



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102018068174-5

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102018068174-5

(22) Data do Depósito: 10/09/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 24/03/2020

(51) Classificação Internacional: C02F 1/32; C02F 103/30; B01J 23/16; B01J 21/16.

(54) Título: REMEDIAÇÃO DE EFLUENTES E CORANTES TÊXTEIS POR MEIO DE REAÇÃO FOTOCATALÍTICA UTILIZANDO UMA MATRIZ HOSPEDEIRA DE ARGILA COM PENTÓXIDO DE NIÓBIO.

(73) Titular: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 80257355000108. Endereço: AV GAL CARLOS CAVALCANTI, 4748 - UVARANAS, Ponta Grossa, PR, BRASIL(BR), 84030-900, Brasileira

(72) Inventor: ELENICE HASS CAETANO; SERGIO TOSHIO FUJIWARA; JULIANA REGINA KLOSS.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 10/09/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 15/10/2024

Assinado digitalmente por:

Alexandre Dantas Rodrigues

Diretor de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



REMEDIAÇÃO DE EFLUENTES E CORANTES TÊXTEIS POR MEIO DE REAÇÃO FOTOCATALÍTICA UTILIZANDO UMA MATRIZ HOSPEDEIRA DE ARGILA COM PENTÓXIDO DE NIÓBIO.

001 A presente invenção trata-se do desenvolvimento de uma matriz hospedeira utilizando compostos de nióbio, preferencialmente pentóxido de nióbio suportado em um argilomineral, preferencialmente a bentonita, destinando sua utilização para promover a remediação e degradação de efluentes e corantes têxteis.

002 As argilas são constituídas por vários argilominerais subdivididos em grupos do tipo 2:1. A estrutura cristalina dos argilominerais desse grupo é constituída por duas folhas sílicas tetraédricas, que envolvem uma folha de alumina octaédrica, formando uma camada ou lamela [COELHO, A. C. V.; SANTOS, P. D. S.; SANTOS, H. D. S. Argilas especiais: argilas quimicamente modificadas – uma revisão. Química Nova, v. 30, p. 1282–1294, 2007 a].

003 Os argilominerais de camada 2:1 são divididos em grupos: vermiculita, mica, esmectita, clorita, saponita e paligorskita, sendo o mais conhecido o grupo da esmectita. Um tipo de argila esmectita muito utilizada em pesquisas para as diversas áreas da química, é a argila bentonita.

004 A bentonita é constituída por vários argilominerais, porém, o de maior ocorrência é a montmorilonita, em concentrações que variam de 60 a 95% em sua composição, sendo a estrutura cristalina do argilomineral do tipo 2:1 [ZENG, G. H.; WANG, D. Z.; YU, A. B.; LU, G. Q. Synthesis of polymer Montmorillonite Nanocomposites by In Situ Intercalative Polymerization. Nanotechnology, v. 13, p. 549 - 553, 2002].

005 O empilhamento das camadas é regido por forças eletrostáticas fracas e forças de Van Der Waals, que dão origem ao espaço interlamelar [ANADÃO, P. Tecnologia de Nanocompósitos polímero/argila. São Paulo: 2012].

006 Nessa classe de argilominerais ocorrem substituições isomórficas de átomos de silício por alumínio nas folhas tetraédricas e de átomos de alumínio por magnésio ou ferro entre outros átomos nas folhas octaédricas. Devido a esta questão, cargas negativas são geradas causando desequilíbrio elétrico nas camadas

oriundas da deficiência de cargas positivas [MEUNIER, A. Clays. Berlin: Springer, 2005]. Logo, esta deficiência é compensada pela presença de cátions situados no espaço interlamelar, chamados de cátions interlamelares.

007 Várias aplicações físicas, químicas e tecnológicas existem para os argilominerais, que por sua vez, são dependentes de suas propriedades fundamentais. Baixa condutividade hidráulica, que é uma propriedade fundamental, que por sua vez beneficia a contenção de contaminantes químicos, tendo uma favorável propriedade de barreira [BOHNHOFF, G. L.; SHACKELFORD, C. D. Salt diffusion through a bentonite-polymer composite. *clays and clay minerals*, v. 63, n. 3, p. 145-162, 2015].

008 A montmorilonita também apresenta propriedades como alto poder de inchamento entre as lamelas e consequente capacidade de vedação, alta capacidade de adsorção, estabilidade mineralógica e, alta capacidade de troca catiônica, favorecendo sua utilização no preparo de matrizes hospedeiras e facilitando a incorporação de outros materiais em sua estrutura cristalina podendo assim aprimorar tais propriedades [FERNÁNDEZ, R.; RUIZ, A. I.; CUEVAS, J. The role of smectite composition on the hyperalkaline alteration of bentonite. *Applied Clay Science*, v. 95, n. 0, p. 83-94, 2014].

009 Uma das aplicações tecnológicas das argilas é destinada ao tratamento de efluentes industriais contendo metais, que por meio da sua alta capacidade de adsorção é capaz de adsorver íons diversos, como chumbo, cádmio, cromo, zinco, níquel e cobre. Para este fim alguns processos convencionais são usados (precipitação e evaporação), porém, não são adequados para a remoção desses metais em concentrações muito baixas, mas, que ainda representam malefícios para o meio ambiente. Sendo assim, as argilas são apresentadas como uma alternativa viável e de grande eficácia frente aos processos convencionais [BERTAGNOLLI, C.; KLEINÜBING, S. J.; DA SILVA, M. G. C. Preparation and characterization of a Brazilian bentonite clay for removal of copper in porous beds. *Applied Clay Science*, v. 53, n. 1, p. 73-79, 2011].

010 Outro processo bastante utilizado para tratamento de efluentes industriais é o de oxidativos avançados (POAs), que oferece condições de operação simples em baixa temperatura e pressão, de baixo custo.

011 O interesse no estudo de novos sistemas ativos com óxidos de ferro e outros semicondutores vem crescendo nas últimas décadas. Podem-se citar como exemplos a goetita, o hidróxido de ferro e o ferro suportado em sílica, semicondutores suportados em argilas, alumina e argilas. [HERNEY-RAMIREZ, J.; VICENTE, M. A.; MADEIRA, L. M. Heterogeneous photo-Fenton oxidation with pillared clay-based catalysts for wastewater treatment: A review. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 98, n. 1–2, p. 10-26, 2010. NAVALON, S.; ALVARO, M.; GARCIA, H. Heterogeneous Fenton catalysts based on clays, silicas and zeolites. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 99, n. 1–2, p. 1-26, 2010].

012 Para se preparar um material hospedeiro/convidado, são necessárias algumas características do material que chamamos de *host*. A matriz utilizada não deve ser dissolvida, o convidado (*guest*) é sintetizado ou imobilizado em um hospedeiro com tamanho e forma controlada, o que favorece a estabilização dos materiais tanto em micro como nanoescalas, sem provocar modificações na estrutura cristalina do hospedeiro. [MAIA, D. J.; DE PAOLI, M.-A.; ALVES, O. L.; ZARBIN, A. J. G.; NEVES, S. D. Síntese de polímeros condutores em matrizes sólidas hospedeiras. *Química Nova*, v. 23, p. 204-215, 2000].

013 Dentre os materiais descritos para esse método, é possível destacar as argilas, com estruturas lamelares, que apresentam elevada capacidade de troca catiônica, alta adsorvidade, abundância e baixo custo. Os argilominerais do grupo da esmectita, preferencialmente, a bentonita possui capacidade de troca catiônica alta em média 150meq/100g de argila, onde 80% dos cátions trocáveis se encontram no espaço interlamelar e outros 20% nas superfícies [ANADÃO, P. Tecnologia de Nanocompósitos polímero/argila. São Paulo: 2012]. A capacidade de adsorção desses argilominerais está correlacionada com a capacidade de troca catiônica e, quanto maior essa capacidade, maior sua capacidade de adsorção. Logo para o preparo de uma matriz hospedeira, é importante que a capacidade de adsorção do argilomineral seja alta, uma vez que adsorve os íons de interesse e oferece estabilidade mineralógica para o argilomineral [FERNÁNDEZ, R.; RUIZ, A. I.; CUEVAS, J. The role of smectite composition on the hyperalkaline alteration of bentonite. *Applied Clay Science*, v. 95, n. 0, p. 83-94, 2014]. Tais características as tornam preferidas na química para o método hospedeiro/convidado [ANAISSE, F. J.;

VILLALBA, J. C.; FUJIWARA, S. R. T.; CÃ³TICA, L. F.; SOUZA, C. U. R. L. D.; ZAMORA-PERALTA, P. C. Caracterização e propriedades do material coloidal nanoestruturado -FeOOH/bentonita. Química Nova, v. 32, p. 2006-2010, 2009].

014 Semicondutores suportados em argilas vêm sendo estudados devido à alta capacidade de adsorção da argila, fato que favorece sua aplicação como matriz hospedeira e um dos semicondutores que podem ser utilizados como convidado são os compostos de nióbio, geralmente o pentóxido de nióbio.

015 É importante ressaltar que o Brasil é o país que produz mais de 95% deste metal, e aproximadamente, 98% da reserva mundial. Devido a esse fato novas aplicações para o elemento são bem vindas [LOPES, O. F.; MENDONÇA, V. R. D.; SILVA, F. B. F.; PARIS, E. C.; RIBEIRO, C. ÓXIDOS DE NIÓBIO: UMA VISÃO SOBRE A SÍNTESE DO Nb₂O₅ E SUA APLICAÇÃO EM FOTOCATÁLISE HETEROGNEA. Química Nova, v. 38, p. 106-117, 2015].

016 O pentóxido de nióbio (Nb₂O₅) tem sido conhecido por catalisar reações ácidas e reações fotocatalíticas. Recentemente, houve avanços significativos na adaptação dos materiais de óxido com estruturas controladas e morfologias obtendo ótimo desempenho catalítico [ZHAO, Y.; ZHOU, X.; YE, L.; CHI EDMAN TSANG, S. Nanostructured Nb₂O₅ catalysts. Nano Reviews, v. 3, n. 1, p. 17631, 2012]. É um semicondutor do tipo “n” com *band gap* que varia de 3,1 a 4,0 eV. [LOPES, O. F.; MENDONÇA, V. R. D.; SILVA, F. B. F.; PARIS, E. C.; RIBEIRO, C. ÓXIDOS DE NIÓBIO: UMA VISÃO SOBRE A SÍNTESE DO Nb₂O₅ E SUA APLICAÇÃO EM FOTOCATÁLISE HETEROGNEA. Química Nova, v. 38, p. 106-117, 2015].

017 Desde o século XXI, o interesse em nióbio suportado em sílica tem aumentado sistematicamente, isso porque o óxido de nióbio quando suportado sobre a superfície da sílica apresenta algumas propriedades como alta estabilidade térmica, alta afinidade por moléculas orgânicas, propriedades essas não encontradas ao óxido não imobilizado [ZIOLEK, M.; SOBCZAK, I. The role of niobium component in heterogeneous catalysts. Catalysis Today, v. 285, p. 211-225, 2017].

018 Deste modo a presente invenção tem os seguintes objetivos:

a) Preparar matriz hospedeira argila/compostos de nióbio;

- b) Preparar um material insolúvel em água e outros solventes polares;
- c) Obter um material com propriedades melhoradas quando comparado com pentóxido de nióbio e argilominerais sem modificação;
- d) Obter eficiência de descoloração e degradação efluentes e corantes têxteis, principalmente o azul reativo, utilizado nas indústrias de jeans;
- e) Obter porcentagem de eficiência de descoloração e degradação superior a 80%, podendo esta porcentagem ser de 70 a 90%;
- f) Obter descoloração e degradação na presença e na ausência de peróxido de hidrogênio, ou outro peróxido, na reação catalítica;
- g) Utilizar como catalisador heterogêneo, uma matriz hospedeira de argila suportando o pentóxido de nióbio, em sua estrutura cristalina, na forma de pastilhas.

019 A matriz hospedeira em questão na presente invenção, será preparada por meio da adaptação da técnica descrita em [DE PAIVA, L. B.; MORALES, A. R.; VALENZUELA DÍAZ, F. R. Organoclays: Properties, preparation and applications. Applied Clay Science, v. 42, n. 1–2, p. 8-24, 2008. TEIXEIRA-NETO, É.; TEIXEIRA-NETO, Â. A. Modificação química de argilas: desafios científicos e tecnológicos para obtenção de novos produtos com maior valor agregado. [Química Nova, v. 32, p. 809-817, 2009], onde consiste do inchamento da argila por até 24 horas seguida da adição da solução do sal, ambos sob agitação. A argila empregada para matriz hospedeira é pertencente a família dos silicatos, preferencialmente do grupo 2:1, a bentonita. modificada com óxido semiconductor, preferencialmente pentóxido de nióbio.

020 Na presente invenção, o procedimento para obtenção da matriz hospedeira utilizando o pentóxido de nióbio suportado em argila, foi realizado através da dispersão aquosa da argila natural seguida de inchamento. A quantidade dos materiais utilizados na dispersão ficou entre 1 a 5% (m/v) da argila natural em água. Após o inchamento foi adicionado à dispersão de 0,5 g a 5 g de pentóxido de nióbio. A dispersão foi mantida em agitação por até 80 horas, sob aquecimento de até 90°C para evaporação da água e secas em estufa até 150°C por até 24 horas.

021 Para caracterizar a estrutura cristalina dos compostos de pentóxido de nióbio, da argila bentonita e do material obtido pela modificação, conforme metodologia descrita acima, foram utilizadas as técnicas de difração de raios X no equipamento RIGAKU ULTIMA IV, utilizando radiação Cu K α operando a 40KV e 30mA com passo de 0,02° sendo 10s/passos, ocorrendo no ângulo de varredura de 3 a 120° e, a técnica de Espectroscopia de Absorção na região do Infravermelho, no equipamento marca SHIMADZU, modelo IR Prestige 21, comprimento de onda entre 4000cm⁻¹ a 400 cm⁻¹, em resolução de 4 cm⁻¹ e 64 scans.

022 Para investigar a estrutura cristalina das lamelas da argila antes e após a modificação da mesma, foi utilizada a técnica de Ressonância Magnética Nuclear do estado sólido, utilizando uma sonda de sólidos 4mm *broad* na configuração de sólidos, investigando os deslocamentos químicos dos experimentos em núcleo de ²⁷Al no Espectrômetro Ascend 400 Bruker.

023 A morfologia da matriz hospedeira obtida foi avaliada utilizando microscópio eletrônico de alta resolução, marca Tescan, modelo MIRA3 LM.

024 Os processos de descoloração e degradação do corante têxtil, em questão na presente invenção, foram desenvolvidos utilizando um reator fotoquímico sob irradiação de uma lâmpada de vapor de mercúrio com bulbo de quartzo (125 W, sem vidro protetor), corante têxtil representativo de efluente na concentração de entre 10 a 50 mg.L⁻¹, catalisador imobilizado em pastilha de diâmetro até 20 mm e espessura de até 10 mm utilizando até 3 g da matriz, pH ácido.

025 O primeiro processo de descoloração e degradação de corantes têxteis foi desenvolvido na presença de peróxido de hidrogênio 30% (m/V). O segundo processo de descoloração e degradação dos corantes têxteis, em questão na presente invenção, foi desenvolvido na ausência de peróxido de hidrogênio.

026 O catalisador utilizado em forma de pastilhas nos dois processos mencionados acima, foi obtido submetendo a argila modificada à prensa hidráulica sob pressão de até 3 toneladas, calcinadas durante o tempo entre 10 minutos a 2 horas a temperatura de entre 400 a 750 °C em mufla. A massa do catalisador em forma de pastilha utilizada foi de 0,1 a 3 g, para cada teste de degradação na presença e na ausência de peróxido de hidrogênio.

027 Para a coleta das amostras durante a reação, o aparato instrumental utilizado foi adaptado a uma seringa externa para que não houvesse contato com a irradiação, uma vez que o reator fotoquímico é isolado por uma caixa de madeira com portas apenas para o manuseio do reator. A coleta de amostras foi realizada em intervalos de tempo de uma hora.

028 Todas as amostras foram analisadas no espectrofotômetro UV-Vis Varian Cary 50 Bio, monitorando a absorbância da região de 200 a 800 nm. Logo, o comprimento de onda de absorbância máxima para o corante têxtil foi identificado em 594 nm.

029 A estimativa de eficiência da descoloração foi dada a partir da equação $Eficiência = (1 - a_1/a_0) \times 100$, onde a_0 é a absorbância inicial da solução a ser degradada e a_1 é a absorbância final da solução em determinado tempo de reação [PAULINO, T. R. S.; ARAÚJO, R. D. S.; SALGADO, B. C. B. Estudo de oxidação avançada de corantes básicos via reação Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2). Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, p. 347-352, 2015].

030 E por fim determinou-se a eficiência na reutilização dos catalisadores nas reações fotocatalíticas na presença e na ausência de peróxido de hidrogênio sob as mesmas condições como na primeira utilização.

031 Com o propósito de investigar a estrutura cristalina tanto do hóspede e do hospedeiro na modificação da argila, foi realizada uma análise de difração de raios X para esses compostos. O difratograma de raios X para o pentóxido de nióbio mostrou picos intensos e estreitos, demonstrando ser uma estrutura cristalina bem organizada. Os picos mais intensos no difratograma são apresentados nos ângulos $22,9^\circ$; $28,5^\circ$; $36,8^\circ$ e $46,19^\circ$, ambos em 2θ , indicando possivelmente se tratar de uma estrutura do tipo ortorrômbica [BRAGA, V. S.; GARCIA, F. A. C.; DIAS, J. A.; DIAS, S. C. L. Phase transition in niobium pentoxide supported on silica-alumina. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, v. 92, n. 3, p. 851-855, 2008. GARCÍA-SANCHO, C.; RUBIO-CABALLERO, J. M.; MÉRIDA-ROBLES, J. M.; MORENO-TOST, R.; SANTAMARÍA-GONZÁLEZ, J.; MAIRELES-TORRES, P. Mesoporous Nb₂O₅ as solid acid catalyst for dehydration of d-xylose into furfural. Catalysis Today, v. 234, n. Supplement C, p. 119-124, 2014].

032 O difratograma obtido para a argila tida como hospedeira no sistema matriz hospedeira mostrou picos característicos de argila esmectítica, sendo os mesmos observados em $5,7^\circ$ com espaçamento basal $d_{(001)}$, $15,3\text{\AA}$ correspondendo a argila na sua forma hidratada, $61,7^\circ$ $d_{(060)}$ e $1,49\text{\AA}$ que caracteriza um argilomineral esmectítico, a montmorilonita, com população de cátions sendo dioctaédrica. Outros picos encontrados no difratograma da argila que correspondem a impurezas que a mesma pode conter, como: tridimita, quartzo e outras [SANTOS, P. D. S. Ciência e tecnologia das Argilas. 2 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1989].

033 Após a modificação da argila e sua preparação para uma matriz hospedeira, foi obtido o difratograma da argila e, o pico de maior intensidade, característico de argilas bentonitas, em $5,7^\circ(2\theta)$, com espaçamento basal de $15,3\text{\AA}$ $d_{(001)}$ apresentou uma diminuição no espaço interlamelar para $12,83\text{\AA}$ $d_{(001)}$ e, conseqüentemente, um deslocamento no ângulo de difração de $5,7$ para $6,8$ em (2θ) , constatando que o pentóxido de nióbio não foi intercalado no espaço interlamelar da argila. Os difratogramas são apresentados na figura 1.

034 Para a caracterização via espectroscopia de absorção na região do infravermelho observaram-se bandas características de argilominerais esmectíticos em 1046 cm^{-1} , e após sua modificação, ainda é possível observá-las. Após a modificação da argila, foram observadas bandas características de vibrações de Si-O-Nb em 878 cm^{-1} , denotando que o nióbio esteja acomodado na superfície das lamelas da argila e não no espaço interlamelar, corroborando desta forma com os resultados da difração de raios X. O espectro de absorção na região do infravermelho é apresentado na figura 2 [ZIOLEK, M.; SOBCZAK, I. The role of niobium component in heterogeneous catalysts. *Catalysis Today*, v. 285, p. 211-225, 2017. NOWAK, I.; ZIOLEK, M. Formation of the nanocrystalline mesoporous niobium-silicon oxynitride. *Catalysis Today*, v. 118, n. 3–4, p. 410-415, 2006. PRADO, A. G. S.; BOLZON, L. B.; PEDROSO, C. P.; MOURA, A. O.; COSTA, L. L. Nb_2O_5 as efficient and recyclable photocatalyst for indigo carmine degradation. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 82, n. 3–4, p. 219-224, 2008].

035 Os espectros obtidos para a argila natural e modificada através da ressonância magnética nuclear do estado sólido com relação aos deslocamentos químicos referente ao átomo de ^{27}Al são apresentados na figura 3, estes mostraram

bandas em $\delta=0$ ppm e $\delta=60$ ppm indicando o átomo de alumínio em sítio octaédrico, e, em sítio tetraédrico respectivamente. [LEITE, I. F.; RAPOSO, C. M. O.; SILVA, S. M. L. Caracterização estrutural de argilas bentoníticas nacional e importada: antes e após o processo de organofilização para utilização como nanocargas. *Cerâmica*, v. 54, p. 303 - 308, 2008. GUERRA, D. L.; LEMOS, V. P.; ANGÉLICA, R. S.; AIROLDI, C. Influência da razão Al/argila no processo de pilarização de esmectita. *Cerâmica*, v. 52, p. 200–206, 2006. O'DELL, L. A.; SAVIN, S. L. P.; CHADWICK, A. V.; SMITH, M. E. A ^{27}Al MAS NMR study of a sol–gel produced alumina: Identification of the NMR parameters of the $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ transition alumina phase. *Solid State Nuclear Magnetic Resonance*, v. 31, n. 4, p. 169–173, 7/ 2007].

036 Este resultado indica que não houve alterações nas folhas octaédricas da argila, visto que a banda em $\delta=0$ ppm é observada na argila em sua forma natural e também, em sua forma modificada. A banda observada em $\delta=60$ ppm indica possíveis substituições isomórficas na folha tetraédrica de átomos de silício por alumínio. Os resultados obtidos da ressonância magnética nuclear do estado sólido corroboram com os dados obtidos da difração de raios X e infravermelho, denotando a presença do pentóxido de nióbio na superfície da argila e não no espaço interlamelar ou entre as folhas da argila.

037 Para colaborar com estas afirmações, as imagens de microscopia eletrônica de varredura obtidas mostraram os aglomerados de partículas do pentóxido de nióbio sobre os aglomerados de partículas da argila, sendo os da argila caracterizadas como argilominerais montmoriloníticos devido a sua morfologia. As imagens são apresentadas na figura 4 [ULTRACKI, L. A. *Clay Containing Polymeric Nanocomposites*. 1 ed. Rapra Technology Limited Shawbury, 2004. DIAS, M. L.; FERNANDES, R. M.; CUNHA, R. H.; JACONIS, S.; SILVINO, A. C. Highly filled clay polypropylene nanocomposites prepared by in situ polymerization with clay-supported magnesium/titanium catalysts. *Applied Catalysis A: General*, v. 403, n. 1–2, p. 48-57, 2011].

038 Para os testes de reação de degradação realizada com o catalisador, sendo a matriz hospedeira com pentóxido de nióbio imobilizada em pastilhas na presença de peróxido de hidrogênio, foi obtido um percentual na eficiência da descoloração de 81,25% em apenas uma hora de reação e um percentual de 95%

em duas horas de reação. Com isso observou-se no espectro de UV-Vis que a banda referente à coloração e também, a banda referente aos grupos aromáticos do corante, tiveram uma significativa diminuição, evidenciando a degradação do corante têxtil de elevada carga orgânica. A reutilização do catalisador foi possível obtendo um percentual de eficiência de descoloração de até 90%, podendo ser reutilizada até sete vezes mais.

039 Para os testes de reação de degradação realizada com o catalisador sendo a matriz hospedeira com pentóxido de nióbio imobilizado em pastilhas, na ausência de peróxido de hidrogênio, foi obtido um percentual na eficiência da descoloração de 40% em apenas uma hora de reação, e um percentual de 70% em duas horas de reação. Com isso observou-se no espectro de UV-Vis que a banda referente à coloração e também, a banda referente aos grupos aromáticos do corante, ambas tiveram uma significativa diminuição evidenciando a degradação do corante têxtil de elevada carga orgânica. A reutilização do catalisador foi possível obtendo um percentual de eficiência de descoloração de até 60%, podendo ser reutilizada até cinco vezes mais.

REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO DE REMEDIAÇÃO DE EFLUENTES E CORANTES TÊXTEIS POR MEIO DE REAÇÃO FOTOCATALÍTICA UTILIZANDO UMA MATRIZ HOSPEDEIRA DE ARGILA COM PENTÓXIDO DE NIÓBIO, caracterizado por compreender:

a) Preparar uma dispersão aquosa de argila 1 a 5% (m/V), sendo que a argila é pertencente à família dos filossilicatos do grupo 2:1;

b) Adicionar de 0,5 a 5 g de pentóxido de nióbio à dispersão argilosa, o pentóxido de nióbio sendo um semicondutor do tipo “n”, conhecido por catalisar reações ácidas, capaz de ser hospedado em argilas e de ser adsorvido na superfície da argila;

c) Obter a argila modificada com pentóxido de nióbio imobilizada em pastilhas de diâmetro até 20 mm e espessura de até 10 mm, sob condições de prensa hidráulica sob pressão de até 3 toneladas, calcinadas em mufla durante o tempo entre 10 a 120 minutos sob temperatura de 400 a 750 °C;

d) Realizar a reação de remediação e degradação usando um reator fotoquímico utilizando como fonte de irradiação, lâmpada de vapor de mercúrio, sendo que a reação de remediação e degradação ocorrem na presença e na ausência de peróxido de hidrogênio, utilizando a quantidade de catalisador de até 3 g.

2. PROCESSO DE REMEDIAÇÃO DE EFLUENTES E CORANTES TÊXTEIS POR MEIO DE REAÇÃO FOTOCATALÍTICA UTILIZANDO UMA MATRIZ HOSPEDEIRA DE ARGILA COM PENTÓXIDO DE NIÓBIO, caracterizado pelo fato de o processo de modificação ocorrer por dispersão argilosa em água para inchamento da argila e em seguida a adição de pentóxido de nióbio, sendo a dispersão resultante mantida em agitação por até 80 horas, sob aquecimento até 90°C e seca em estufa em até 150°C por até 24 horas.

3. PROCESSO DE REMEDIAÇÃO DE EFLUENTES E CORANTES TÊXTEIS POR MEIO DE REAÇÃO FOTOCATALÍTICA UTILIZANDO UMA MATRIZ HOSPEDEIRA DE ARGILA COM PENTÓXIDO DE NIÓBIO de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a matriz hospedeira de argila com pentóxido de nióbio ser imobilizada em pastilhas de diâmetro até 20mm e espessura de até 10mm utilizando até 3g da matriz em pH ácido.

4. PROCESSO DE REMEDIAÇÃO DE EFLUENTES E CORANTES TÊXTEIS POR MEIO DE REAÇÃO FOTOCATALÍTICA UTILIZANDO UMA MATRIZ HOSPEDEIRA DE ARGILA COM PENTÓXIDO DE NIÓBIO, caracterizado pelo fato de a reação de remediação e degradação do corante têxtil ocorrer decorrente do uso da argila modificada (catalisador), na presença e na ausência de peróxido de hidrogênio em pH ácido.

5. PROCESSO DE REMEDIAÇÃO DE EFLUENTES E CORANTES TÊXTEIS POR MEIO DE REAÇÃO FOTOCATALÍTICA UTILIZANDO UMA MATRIZ HOSPEDEIRA DE ARGILA COM PENTÓXIDO DE NIÓBIO, caracterizado pelo fato de a reação de remediação e degradação do corante têxtil utilizar catalisador em quantidades pequenas, de até 3g.

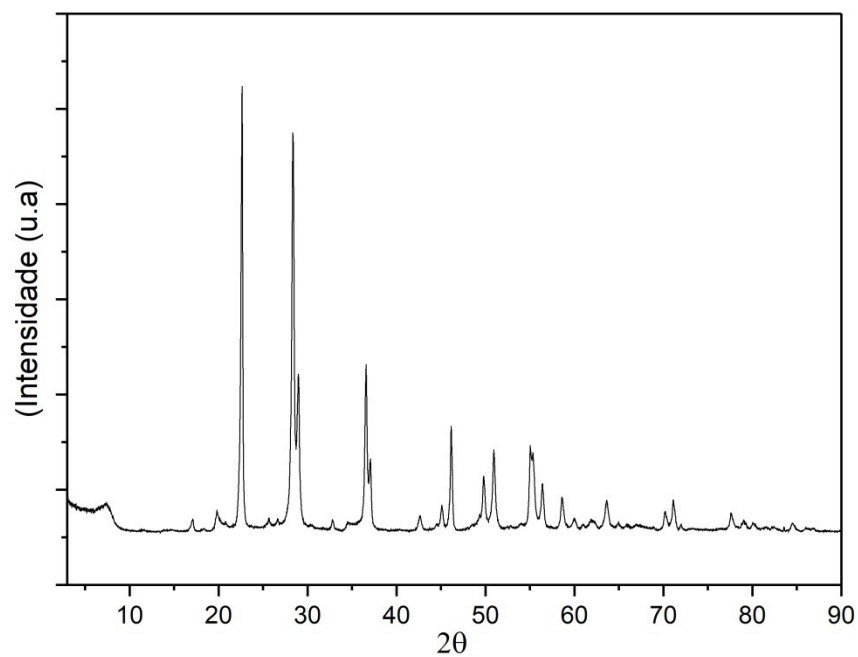


FIGURA 1

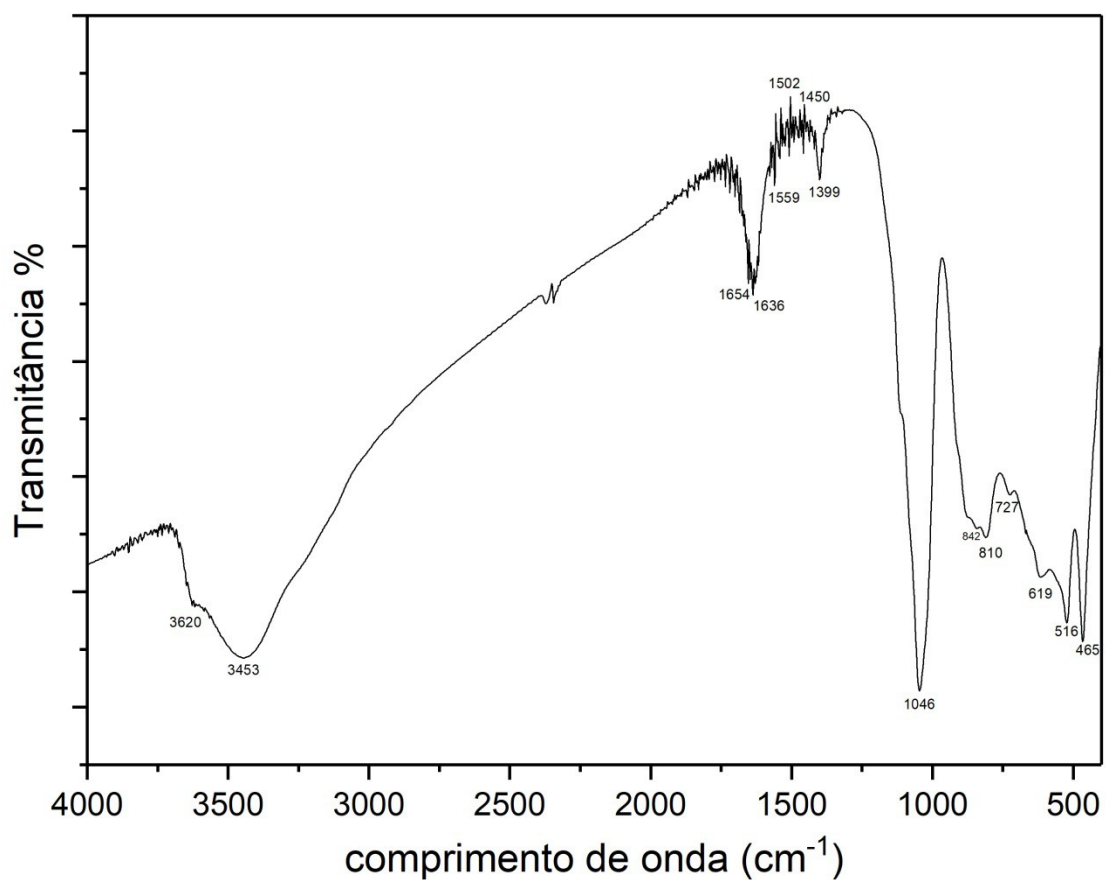


FIGURA 2

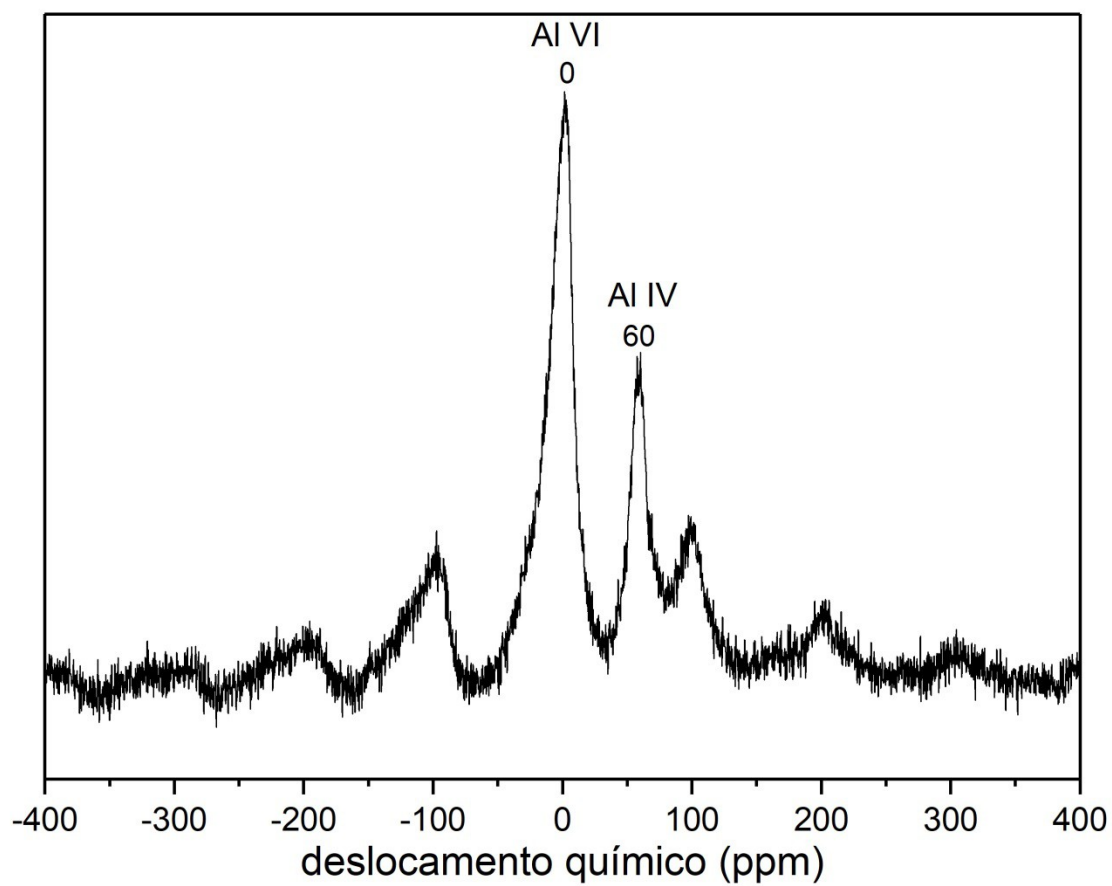


FIGURA 3

FIGURA 4

