

Levantamento Bibliográfico de Dissertações e Teses sobre Hidróxidos Duplos Lamelares no Brasil

Rávilla Horrana Ferreira de Souza¹ (IC)*, Allane Catharina Carvalhaes Rodrigues² (PG)*, Renato Rosseto³ (PQ). ¹ravillahorrana@hotmail.com

Universidade Estadual de Goiás - Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas - BR 153, KM 98, Anápolis, GO

Resumo: O presente trabalho visa realizar um levantamento bibliográfico dos trabalhos realizados em forma de dissertações e teses sobre Hidróxidos Duplos Lamelares nas diferentes áreas de aplicação, desenvolvidos no Brasil a partir do ano 2000. Os Hidróxidos Duplos Lamelares (HDLs) ou argilas aniônicas apresentam uma estrutura lamelar na qual uma variedade de ânions podem ser intercalados entre lamelas através de interações eletrostáticas, podem ser utilizados em processos de adsorção/sorção e como suporte para a liberação de compostos químicos. Portanto, o conhecimento referente a suas propriedades é de extrema importância, tendo como objetivo deste trabalho estudar a importância e aplicações e suas devidas perspectivas.

Palavras-chave: Hidróxidos Duplos Lamelares, argilas aniônicas e Hidrotalcitas.

Introdução

Os hidróxidos duplos lamelares (HDL) são compostos do tipo hidrotalcita, também conhecidos como argilas aniônicas, com estruturas bidimensionais organizadas, poros flexíveis e alta capacidade de incorporar água e espécies negativas na região interlamelar de modo a neutralizar as cargas positivas das lamelas (Figura 1). Os HDL possuem baixa ocorrência natural, entretanto podem ser sintetizados em laboratório por rotas simples, triviais e de baixo custo, que permitem o isolamento de sólidos de alta pureza (M. V. P. O. Cunha & Corrêa, 2011).

Estruturalmente, os HDL são compostos lamelares derivados da brucita, um mineral de fórmula mínima $Mg(OH)_2$, sendo representados pela fórmula geral $[M^{2+}_{2-x}M^{3+}_x(OH)_2](An^-)_x/n.zH_2O$, em que: M^{2+} é o cátion divalente, M^{3+} é o cátion trivalente e An^- o ânion intercalado com carga n^- . Geralmente a geometria formada pela coordenação dos hidróxidos ao metal é octaédrica (V. R. R. Cunha et al., 2010).

Uma gama de compostos distintos de HDL pode ser sintetizada por combinações binárias de distintos cátions metálicos M^{2+} e M^{3+} , podendo ainda estas combinações ser ternárias, quaternárias ou multicompostas. Os HDL possuem uma

característica de troca iônica resultante de sua alta densidade de carga interlamelar, esta particularidade permite que ocorra troca de íons entre o material lamelar e a solução (Sousa, 2015).

Os HDL quando sintetizados, geralmente, possuem intercalados íons voláteis e água interlamelar e quando tratados a certas temperaturas formam uma mistura homogênea de óxidos dos metais constituintes (Figura 2), aumentando a sua área superficial. Quando colocados em solução geralmente ocorre a reconstrução da estrutura lamelar original, esta propriedade peculiar é chamada de “efeito memória”. Esta interessante particularidade dos HDL permite que ânions sejam intercalados quando o material é reconstruído em solução, sendo usada desde a funcionalização interlamelar à agregação de material de interesse (Vieira, 2009).

Para exemplificar as potenciais aplicações na remediação ambiental, frisa-se que a alta capacidade de incorporação aniônica dos HDL contribuem para a descontaminação de sistemas aquosos compostos por íons como nitrato (da Silva, Valentin, 2014), fosfato (BENÍCIO, 2016), iodados (Cordeiro, 2008), até a remoção de metais (Fontes, 2016), corantes (AGUIAR, E. J., 2012) e agroquímicos por serem de difícil degradação e persistirem em solos e sistemas aquáticos durante muito tempo (Hora, 2008).

Material e Métodos

Para o levantamento bibliográfico foram utilizados o banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) <http://bancodeteses.capes.gov.br>.

Além do portal oficial do governo federal, também foi realizado um levantamento nos sítios das Universidades brasileiras, focando nos cursos de Química e Engenharia Química e de Materiais entre os anos de 2000 a 2016.

Após o mapeamento de dados, foi realizado um estudo estatístico dos mesmos, onde objetivo é mostrar a área na qual a mais apelo tecnológico, bem como os anos em que foram realizados mais trabalhos relacionados com os hidróxidos duplos lamelares. Também foi analisada a forma em que estes eram sintetizados e a forma como eram caracterizados.

Resultados e Discussão

Foi realizado um levantamento bibliográfico de trabalhos envolvendo hidróxidos duplos lamelares e logo os dados foram compilados e posteriormente efetuado a análise dos dados.

A partir do levantamento de dados, foi feito o estudo estatístico para cada área de atuação e para o ano de publicação de cada trabalho levantado. Neste primeiro estudo estatístico, foi analisada a porcentagem de trabalhos realizados em cada área de atuação, sendo que 17,30% dos trabalhos levantados pertencem as remediações ambientais, 42,30% pertencem as remediações industriais, 26,92% pertencem as remediações biológicas e 13,48% pertencem as remediações de agroquímicos, que será demonstrado através de gráficos.

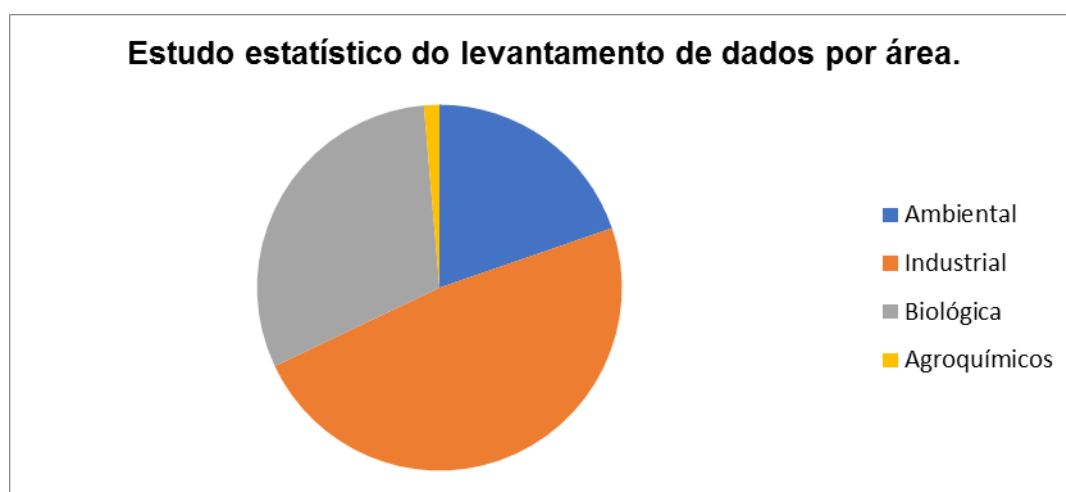


Figura 1 - Estudo estatístico em porcentagem do levantamento de dados por área.

Assim, vimos que os HDL têm sido mais utilizados na área industrial, sendo promissores em processos de fotocatalise e catálise, em alguns casos apresentam rotas alternativas para a produção de biocombustíveis; processamento de biomassa por rotas químicas e biotecnológicas. Logo depois, as remediações biológicas, sendo prometedores de sistemas de liberação controlada de fármacos, o aumento da solubilidade de substâncias pouco solúveis em água e aumento na estabilidade química do composto quando intercalado. Em terceiro lugar vem as remediações ambientais, propondo métodos seguros, eficientes e ecologicamente viáveis para a descontaminação de águas e solos como uma solução alternativa capaz de minimizar os impactos ambientais decorrentes de produtos contaminantes. Por último ficou a remediação de agroquímicos, que também são sistemas prometedores de liberação controlada quando intercalados, pelo fato de que seus compostos

(Herbicidas, Pesticidas, Praguicidas) terem contribuído com um aumento na contaminação do meio ambiente.

Na maioria dos casos as sínteses eram realizadas pelos métodos de co-precipitação com pH constante ou variável e método iônico, e a caracterização geralmente feitas por difratometria de raios X (DRX), análise termogravimétrica (DTA-TGA), espectroscopia vibracional na região do infravermelho (EIV), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia eletrônica no UV-vis, cromatografia iônica.

Considerações Finais

Os Hidróxidos Duplos Lamelares (HDL) ou argilas aniônicas apresentam estrutura lamelar na qual uma variedade de ânions pode ser intercalada entre as lamelas através de interações eletrostáticas, conclui-se que apresentam uma diversidade de aplicações, além de ser economicamente viável por apresentar baixo custo de produção, apresentam também grande importância de cunho social e ambiental, além da contribuição para a comunidade tecnológica na direção de ampliação de tecnologias mais limpas para as indústrias em geral.

O grande número de trabalhos apresentados sobre a utilização de HDLs como catalisadores e suporte para catalisadores pode demonstrar o grande interesse atual da aplicação destes materiais neste campo. Além dos trabalhos aqui citados, existe uma grande quantidade de trabalhos na forma de patentes, cujo acesso é restrito.

Referências

- AGUIAR, E. J.; Remoção de corantes têxteis utilizando adsorventes nanoporosos. Fortaleza-CE, Brasil. Universidade Federal do Ceará (Dissertação de Mestrado) 2012.
- ARAÚJO M.C., Utilização de Hidrotalcitas Mg/Co/Al na Conversão de Etanol, Campinas, SP. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2003 Tese (Mestrado).
- BENÍCIO, L. P. F. (2016). HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES COMO MATRIZES HOSPEDEIRAS DE FOSFATO E COMO FONTE DE FÓSFORO PARA PLANTAS.
- CAVANI, F., TRIFIRÓ, F., VACCARI, A. Catalysis. Today, v. 11 nº 2, p. 177 – 301 dezembro 1991.

CARDOSO, L.P., Estudo da remoção de compostos orgânicos derivados da produção de poliéster presentes em efluentes industriais, por meio de sorção em hidróxidos duplos lamelares do sistema Mg-Al-CO₃. Ribeirão Preto-SP. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, Brasil, Tese (Mestrado) 2002.

Cordeiro, C. S. (2008). Compostos lamelares como catalisadores heterogêneos em reações de (trans)esterificação (m)etílica, (M), 168.

Cunha, M. V. P. O., & Corrêa, J. A. M. (2011). Síntese e caracterização de hidróxidos duplos a partir da lama vermelha (Synthesis and characterization of layered double hydroxides from red mud). *Cerâmica*, 57, 85–93. <https://doi.org/10.1590/S0366-69132011000100011>

Cunha, V. R. R., Maria, A., Ferreira, C., Fundamental, D. D. Q., Química, I. De, Paulo, U. D. S., & Sp, S. P. (2010). HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES: NANOPARTÍCULAS INORGÂNICAS PARA ARMAZENAMENTO E LIBERAÇÃO DE ESPÉCIES DE INTERESSE BIOLÓGICO E TERAPÊUTICO, 33(1), 159–171.

da Silva. Valentin, S. M. A. W. F. (2014). Lamelares Como Potenciais Fertilizantes De. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 37(1), 821–830.

Fontes, D. A. F. (2016). Síntese e aplicação de hidróxidos duplos lamelares: adjuvantes funcionais para incremento de solubilidade e sistemas de liberação de fármacos, 144.

GOH, K.; LIM, T.; DONG, Z; Application of Layered double hydroxides for removal of oxyanions: A review. *Water Research*, v.42, p. 1343-1368, 2008.

Hora, P. H. A. da. (2008). Síntese, caracterização, propriedades e aplicação dos sistemas Mg-Al, Zn-Al e Mg-Fe.

SANTOS, S. S.; Síntese de hidróxidos duplos lamelares do sistema Cu, Zn, Al-CO₂: propriedades morfológicas, estruturais e comportamento térmico. Belém-PA. Universidade Federal do Pará. (dissertação de mestrado) 2009.

Vieira, A. D. C. (2009). Síntese, Caracterização e Aplicação de Hidróxidos Duplos Lamelares. *Ouro Preto, MG - Dissertação (Mestrado Em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental , Universidade Federal de Ouro Preto.*