

DESENVOLVIMENTO DE SUPORTE CERÂMICO A BASE DE CORDIERITA PARA SOLDAGEM UNILATERAL

L.L.P. de Almeida; C.M.F. Vieira; R.P.R. Paranhos; L.C.S. Tatagiba
Av. Alberto Lamego, 2000 - Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes / RJ
CEP: 28013-602 lezira@ig.com.br

(1) Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF
Laboratório de Materiais Avançados - LAMAV

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um suporte cerâmico para a execução de soldas unilaterais em aço. O suporte consiste na mistura de um material refratário (Cordierita), aglomerante (Silicato de Sódio) e água. Corpos-de-prova produzidos por prensagem uniaxial e queimados a 1100°C foram submetidos a testes físicos e mecânicos para a determinação da absorção de água e da tensão de ruptura à flexão, respectivamente. A microestrutura das cerâmicas produzidas foi avaliada por difração de raios-X, microscopia eletrônica de varredura e microscopia ótica. Após a produção do suporte cerâmico, foram realizados testes de soldagem pelo processo MIG-MAG para avaliar o formato do cordão de solda. Com base nos resultados obtidos, durante e após a soldagem realizada com o emprego do suporte cerâmico, demonstrou que é tecnicamente viável para a soldagem unilateral.

Palavras Chaves: Suporte cerâmico, Cordierita, Soldagem unilateral

INTRODUÇÃO

A soldagem unilateral é uma técnica onde os cordões de solda são aplicados somente por um lado da peça. É utilizada em aplicações que envolvem difícil acesso, em situações que a peça não pode ser virada. Em ambos os casos, obtêm-se penetração total no primeiro passe de solda (1,2), evitando-se a aplicação de passe de raiz e a subsequente operação de goivagem para a soldagem no outro lado da peça.

Uma das técnicas de soldagem unilateral utiliza o suporte cerâmico. Este tipo de suporte tem a capacidade de suportar a elevada temperatura da poça de solda quando no estado líquido, evita a formação de gases durante a soldagem e proporciona um acabamento adequado do cordão de solda, isento de defeitos (3).

Devido as suas excelentes propriedades termo-mecânicas, a cordierita pode ser utilizada como os auxiliares removíveis que suportam o metal fundido nos processos de soldagem (4), conhecidos como suporte cerâmico.

Assim sendo, a cerâmica com o mineral cordierita é um material ideal para exercer a função de cobre junta no processo de soldagem unilateral, tendo a possibilidade de ser produzido de vários formatos e de adaptar as diversas situações que surgem no ambiente de trabalho das indústrias (5).

Segundo Tatagiba *et. al.* (6), a análise feita dos suportes cerâmicos permitiu verificar que a matéria prima que obteve um melhor resultado foi a cordierita. Este suportou o metal líquido durante a soldagem, sem que ocorresse nenhum tipo de defeito, tanto no suporte quanto no cordão de solda.

O objetivo deste trabalho é caracterizar as composições de suporte cerâmico de cordierita após a queima numa temperatura de 1100°C, determinando suas propriedades físicas e mecânicas. Também foram avaliados os suportes durante a soldagem com o processo MIG-MAG.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho foram utilizadas duas classes de matérias-primas previamente identificadas, que são os materiais refratários e o aditivo.

O material refratário utilizado foi a cordierita, adquirida da Inducel Ltda, com composição química (%peso) de 43- 45% Al_2O_3 , 42-45% SiO_2 , 0,8-1,5% TiO_2 , 1,2-1,7% Fe_2O_3 , 5,6-6,2% MgO e teor de álcalis de 1,9-2,5%.

O aditivo utilizado foi o silicato de sódio neutro, que é um líquido viscoso, inodoro e incolor, miscível com água em qualquer proporção, apresentando uma solução alcalina. Este material foi fornecido pela empresa Diatom Mineração LTDA. Segundo certificado de qualidade emitido pelo fabricante, a composição química é: 30% SiO_2 ; 9,0% Na_2O e 61% H_2O . as propriedades são: densidade de 1,40 g/l, viscosidade é 530 cP e 41,90 °Be à temperatura de 25 ° C.

Água foi utilizada como uma variável do processo, pois é fundamental para facilitar a compactação da cerâmica.

A tabela 1 apresenta as formulações utilizadas para a fabricação do suporte cerâmico.

Corpos-de-prova retangulares (114,5 x 25,4 x 10,0 mm) foram preparados por prensagem uniaxial em matriz de aço a 20MPa com umidade de 8%. O suporte ainda possui uma pequena concavidade na região central que tem a função de adequar o formato do cordão de solda quando no estado líquido na parte inferior da chapa. Esta concavidade foi prevista para ser formada no molde, no momento da compactação, tendo uma dimensão de 5,0 mm de largura por 1,6 mm de profundidade.

Após a conformação, os corpos-de-prova foram secos em uma estufa a 110°C por 24 horas. A queima foi feita em forno de laboratório a 1100°C. A taxa de aquecimento utilizada foi de 2°C/min com 180 min de patamar. O resfriamento foi realizado com taxa de 2°C/min até atingir a temperatura ambiente.

Tabela 1 - Formulações do suporte cerâmico do material refratário cordierita

Formulação	Cordierita (%)	Silicato de sódio (%)	Água (%)
1	90	10	10
2	90	10	20
3	92	8	8
4	92	8	32

Os testes de absorção de água e de tensão de ruptura a flexão foram realizados de acordo com a norma ASTM C373-72 (7). A carga foi aplicada pelo cutelo superior com velocidade de aplicação de 0,5 mm/min, a distância entre os cutelos de apoio foi de 90 mm.

Foram realizadas as seguintes análises microestruturais: Difração de raios-X em difratômetro XRD 7000 da marca SHIMADZU, operando com radiação de Cobre (Cu) e 2 θ variando de 10 a 50°. Microestrutura do suporte cerâmico foi analisada por microscopia eletrônica de varredura (MEV) no equipamento SSX-550 da SHIMADZU, modelo SEDX, do LAMAV/UENF. A microscopia ótica (MO) foi realizada em estereomicroscópio da Agar Scientific, modelo Motic, com câmara fotográfica adaptada.

Os materiais utilizados para a realização dos testes de soldagem foram chapa de aço A-36 com dimensões de 100 X 100 x 6,4 mm, arame ER70S-6 utilizado no processo de soldagem MIG-MAG com diâmetro de 0,8 mm conforme a norma AWS A.5.18 [7], e gás de proteção para soldagem MIG-MAG: O gás de proteção utilizado foi STARGOLD PLUS da empresa WHITE MARTINS que possui uma mistura de 75 % de argônio com 25 % CO₂.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta os difratogramas de queima das composições 1, 2, 3 e 4. Pode-se observar que todas as composições apresentam composição mineralógica similares constituída de cordierita, mulita, quartzo e espinélio.

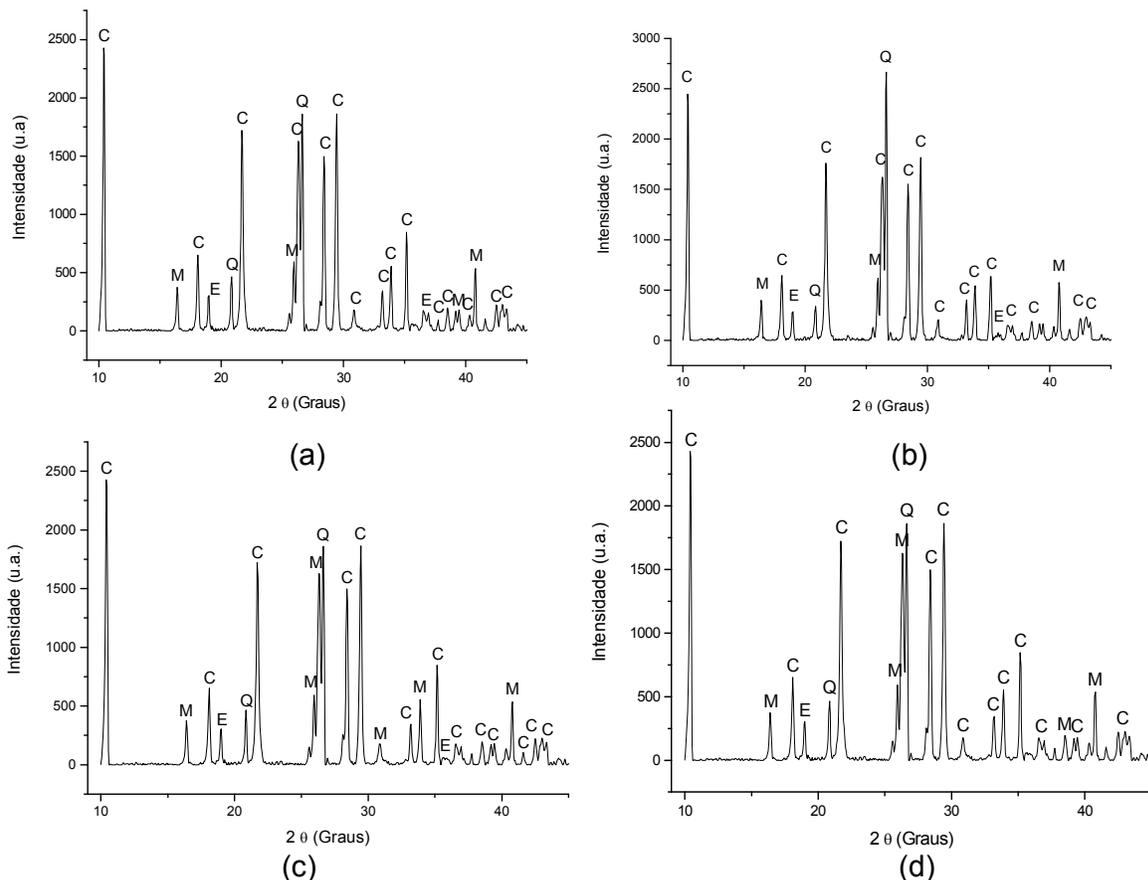


Figura 1 - Difratogramas de raios-X das composições após a queima. (a) 1, (b) 2, (c) 3 e (d) 4 (C=cordierita, M=mulita, Q= quartzo e E= espinélio)

A figura 2 mostram as micrografias obtidas por MEV da superfície dos suportes cerâmicos produzidos com as composições avaliadas. É possível observar que todas as composições dos suportes cerâmicos apresentam uma superfície pouco compacta, uma textura rugosa e com muita porosidade. Estas características estão associadas, sobretudo, à baixa temperatura de queima empregada, 1100°C. Um aumento da pressão de compactação juntamente com incremento da temperatura de queima poderiam contribuir para uma significativa redução da porosidade das cerâmicas produzidas.

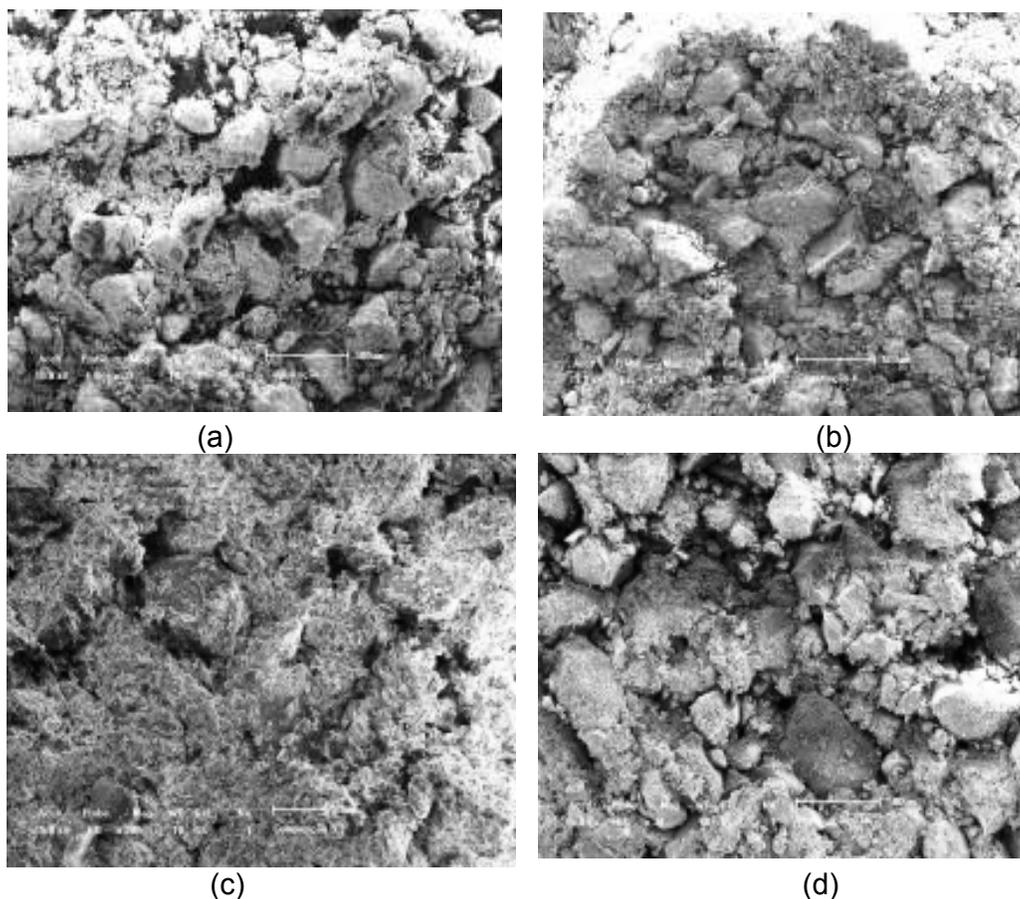


Figura 2 - Micrografia de MEV da superfície lisa do suporte cerâmico produzido com as composições (a) 1, (b) 2, (c) 3 e (d) 4

A figura 3(a) mostra outra micrografia do suporte cerâmico produzido com a composição 4, onde os pontos indicados foram submetidos a mapeamento por EDS. É possível verificar a presença significativa de alumínio, silício e magnésio, figuras 3 (b) e (d), elementos constituintes no mineral cordierita. Na figura 3(c) os elementos

encontrados devem estar associados com a presença de mulita. As fases observadas são cordierita e mulita como mostra o difratograma de raios-X após a queima do suporte cerâmico produzido com a composição 4, figura 1(d). O fato de não terem sido encontradas as outras fases detectadas no difratograma de raios-x (quartzo e espinélio) foi atribuído ao fato da análise por EDS ter sido realizada em apenas três pontos.

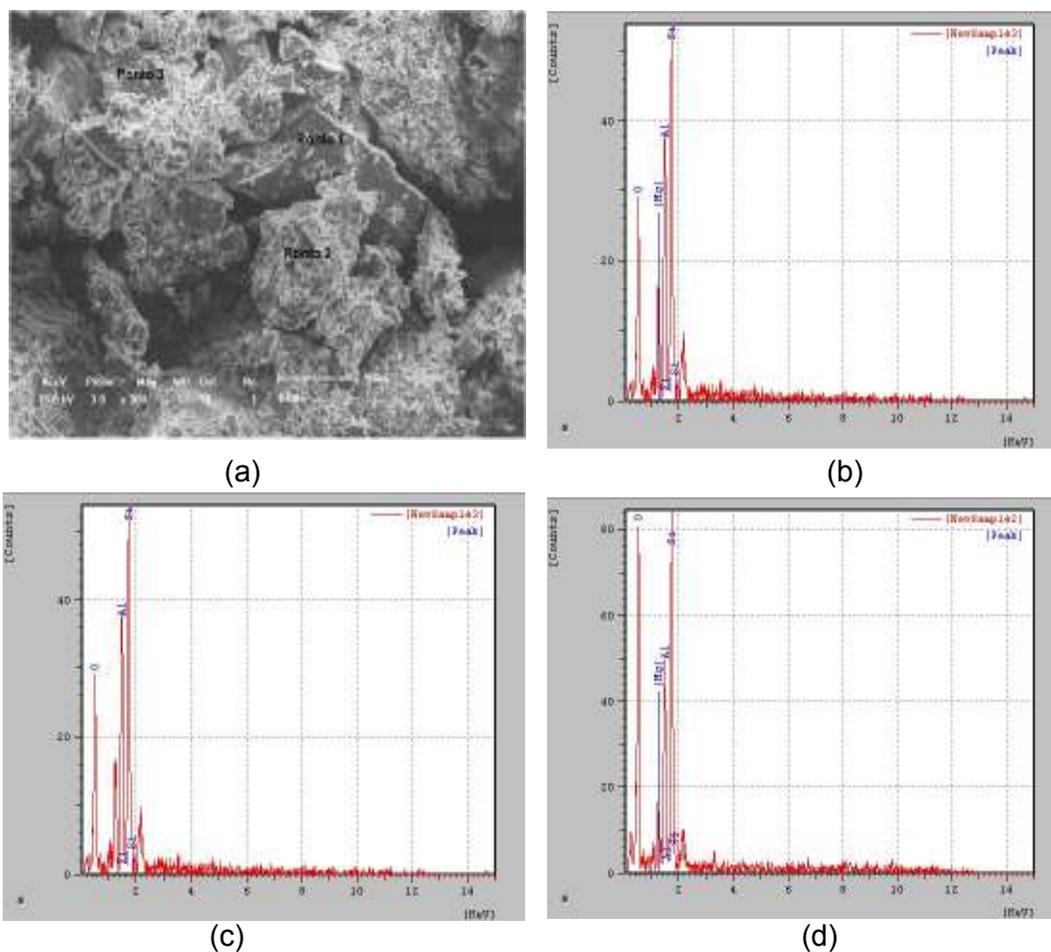


Figura 3 - Micrografia da superfície do suporte cerâmico produzido com a composição 4. (a) aumento de 300X e EDS pontual do ponto 1(b), ponto 2(c) e ponto 3(d).

A seguir são apresentadas micrografias, figura 4, obtidas por MO da superfície das cerâmicas após a queima. Nota-se que as partículas de quartzo, indicados pelo elipse, estão relativamente bem distribuídas na matriz de cordierita. Nota-se ainda poros, indicados por quadrado, e falhas, setas, em todas as regiões

das cerâmicas. Estes defeitos estão associados aos parâmetros de processamento utilizados, conforme já discutido.

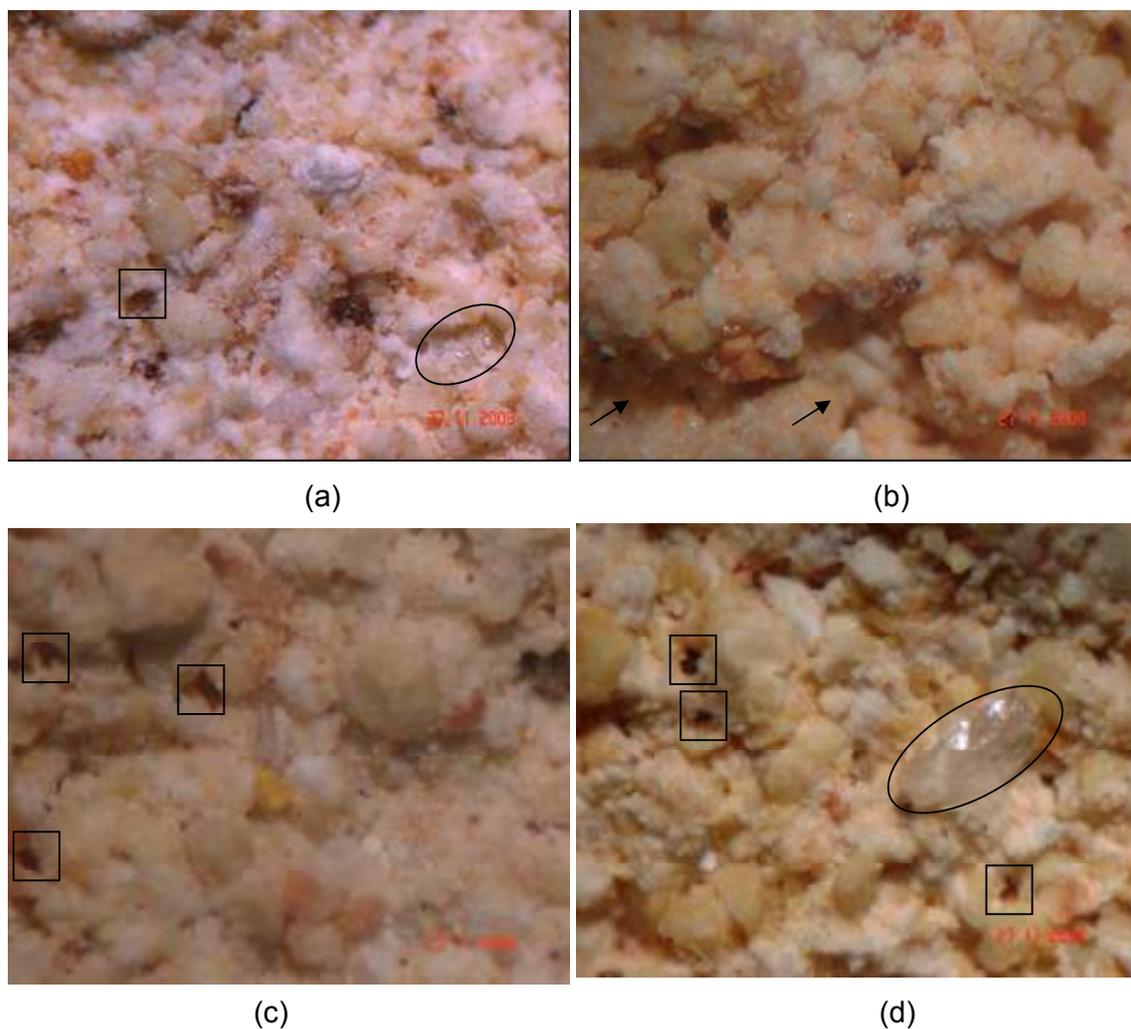


Figura 4 - Micrografia obtida por MO dos suportes cerâmicos produzidos com as com as composições: 1(a); 2(b), 3(c) e 4 (d).

A Figura 5 apresenta a absorção de água das composições. Nota-se que ocorre uma certa variação desta propriedade que ocorre na faixa de 20,64 a 25,03%. Embora a melhor composição tenha sido a 2, os valores obtidos são relativamente elevados e devem acarretar baixa resistência mecânica.

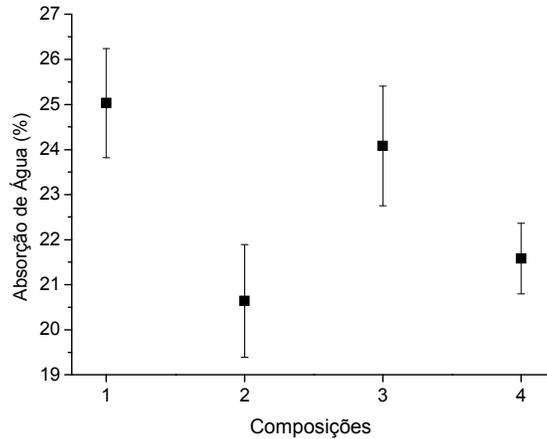


Figura 5 – Absorção de água dos suportes cerâmicos produzidos.

A figura 6 apresenta a tensão de ruptura à flexão das composições. As composições 3 e 4 apresentam os maiores valores de resistência mecânica, embora a porosidade aberta destas composições, absorção de água, não tenha sido a menor. Este resultado indica que outros fatores, além da quantidade de poros abertas estejam influenciando no comportamento mecânico das formulações avaliadas, como tamanho de grão e tamanho de poros.

Embora tenha sido possível obter suportes cerâmicos com uma resistência mecânica mínima para a realização dos ensaios de soldagem, os valores obtidos estão muito aquém de um suporte industrial utilizado como comparativo (8). Estes resultados serão apresentados em outro trabalho.

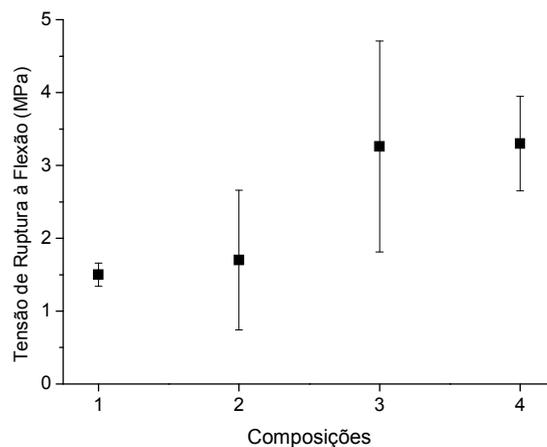


Figura 6 – Tensão de ruptura à flexão dos suportes cerâmicos produzidos.

Na figura 7 pode-se observar que os suportes resistiram o elevado aporte de calor durante a soldagem. Os suportes fundiram-se localmente e foram efetivos em proteger o metal de solda líquido. O formato da parte inferior do cordão de solda (raiz da solda), que esteve em contato com o suporte cerâmico produzido não foi observado descontinuidades como inclusões, trincas, poros e mordeduras.

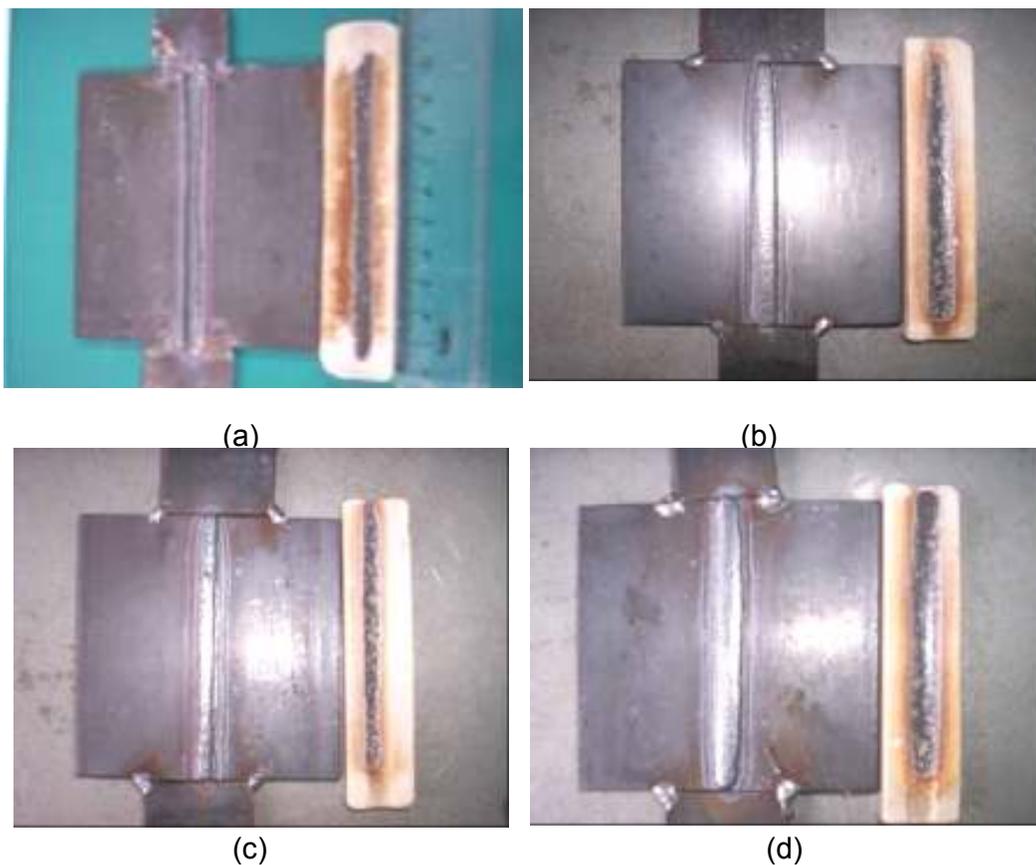


Figura 7 - Corpos de prova dos suportes cerâmicos produzidos após a soldagem

CONCLUSÕES

O processo de fabricação convencional de cerâmica mostrou-se adequado para a obtenção de suporte para soldagem unilateral, embora os suportes produzidos tenham apresentado baixa performance técnica. Isto foi atribuído, sobretudo, à baixa temperatura de queima utilizada para um material refratário, a cordierita. Apesar disso, observou-se que para a operação de soldagem, todas as composições testadas apresentaram resultados satisfatórios.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ e ao CNPq pelo apoio financeiro, por meio de bolsas de estudo e projetos financiados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J. **Introdução aos processos de Soldagem** – Belo Horizonte – MG, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 246 p, 2006.
- (2) ZIEDAS, S.; TATINI, L. **Soldagem** -São Paulo- SP, SENAI, 553 p, 1997.
- (3) MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J.; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem - Fundamentos e Tecnologia** - Belo Horizonte – MG, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 363 p, 2005.
- (4) Tardei, G., Gavriľiu, G., E Hagiopol, M. “**Ceramic backing materials used in one-side welding methods**”, Key Engineering Materials vols 264-268 pp 671-674, 2004
- (5) ANDRADE, S. T, **Mapeamento do processo mecanizado de Soldagem unilateral fcaw com backing Cerâmico aplicável no passe de raiz em aço Carbono**. Belo Horizonte – MG, Universidade Federal de minas Gerais – UFMG, 103p, 2007.
- (6) TATAGIBA, L.C.S., ALMEIDA, L.L.P., ROCHA, J.P., BASTOS, L.R., RIBEIRO, P.C., PARANHOS, R.P.R. **Avaliação de Formulações para Suporte de Solda a Base de Materiais Cerâmicos**. Anual do 63º Congresso da ABM. Santos-SP.TecArt, 3417-3425p, 2008.
- (7) American Society For Testing And Materials. **Specification For Carbon Steel Electrodes And Rods For Gas Shielded Arc Welding**, ASTM A5.18, 371-399, 1998.
- (8) ALMEIDA, L.L.P. **Desenvolvimento de suporte cerâmico para aplicação em soldas unilaterais com elevada produtividade**. 2009, 111p. Tese (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF CERAMIC SUPPORT THE BASE OF CORDIERITE FOR ONE-SIDE WELDING

This work has as objective develops ceramic backing for the execution of one-side welds in steel. The backing consists the mixture of refractory mineral (Cordierite), adhesive (sodium silicate) and water. Test coupons produced by uniaxial pressing and burned to 1100°C they were submitted to physical and mechanical tests for determination the water absorption and flexion strength, respectively. The microstructure of ceramics produced was evaluated by diffraction of X-Ray, scanning electron microscopy and optical microscopy. After the production of the ceramic backing, welding tests were accomplished by the process MIG-MAG to evaluate the format of the weld bead. Based on the results obtained, during and after the welding accomplished with the employment of the ceramic backing, has shown that it is technically feasible for one-side welding.

Key words: ceramic backing, cordierite, one-side welding.