variáveis resposta analisadas: porosidade aparente, densidade volumétrica, resistência e módulo de elasticidade em compressão e flexão. De forma geral, há aumento significativo na densidade, resistência e módulo de elasticidade dos compósitos como o aumento da pressão de

compactação. Já a porosidade é reduzida na medida em que maiores níveis de pressão são aplicados. Contudo, não há diferença significativa nos resultados quando a pressão é aumentada de 10 para 15 MPa, em todas as variáveis resposta, o que pôde ser observado por meio do teste de comparação múltipla de Tukey. Tal fato, pode estar relacionado com a maior remoção de água da mistura no momento da compactação, quando a pressão mais elevada é aplicada.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências brasileiras e fomento a pesquisa (CAPES, CNPq e Fapemig) e à FIVEN Brasil pelo fornecimento do carbetto de silício utilizado no trabalho.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo das informações contidas neste artigo.

8. REFERÊNCIAS

ASTM C1161-13. Standard test method for flexural strength of advanced ceramics at ambient temperature. 2013.

BALESTRERO, L. A.P. **Uma avaliação de mancais aerostáticos para máquinas ferramentas: estudo e dimensionamento de eixo árvore.** Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1997.

KUMAR, S.; SHEKAR, C.; JANA, B.; MANOCHA, L. M.; PRASAD, E. **C/C and C/SiC Composites for Aerospace Applications.** In: PRASAD, E.; WANHIL R. J. H. (eds) *Aerospace Materials and Material Technologies*. Indian Institute of Metals Series, Singapore: Springer, 2017. Vol. 01. p. 343-369.

MELO, H. C.; SILVA, L. J. Material compósito de matriz cimentícia reforçado com partículas de carbetto de silício para aplicação como restritor poroso em mancais aerostáticos. In: **IX COEN - Congresso de Engenharias da UFSJ**. P. 1-14, 2019.

MISSAGIA, Z. M. V.; SANTOS, J. C.; SILVA, L. J.; PANZERA, T. H. RUBIO, J. C. C. Assessment of compacted-cementitious composites as porous restrictors for aerostatic bearings. ***Proceedins of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications***. V. 234 (1) p. 79-89. 2020.

OLIVEIRA, P. H. D. **Efeito da Compactação por prensagem uniaxial a frio nas propriedades físicas e mecânicas da pasta de cimento Portland CP V ARI.** Trabalho de conclusão de curso. Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Federal de São João del Rei. 2017. 54p.

PANZERA, T. H.; CHRISTOFORO, A. L.; CAMPOS RUBIO, J. C.; BOWEN, C. R.; BORGES, P. H. R.; SILVA, L. J. Evaluation of compacted cementitious composites for porous bearings. **International Journal of Applied Ceramic Technology**. 2013; 10(3): 474-483.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DO SIC. FIVEN, 2022. Disponível em: < <https://www.fiven.com/pt/o-mundo-do-sic/processo-de-producao-do-sic/>>. Acesso em 09/05/2022.

SILVEIRA, Z. C.; PURQUERIO, B. M.; FORTULAN, C. A. Projeto, Fabricação e Caracterização de Estruturas de Cerâmicas Porosas para Aplicação em Mancais Aerostáticos. In: **17º cbecimat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**, 2006.

TANAKA, H. Silicon carbide powder and sintered materials. **Journal of the Ceramic Society of Japan**. 2011; 119(3): 218-233.

XIAO, X.; DU, J.; ZHANG, Y.; YAN, J.; LI, Y.; ZHU, K.; WANG, L. Study on static characteristics of aerostatic bearing based on porous SiC ceramic membranes. **Membranes**. 2022, 12 (898):1-14.

YINFEI, D.; WEI, H.; MINGXIN, D.; WEIZHENG, L. Using silicon carbide to increase thermal conductivity of cement composite for improving heating efficiency of floor heating system. **Construction and Building Materials**. 2022; 325.

EVALUATION OF THE UNIAXIAL PRESSING ON THE PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF CEMENT/SILICON CARBIDE BASED COMPOSITE

Pâmela Maria da Costa Deveza *et al.*

(pamdeveza@gmail.com)

Federal University of São João del Rei (UFSJ)

ABSTRACT: In this work, composites based on portland cement (ASTM - type III) and silicon carbide were studied. The effect of uniaxial pressing (at different pressure levels) on the physical (density and porosity) and mechanical properties (strength and modulus of elasticity in compression and bending) was analyzed using the analysis of variance (5% of significance), in addition to the effect on the composite microstructure. The composites were manufactured using water/cement ratio equal to 0.3 and silicon carbide/cement fraction of 0.67 (in weight). Three levels of pressing (5, 10 and 15 MPa) were applied to obtain the composites, in a low-speed electric pressing device. The results showed that all the analyzed response variables are significantly influenced by the compaction pressure. In general, there is a significant increase in density, strength and modulus of elasticity of the composites, according to the increasing in compaction pressure. Porosity, on the other hand, is reduced when higher levels of pressure are applied. There is no significant difference in results when the pressure is increased from 10 to 15 MPa, as can be seen by Tukey's multiple comparison test. Scanning electron microscopy analysis showed densification/reduction of porosity with uniaxial compaction of the composites.

KEYWORDS: Cement based composites, Silicon carbide, Uniaxial pressing, Analysis of variance.