



## **Adsorção de gases de combustão em hidróxidos duplos lamelares: Contextualização e divulgação científica utilizando motion graphics.**

**Mário Goulart Envall<sup>1</sup> (IC), Renato Rosseto<sup>2</sup> (PQ)**

\*mariogoulart3@gmail.com

Universidade Estadual de Goiás, Campus - Br 153 Quadra Área Km 99, Anápolis - GO, 75132-903

Com a atual condição global de poluição atmosférica proveniente das indústrias, é necessário estudar novas formas de remover gases tóxicos do meio ambiente, ou impedir que cheguem na atmosfera. Gases de combustão podem gerar diversas problemáticas ambientais, como intensificar o efeito estufa ou contribuir na formação de chuvas ácidas. A adsorção em nanomateriais tem potencial como meio de remover gases  $\text{NO}_x$  e  $\text{SO}_x$ . Por conta das propriedades de superfície dos Hidróxidos Duplos Lamelares, e a possibilidade de serem dopados com metais redox e/ou combinados com os processos oxidativos avançados, pode-se evidenciar-lo como um possível adsorvente eficaz. Devido a falta de materiais didáticos audiovisuais sobre a aplicação de nano materiais na química ambiental, além da baixa participação da população no combate à poluição atmosférica, foi proposta a criação de um vídeo em "motion graphics", com o objetivo de esclarecer a função dos materiais adsorventes na química ambiental, destacando-se a adsorção de gases  $\text{NO}_x$  e  $\text{SO}_x$ .

Adsorção. Gases de combustão. Poluição. Divulgação científica. Materiais didáticos.

### **Introdução**

Devido a grande massa de gases tóxicos liberados na atmosfera atualmente, geram-se diversas problemáticas ambientais. Dentre os gases de combustão mais problemáticos, pode-se citar o  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_x$  e  $\text{NO}_x$  (TÔRRES B.; ALVES, 2017). Enquanto os óxidos de carbono agravam o efeito estufa, os óxidos de nitrogênio e enxofre participam da formação de chuvas ácidas (ATILHAN; ALTAMASH; APARICIO, 2019).

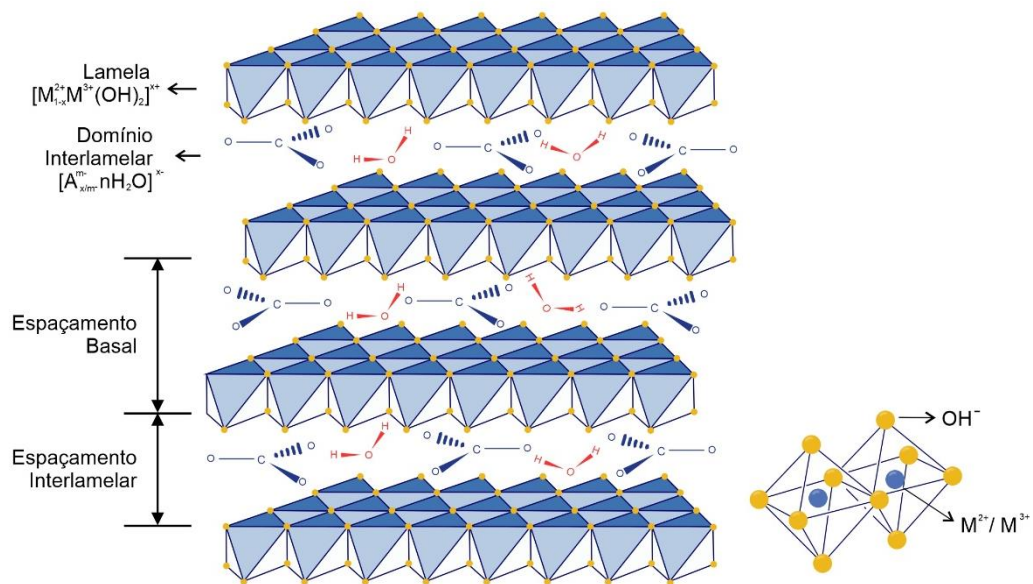
Os hidróxidos duplos lamelares (HDL) contêm ampla aplicação, como a adsorção de contaminantes e a capacidade de liberá-los novamente por calcinação ou troca aniônica (XU; WEI, 2018). Por conta das alterações possíveis em sua





estrutura (MISHRA; DASH; PANDEY, 2018), e a possibilidade de combiná-los com Processos Oxidativos Avançados (VECCHIO, 2019), se trata de um candidato em potencial para a adsorção de  $\text{SO}_x$  e  $\text{NO}_x$ .

**Figura 1.** Representação esquemática da estrutura de um HDL



Fonte: Adaptado de Cunha et al., (2010)

Com a baixa participação da população no combate contra a poluição atmosférica, é necessário evidenciar o papel dos cidadãos na resolução de problemas ambientais (JACOBI; MACEDO, 2010). Em virtude disso, e da falta de materiais didáticos audiovisuais sobre nanomateriais na química ambiental, foi proposta a criação de um material audiovisual na forma em motion graphics como maneira de informar o uso de nanomateriais na remoção de gases tóxicos.

## Material e Métodos

Inicialmente buscou-se na literatura informações sobre a síntese dos gases estudados e materiais adsorventes, os orbitais moleculares dos gases, e meios de efe-





tuar os ensaios laboratoriais. Posteriormente foram pesquisados métodos de animação, para então aplicar os conhecimentos adquiridos utilizando o programa Adobe After Effects para a criação do vídeo.

## Resultados e Discussão

A partir dos estudos realizados por (SHARAFELDIN; ALLAM, 2017) e (LI; ROGACHEV, 2015), pode-se dizer que as moléculas de  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$  podem ser descritas segundo a Teoria dos Orbitais Moleculares (TOM), sendo possível identificar seus orbitais de fronteira, os efeitos que exercem sobre a reatividade dessas moléculas, e as geometrias assumidas por elas durante uma ligação química.

Ko et al., 2020 sintetizaram um material orgânico sensor de gás  $\text{NO}_2$ . Esse trabalho mostra que adsorventes inorgânicos muito reativos com água (como óxidos mistos) sofrem fortemente os efeitos negativos do aumento da umidade para a detecção/adsorção de gás  $\text{NO}_2$ . Logo, é interessante sugerir funcionalizar os HDL calcinados com um material orgânico super-hidrofóbico.

Com o conhecimento adquirido durante a pesquisa bibliográfica, e o aprendizado a partir de vídeo aulas sobre como criar animações, foi possível animar um vídeo com a duração de 3 minutos. Tal vídeo foi desenvolvido a partir de um roteiro previamente escrito no formato de uma introdução acadêmica, porém, adaptando o texto de maneira a facilitar a compreensão.

No vídeo, mostrou-se que os gases de combustão podem ser gerados por processos industriais, além de terem sido apresentados como potenciais contribuidores para problemas ambientais, como o efeito estufa e a chuva ácida. Em sequência, apresentou-se uma forma de remove-los, sendo ela, a adsorção em nanomateriais.

Por fim, após citar alguns exemplos de nanomateriais estudados atualmente para a remoção de gases de combustão, evidenciou-se o hidróxido duplo lamelar (HDL), explicando brevemente sua aplicação na adsorção de contaminantes, sua estrutura nanométrica e por fim, a importância de ser estudado e divulgado pela ciência. O vídeo pode ser acessado e visualizado pelo link a seguir:

<https://drive.google.com/file/d/1jyid8Hmw4iOMrrIQSm64k41gBMpxyD5F/view>





Tendo então tal material didático em mãos, pode-se efetuar testes sobre a influência deste vídeo no aprendizado de jovens e/ou adultos, efetuando então a escrita de um artigo científico em cima das análises dos dados obtidos.

### Considerações Finais

A partir do estudo literário realizado, pode-se dizer que o HDL é um material em potencial para a remoção de gases de combustão, e que com a dificuldade de adsorver  $\text{NO}_x$  e  $\text{SO}_x$  simultaneamente, é interessante efetuar os ensaios laboratoriais com base nas informações reunidas durante essa pesquisa. Considerando a importância de materiais didáticos em vídeo, e a escassez de material animado sobre a aplicação de nano materiais na química ambiental, o material desenvolvido nessa pesquisa contribui para o aprendizado dos iniciantes em pesquisa, e na divulgação da ciência. Logo, com tal material didático em mãos, tem-se a possibilidade de fazer testes da influência dele no aprendizado de alunos.

### Agradecimentos

Agradeço a Deus, por tudo. A UEG, pela oportunidade de aprendizado durante o projeto “Hidróxidos duplos lamelares para a adsorção de sulfeto de hidrogênio”, e pelo vínculo ao PBIT/UEG. Ao Prof. Dr. Renato Rosseto, pela capacidade de adaptar essa pesquisa durante a pandemia. A minha família, pelo apoio emocional e financeiro, e a toda a comunidade científica, pelas informações utilizadas nessa pesquisa.

### Referências

ATILHAN, M.; ALTAMASH, T.; APARICIO, S. Quantum chemistry insight into the interactions between deep eutectic solvents and  $\text{SO}_2$ . **Molecules**, v. 24, n. 16, p. 1–18, 2019.

CUNHA, V. R. R. et al. HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES: NANOPARTÍCULAS INORGÂNICAS PARA ARMAZENAMENTO E LIBERAÇÃO DE ESPÉCIES DE INTERESSE BIOLÓGICO E TERAPÊUTICO. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 159–





171, 2010.

JACOBI, P. R.; MACEDO, L. VALENTE. Consciência dos cidadãos e poluição atmosférica na região metropolitana de São Paulo - RMSF. [s.l.: s.n.]. v. 26

KO, W. C. et al. Two-dimensional semiconducting covalent organic nanosheets for highly sensitive and stable NO<sub>2</sub> sensing under humid conditions. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 8, n. 37, p. 19246–19253, 2020.

LI, J.; ROGACHEV, A. Y. SO<sub>2</sub> - Yet another two-faced ligand. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 17, n. 3, p. 1987–2000, 2015.

MISHRA, G.; DASH, B.; PANDEY, S. Layered double hydroxides: A brief review from fundamentals to application as evolving biomaterials. **Applied Clay Science**, v. 153, n. December 2017, p. 172–186, 2018.

SHARAFELDIN, I. M.; ALLAM, N. K. DFT insights into the electronic properties and adsorption of NO<sub>2</sub> on metal-doped carbon nanotubes for gas sensing applications. **New Journal of Chemistry**, v. 41, n. 24, p. 14936–14944, 2017.

TÔRRES B., V.; ALVES, I. ESTUDO DOS IMPACTOS GERADOS POR GASES DE COMBUSTÃO DE. **TCC**, 2017.

VECCHIO, P. DEL. Degradação de contaminantes de diferentes classes por processos oxidativos avançados: O<sub>3</sub>, O<sub>3</sub> /UV e O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. p. 108, 2019.

XU, M.; WEI, M. Layered Double Hydroxide-Based Catalysts: Recent Advances in Preparation, Structure, and Applications. **Advanced Functional Materials**, v. 1802943, p. 1–20, 2018.

