

PRODUÇÃO E ESTUDO DE ESTABILIDADE EM PETRÓLEO CRU DE COMPÓSITO CERÂMICO $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, PARA APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO INERTE POR TÉCNICA DE REVESTIMENTOS DEPOSITADOS POR ASPERSÃO TÉRMICO HIPERSÔNICO (HIGH VELOCITY OXYGEN FUEL, HVOF, THERMAL SPRAY COATING)

Larissa Tavares de Albuquerque¹; Yogendra Prasad Yadava²

¹Estudante do Curso de Engenharia Mecânica – CTG – UFPE; E-mail: Larissa.t.albuq@gmail.com,

²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Mecânica – CTG – UFPE. E-mail: yadava@ufpe.br

Sumário: O petróleo cru é uma substância de imensa importância nos dias de hoje, porém ele é altamente corrosivo, dificultando assim suas formas de armazenamento e transporte. A partir disto, criou-se o interesse pela busca de novos materiais que pudessem proteger as tubulações de carregamento desta substância. Por possuir resistência aos ataques químicos, a cerâmica tornou-se alvo para o estudo, contudo, sua característica de possuir fragilidade intrínseca precisou ser amenizada, para que assim, seja possível a aplicação em estruturas. Com o intuito de melhorar as propriedades mecânicas, é acrescentado às cerâmicas outros aditivos cerâmicos, e, através de estudos, ficou sabido que a aplicação de óxidos de terras raras podem aumentar a tenacidade destes materiais. Desta forma, este trabalho busca desenvolver um compósito cerâmico formado por alumina-titânica e com adição do óxido de ítria, produzidos por processo termo-mecânico, para utilização estrutural das tubulações de petróleo. Para avaliar a utilização deste material foram realizados ensaios mecânicos, como dureza Vickers e análises microestruturais, como DRX e MEV e estudo da estabilidade destes compósitos em ambiente de petróleo cru. Por fim, os resultados apontaram que as amostras com 15% e 20% em massa de titânia e 2% em ítria, possuem comportamento inerte ao petróleo cru.

Palavras-chave: $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$; inerte a petróleo cru; reforço de Y_2O_3 ; revestimento cerâmico;

INTRODUÇÃO

A resistência à corrosão e ao ataque químico faz com que a procura de novos materiais cerâmicos seja de imensa importância para o revestimento de tubulações de petróleo. Estudos mostram que cerâmicas com base de alumina são utilizadas onde há demanda por alta resistência mecânica e alta tenacidade à fratura.(1 – 3) No entanto, a fragilidade da cerâmica é um grande problema para sua utilização em estruturas mecânicas, para melhorar esse fator, são acrescentados aditivos cerâmicos, como TiO_2 , entre outros. Ainda assim, há outro problema, a nucleação e propagação de fissuras, e para isto são acrescentadas pequenas percentagens de óxidos de terra rara, capazes de aumentar a tenacidade do material. A partir destas características, foi desenvolvido o compósito cerâmico $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, acrescentado com Y_2O_3 , para revestimento inerte de tubulações de petróleo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa do trabalho foi a preparação do pó cerâmico, onde cada material foi pesado, em proporções previamente determinadas, obtendo assim os valores da Tab. (1).

Composição	Mistura 5%	Mistura 10%	Mistura 5%	Mistura 20%
Al ₂ O ₃	93	88	83	78
TiO ₂	5	10	15	20
Y ₂ O ₃	2	2	2	2

Tabela 1: Composição das amostras cerâmicas

Esses óxidos foram então misturados em um moinho feito de aço inox, revestido de borracha, contendo 31 bolas de alumina. O material foi então moído, por 24 horas, até apresentar um caráter homogêneo. Em seguida, foi separada parte do material e pesado em balança analítica, para obtenção de pastilhas com 8g das quatro porcentagens. Cada pastilha foi compactada através de uma prensa uniaxial, (SCHIWING SIWA, modelo ART6500089) cuja matriz cilíndrica tem 3 cm de diâmetro, foram submetidas a uma pressão de 12 ton/cm² durante um período de 5 minutos. Foi utilizado etilenoglicol para facilitar a desmoldagem, pois, auxilia no trabalho e não modifica os resultados, por ser de fácil evaporação. Após a prensagem, as pastilhas foram sinterizadas, a fim de obter o composto cerâmico. Esta etapa foi realizada em um forno do tipo mufla, por 24 horas, a uma temperatura de 1380°. Após a sinterização, as pastilhas foram lixadas com lixas entre 320 e 1500 grãos e em seguida foram submetidas a análises de raio-x, microscopia óptica, microdureza Vickers e microscopia eletrônica de varredura.

RESULTADOS

A figura 1 apresenta DRX típicos do compósito Al₂O₃-TiO₂ reforçado com 2% de Y₂O₃, com 15% e 20 % de titânia.

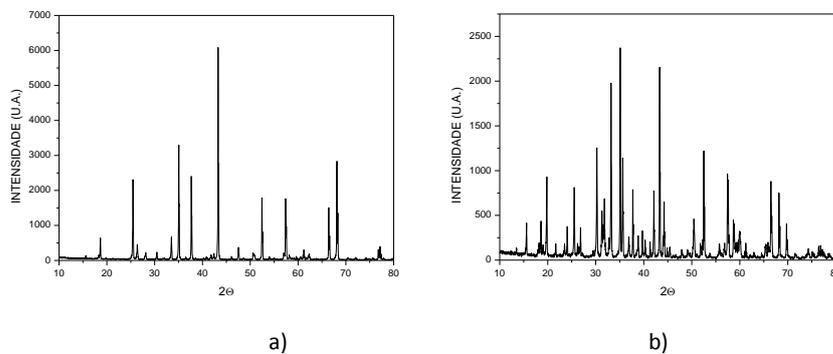


Figura 1: DRX de compósito Al₂O₃ – TiO₂ com reforço de 2% de Y₂O₃. A) 15% de TiO₂ e B) 20% de TiO₂.

A figura 2 apresenta o MEV do compósito Al₂O₃ – TiO₂ com reforço de 2% de Y₂O₃, após a sinterização das amostras e antes da submersão no petróleo cru, para uma posterior comparação.

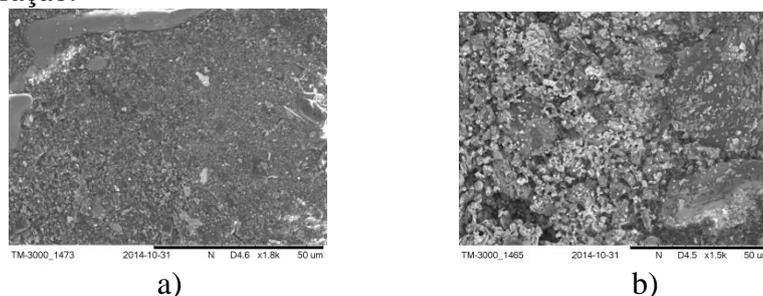


Figura 2: MEV de compósito Al₂O₃ – TiO₂ com reforço de 2% de Y₂O₃ antes da submersão no petróleo cru. A) 15% de TiO₂, B) 20% DE TiO₂.

A figura 3 representa a microscopia óptica realizada na amostra do compósito Al₂O₃-TiO₂ com 15% de TiO₂, após 60 dias submersos no petróleo cru, oriundo tanto do mar quanto da terra.

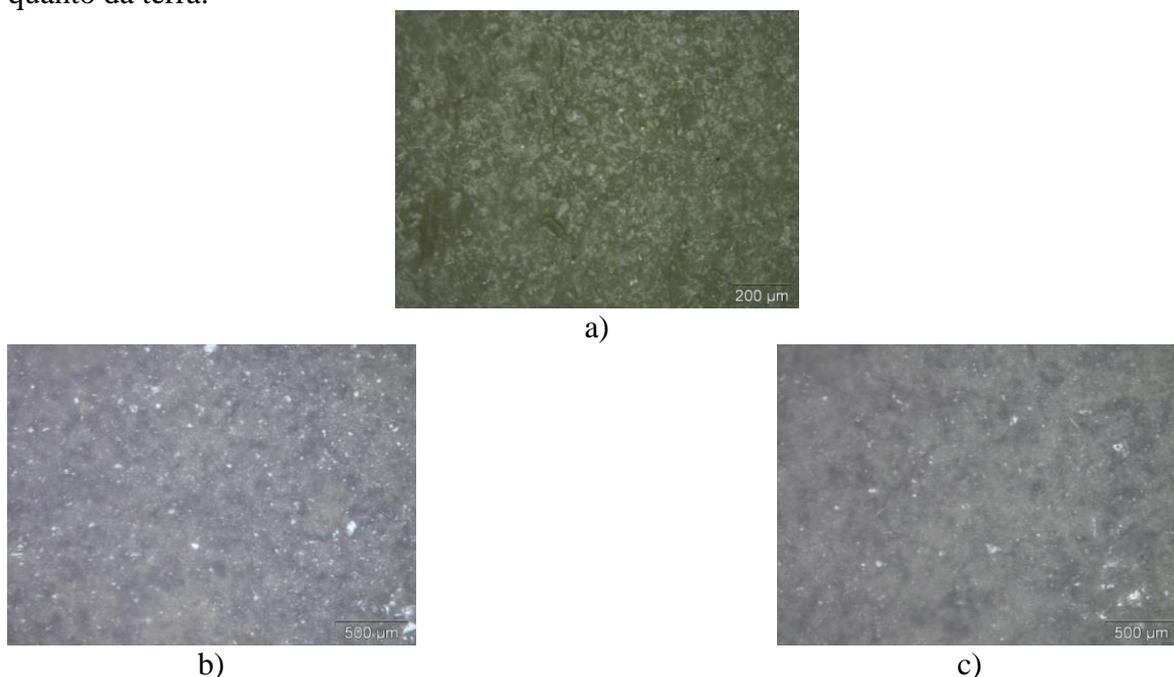


Figura 3: Microscopia óptica de compósito Al₂O₃ – 15% TiO₂ com reforço de 2% de Y₂O₃. A) Antes da submersão no petróleo, B) Após 60 dias submerso no petróleo de mar, c) Após 60 dias submerso no petróleo de terra.

Foi realizado também o ensaio de Microdureza Vickers para todas as amostras, tendo resultado médio de 30HV para as amostras de 15% e 20% de TiO₂.

DISCUSSÃO

Através da difração de raios-x, notou-se que os compósitos cerâmicos não apresentaram fase adicional, apenas as fases constituintes, Al₂O₃, TiO₂ e Y₂O₃. A presença da fase de Y₂O₃ é pouco observada nos padrões de DRX, devido à sua pequena quantidade percentual no compósito. A realização da microscopia eletrônica de varredura nas amostras apresentou uma microestrutura gradativamente homogênea com boa distribuição de tamanho de grão. Os compósitos com 15% e 20% de TiO₂, mostraram melhores resultados em termos de homogeneidade e distribuição no tamanho de partículas. O ensaio de microdureza Vickers realizado nas amostras de 5% e 10% de TiO₂ mostrou resultados não satisfatórios, visto que a finalidade do compósito é estrutural. Entretanto, os testes para as amostras de 15% e 20% foram satisfatórios, de modo que o estudo do compósito prosseguiu com essas porcentagens de óxido de titânio. Através das imagens da microscopia óptica, apresentadas anteriormente, e realizadas antes e depois da submersão das pastilhas em petróleo cru, por 60 dias, verificou-se que as superfícies das amostras não tiveram alterações significativas. Concluindo que há uma boa estabilidade química do compósito devido à falta de evidências de ataque químico, sendo útil assim, para o revestimento das tubulações de petróleo.

CONCLUSÕES

Através das análises de DRX, MEV, EDS e microdureza Vickers, pode-se concluir que os compósitos com 15% e 20% de TiO₂, apresentaram melhores resultados na microestrutura e propriedades mecânicas para os compósitos com 2% de Y₂O₃, porém as mesmas análises não foram tão satisfatórias para as amostras com 5% e 10% de TiO₂. As imagens de

microscopia óptica após a submersão das pastilhas cerâmicas no petróleo, durante 60 dias, mostraram que não houve reação química e degradação superficial dos compósitos. Desta forma, o estudo mostra que os compósitos são adequados para o revestimento de tubulações de transporte e armazenamento do petróleo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à PIBIC – UFPE – CNPq, pela oportunidade de participação no programa de iniciação científica. Agradeço também ao CNPq pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] A.G. Evans, Perspective on the development of high toughness ceramics, J. Am. Ceram. Soc. 73 (2) (1990) 187–192.
- [2] X. Ai, Z.Q. Li, J.X. Deng, Development and perspective of advanced ceramic cutting tool material., Key Eng. Mater. 108–110 (1) (1995) 98–112.
- [3] P.F. Becher, Microstructural design of toughened ceramics, J. Am. Ceram. Soc. 74 (2) (1991) 255–264.