



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS INHUMAS
LICENCIATURA EM QUÍMICA**

Pedro Henrique Soares Cardoso

**Síntese de hidróxido duplo lamelar para a adsorção de corantes
alimentícios**

Inhumas, 2019

Pedro Henrique Soares Cardoso

Síntese de hidróxido duplo lamelar para a adsorção de corantes alimentícios

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao IFG/Câmpus Inhumas, como
parte dos pré-requisitos para obtenção do
título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Pereira de Sá.

Coorientadora: Profa. Dra. Elisangela

C. de Lima Borges

Inhumas, 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C268	Cardoso, Paulo Henrique Soares Síntese de hidróxido duplo lamelar para a remoção de corantes alimentícios [Manuscrito]. / Paulo Henrique Soares Cardoso. -- Inhumas: IFG, 2019.
	33 f. : figs.
	Bibliografia.
	Orientador: Prof ^ª Dr. Fernando Pereira de Sá
	Trabalho de conclusão de curso de graduação em Licenciatura em Química – IFG/Câmpus Inhumas, 2019.
	1. Corante alimentício amarelo. 2. Síntese da hidrocalumita. 3. Adsorção. 4. Indústria alimentícia. 5. Sá, Fernando Pereira de (orientador). I. Título.
	CDD 664.001

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Maria Aparecida Rodrigues de Souza
CRB/1-1497
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Câmpus Inhumas – Biblioteca Atena



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Pedro Henrique Jesus Cardoso

Matrícula: 20141040020040

Título do Trabalho: Sobre o Algoritmo de Aproximação por uma função de onda dispersiva

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no ReDi/IFG: / /

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Assinatura 23/01/20
Local Data

Pedro Henrique J. Cardoso
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

FOLHA DE APROVAÇÃO

PEDRO HENRIQUE SOARES CARDOSO

SÍNTESE DE HIDRÓXIDO DUPLO LAMELAR PARA ADSORÇÃO DE CORANTES ALIMENTÍCIOS

Monografia apresentada à banca examinadora da Coordenação de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Inhumas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Química.

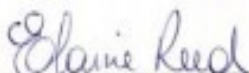
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Fernando Pereira de Sá
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas



Prof. Dr. Elisângela Cardoso de Lima Borges
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas



Prof. Dra. Elaine Reed
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas



Prof. Me. Tiago Moreira de Lacerda
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas

Inhumas, 28 de novembro de 2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao Instituto Federal de Goiás, Campus Inhumas pelo respaldo pedagógico e financeiro, possibilitando a realização deste trabalho.

Ao professor-orientador Prof. Dr. Fernando Pereira de Sá e a nossa Coorientadora Profa. Dra. Elisângela C. de Lima Borges um enorme agradecimento por todo apoio, dedicação, tempo dispendido durante a realização do trabalho

À banca avaliadora pelas contribuições enriquecedoras para o trabalho.

Aos amigos que foram tão importantes durante todo o trabalho, seja pela paciência, pelos conselhos e suporte.

Aos meus familiares por toda compreensão e auxílio no que foi necessário, tornando possível a realização deste.

E a Deus por tudo.

A água é essencial para a manutenção dos seres vivos, a sua qualidade é um aspecto indispensável quando se trata dos seus principais usos. Infelizmente no mundo todo, cerca 1 bilhão de pessoas sofrem com a falta de água para as necessidades mínimas e 2,9 bilhões não dispõem de programas de tratamento de água. O Brasil possui cerca de 12% da água doce do planeta, tendo um enorme potencial hídrico. Apesar do cenário apresentar-se tranquilo, a água é um dos recursos naturais mais utilizados pelo homem, sendo indispensável em muitas atividades, tais como abastecimento público, processos produtivos industriais, agropecuária, recreação e, infelizmente, como destino de uma série de resíduos. Efluentes descartados pelas indústrias de alimentos são importantes fontes de poluição da água, pois podem conter grandes concentrações de matéria orgânica causando a eutrofização, além da intensa cor devido à presença de substâncias cromóforas, caracterizadas como corantes, na qual possuem várias restrições legais quanto à sua periculosidade carcinogênica. Neste trabalho, está sendo realizada a síntese da hidrocalumita, para ser utilizada como adsorvente em testes de remoção de corantes alimentícios amarelo tartrazina e azul indigotina, em soluções aquosas. Os resultados parciais mostraram que o HDL possui uma alta eficiência na remoção do corante amarelo tartrazina. Com os experimentos realizados até o momento, percebe-se a possibilidade de utilização deste método para remoção desse corante descartado por indústrias alimentícias o que poderá amenizar impactos ambientais causados pelo descarte inadequado deste em corpos hídricos.

Palavras-chaves: Síntese, HDL, Adsorção.

ABSTRACT

Water is essential for the maintenance of living beings and its quality is an indispensable aspect to be considered in its main uses. Unfortunately around the world, about 1 billion people lack water for minimum needs and 2.9 billion lack water treatment programs. Brazil has about 12% of the planet's fresh water, with enormous water potential. Although the scenery is calm, water is one of the most used natural resources by man, being indispensable in many activities, such as public supply, industrial production processes, agriculture, recreation and, unfortunately, as the destination of a series of wastes. Effluents discarded by the food industries are important sources of water pollution, as they may contain high concentrations of organic matter causing eutrophication, in addition to the intense color due to the presence of chromophore substances, characterized as dyes, in which there are several legal restrictions on their use. carcinogenic hazardousness. In this work, hydrocalumite synthesis is being performed to be used as adsorbent in removal tests of tartrazine yellow and indigotine blue food dyes in aqueous solutions. The partial results showed that HDL has a high efficiency in removing tartrazine yellow dye. With the experiments carried out so far, it is possible to use this method to remove these dyes discarded by food industries which may mitigate environmental impacts caused by improper disposal of such pollutants in water bodies.

Keywords: Syntheses, Adsorb, HDL.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Estrutura Esquemática do Hidróxido Duplo Lamelar	14
Figura 2 – Estrutura química do corante Amarelo Tartrazila	15
Figura 3–Estrutura química do corante Azul de Indigotina	15
Figura 4 –Fluxograma da síntese de HDL-CaAl-NO ₃	18
Figura 5 – Sistema Montado para a mistura das soluções.....	19
Figura 6 – Agitação Magnética da solução do corante amarelo tartrazina.....	20
Figura 7 -Processo de Filtração do efluentes.....	20
Figura 8 – Espectrofotômetro UV/VIS	21
Figura 9 – Espectros de varredura para as amostras de AT (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções coloridas.	22
Figura 10 – Amostras de AT (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções coloridas.....	23
Figura 11 – Espectros de varredura para as amostras de AI (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções coloridas.....	23
Figura 12 – Amostras de AI (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções coloridas.....	24
Figura 13 – Espectro de varredura para as amostras de AT e AI (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções colorida.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UV/VIS.....	RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA / VISÍVEL
HDLs.....	Hidroxidos Duplos Lamelares
AT.....	Amarelo Tartrazila
AI	Azul Indigotina
AC	Amarelo Crepúsculo
AB	Azul Brilhante

Índice

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Adsorção	14
1.2 Hidróxido Duplo Lamelar	15
1.3 Carvão Ativado.....	17
1.4 Corantes Alimentícios.....	17
1.4.1 Amarelo Tartrazina.....	17
1.4.2 Azul Indigotina	18
2 OBJETIVOS.....	20
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2 Objetivo Específicos.....	20
3 METODOLOGIA.....	21
3.1 – Materiais.....	21
3.2 – Síntese da Hidrocalumita.....	21
3.3 – Testes de adsorção.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5 CONCLUSÕES.....	29
6 APÊNDICES.....	30
6.1 Apêndice 01 – Curva de Calibração para o corante amarelo tartrazina (AT).....	30
6.2 Apêndice 02 – Apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso na forma de Pôster no	31
Congresso Brasileiro de Química – João Pessoa PB (AT).....	31
6.3 Apêndice 03 – Apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso na forma de Comunicação Oral durante a VII Semana de Educação, Ciência e Tecnologia; XI Semana do Livro e da Biblioteca; VI Feira de Ciências e II Semana da Consciência Negra, no IFG – Câmpus Inhumas.....	32
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um enorme potencial hídrico, tendo cerca de 12% da água doce do planeta. Sendo capaz de possuir um volume de água por pessoa 19 vezes superior ao mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) - de 1.700 m³ por habitante por ano, ou seja, a capacidade do volume de água no Brasil é de 32.300 m³ por habitante por ano. Deve-se a isso às 200 mil microbacias espalhadas em 12 regiões hidrográficas, como as bacias do São Francisco, do Paraná e a Amazônica (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Mostra-se um cenário ideal de abundância de recursos hídricos, mas estes recursos não são inesgotáveis e de igual distribuição a todos. Com isso em janeiro de 1997, entrou em vigor a Lei nº 9.433/1997, também conhecida como Lei das Águas, no qual aborda que a água passa a ser considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de um valor econômico. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Sem um devido planejamento, o crescimento e desenvolvimentos de cidades e de indústrias, provoca alterações ambientais na sociedade em que vivemos. Essas modificações refletem-se em contaminações ou até mesmo na morte dos seres vivos envolvidos, e com isso a qualidade de vida resultante é questionável. A falta de estrutura para o abastecimento de água e tratamento de esgoto e o rápido crescimento populacional compromete o bem-estar da população. No Brasil, grande parte do esgoto gerado em indústrias e casas é lançado em corpos receptores (por exemplo, rios, baías, lagos) sem o devido tratamento (DOTTO, 2011).

O descarte inadequado de efluentes líquidos em rios e lagos podem resultar em alterações em seu pH, temperatura, composição e concentração de seus diversos componentes. Existem seres vivos que dependem diretamente ou indiretamente dos rios, que poderão com isso sofrer consequências destas modificações realizadas (DOTTO, 2011).

Em grande parte dos rios brasileiros das regiões de maior concentração populacional, como as regiões Sudeste e Sul, os recursos hídricos se encontram impróprios para o consumo humano. Com isso os sistemas de tratamento de água para o abastecimento principal se torna cada vez mais modernos, caros e difícil de produzir (VIEIRA, 2011).

Um efluente que não está em condições para o uso, tanto para o consumo quanto para outros meios, deverá ser devidamente tratado. É necessária, então, a implantação de um sistema que auxilia no tratamento de cada efluente, com suas devidas características. Os processos físicoquímicos são utilizados preferencialmente para efluentes inorgânicos já os efluentes orgânicos utilizam processos biológicos que apresentam características biodegradáveis (VIEIRA, 2011).

A sua coloração intensa e as altas concentrações de matérias orgânicas, presentes nos efluentes de indústrias, fazem destes importantes fontes de poluição dos rios e lagos, aumentando a turbidez da água diminuindo a penetração de raios solares, consequentemente afetando o processo fotossintético da biota aquática, principalmente nas imediações do ponto de emissão (MARMITT; PIROTTA; STUPL, 2010; ZAHRIM; TIAZAOU; HILAL, 2010; HAQUE; JUN; JHUNG, 2011; ZHANG et al., 2012b). A remoção do colorido das águas naturais é um dos grandes problemas ambientais, uma vez que estes corantes são poluentes comuns a uma grande variedade de efluentes industriais (PABLO CAÑIZARES et al., 2006). No entanto, com o aumento do rigor da legislação ambiental e devido às pressões da comunidade, tal problema precisa ser sanado, com o uso de tecnologias que sejam eficientes e economicamente viáveis. A remoção desses materiais se torna uma prioridade, antes deles serem descartados ao meio ambiente (SHEN et. al., 2009).

A indústria alimentícia utiliza amplamente corantes para conferir, restaurar ou intensificar a cor dos alimentos e para garantir a eles um aspecto padronizado frente aos consumidores, que usualmente associam a cor à qualidade do alimento. Sendo assim, é fundamental o cuidado com o descarte de corantes alimentícios, pois são considerados altamente tóxicos para a vida aquática e prejudica a qualidade da água para consumo. Sendo responsáveis por interferirem na cor, aumentarem os valores de demanda química de oxigênio (DQO), a concentração de sólidos dissolvidos e também causam grande variação de pH do efluente (CERQUEIRA; RUSSO; MARQUES, 2009).

Indústrias de alimentos e têxteis, como forma de atrair seus consumidores, utilizam diversos tipos de corantes e pigmentos. Calcula-se que são produzidas anualmente no mundo, entre 7×10^5 e 1×10^6 toneladas de corantes artificiais (GUPTA; SUHAS, 2009). Na produção industrial, a fixação dos corantes é baixa, com isso resulta em grande descarte dessas substâncias nos corpos hídricos (SÁ, 2013).

Os efluentes oriundos de indústrias de alimentos, devido às grandes concentrações de matéria orgânica e às suas intensas colorações, são importantes fontes de poluição dos corpos d'água, pois diminui a transparência da água e a penetração da luz solar, provoca a depleção de oxigênio e, consequentemente interfere no processo fotossintético da biota aquática, principalmente nas imediações do ponto de emissão (HAQUE; JUN; JHUNG, 2011; ZHANG et al., 2012). Os rejeitos destas indústrias, além do forte caráter ácido ou básico, apresentam grande concentração de sólidos orgânicos em suspensão, alta carga orgânica e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), além de forte coloração e pouca biodegradabilidade (KUNZ et al., 2002). Essa elevada carga orgânica provoca, em muitos casos, depleção do oxigênio dissolvido e modificações na comunidade biológica (ARAÚJO e YOKOYAMA, 2006). A remoção destes corantes de efluentes é

ambientalmente importante, pois, são considerados altamente tóxicos para a vida aquática, afetando processos simbióticos, reduzindo a capacidade de reoxigenação da água, dificultando a passagem de luz solar e, conseqüentemente, reduzindo a atividade fotossintética (CHIOU; HO; LI, 2004; SRINIVASAN; VIRARAGHAVAN, 2010; DOTTO et al., 2011). Assim, torna-se necessário remover estes materiais, antes de serem misturados aos ambientes aquáticos naturais e despoluídos (SHEN et al., 2009).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), de acordo com a Resolução nº 387, de 05/08/1999, autoriza o uso de onze corantes artificiais na fabricação dos produtos alimentícios, sendo eles: amarelo tartrazina (CI 19140), amarelo crepúsculo (CI 15985), amaranço (CI 16185), ponceau 4R (CI 16255), eritrosina (CI 45430), vermelho 40 (CI 16035), azul indigotina (CI 73015), azul brilhante FCF (CI 42090), azul patente V (CI 42051), azorrubina (CI 14720) e verde rápido (CI 42053) (MARMITT; STULP, 2010).

A maioria das indústrias alimentícias utilizam processos físico-químicos (coagulação, e ou precipitação) como tratamento de seus efluentes, seguido por um tratamento biológico, por meio de lodo ativado (KUNZ et al, 2002). Com tudo, esta forma de tratamento não consegue remover por completo a coloração das águas residuárias, acabando por contaminar os corpos receptores.

Muitas das empresas alimentícias não usam os procedimentos necessários para o devido tratamento dos corantes utilizados. Cerca de 1,4 bilhão de pessoas sofrem com a falta de água para as suas necessidades mínimas e 2,9 bilhões não dispõem de programas de tratamento de água, muitas vezes por falta de investimentos. Porém, com esses estudos, é possível elaborar as etapas de tratamento do efluente, pois são poluídos por esses corantes, o que causa danos ambientais, e também é possível ter formas mais economicamente viáveis de tratamento.

1.1 – Adsorção

O método de adsorção é muito utilizado para a remoção de contaminantes a partir de efluentes, uma vez que, se o sistema é desenhado corretamente, ele resultará numa elevada qualidade do efluente tratado. Em comparação com outros processos de tratamento de efluentes aquosos, os processos de adsorção permitem flexibilidade em termos de design e operação, além de produzir efluentes livres de poluentes que são adequados para reutilização.

Nestes últimos anos, diversos pesquisadores estão estudados adsorventes para serem usados no processo de adsorção de corantes. Um bom adsorvente para a remoção de corantes necessita possuir diversas caracterizadas, dentre elas: baixo custo, disponibilidade, capacidade e alta taxa de adsorção e alta seletividade (CRINI e BADOT, 2008).

A adsorção é um dos processos mais popular e eficiente para a remoção de poluentes de efluentes, de acordo com as literaturas é adsorção em fase líquida. Os processos de adsorção sólido líquido explora a características que certos sólidos têm de concentrar na superfície substâncias específicas presentes em soluções aquosas, com isso componentes de soluções aquosas podem ser separadas. O material inicial a ser adsorvido é o adsorvato, e o material sólido onde ocorre a adsorção é chamado de adsorvente. Encontra-se dois modos de adsorção sendo elas: físicas e químicas, que se diferenciam pelas forças de interações envolvidas (ROYER, 2008).

A adsorção física recebe o nome de fississorção, que é causada por forças intermoleculares relativamente específicas como, por exemplo, forças de Van der Waals e não ocorre mudanças significativas nos padrões orbitais eletrônicos das espécies envolvidas (SÁ, 2013).

A adsorção química é o resultado da interação química entre o sólido e a substância adsorvida, sendo este, um processo frequentemente irreversível. No processo de adsorção química (quimiossorção) há uma formação de uma ligação química entre a molécula do adsorvato e a superfície do adsorvente. A adsorção do corante é resultado de dos mecanismos, a adsorção e a troca iônica e é influenciada por fatores químicos, tais como a interação entre adsorvato e o adsorvente, área superficial do adsorvente, tamanho de partícula, tamanho de poros do adsorvente, temperatura, acidez da solução do adsorvato (pH) e o tempo de contato entre o adsorvente e adsorvato (ROYER, 2008).

1.2 – Hidróxido Duplo Lamelar (HDL)

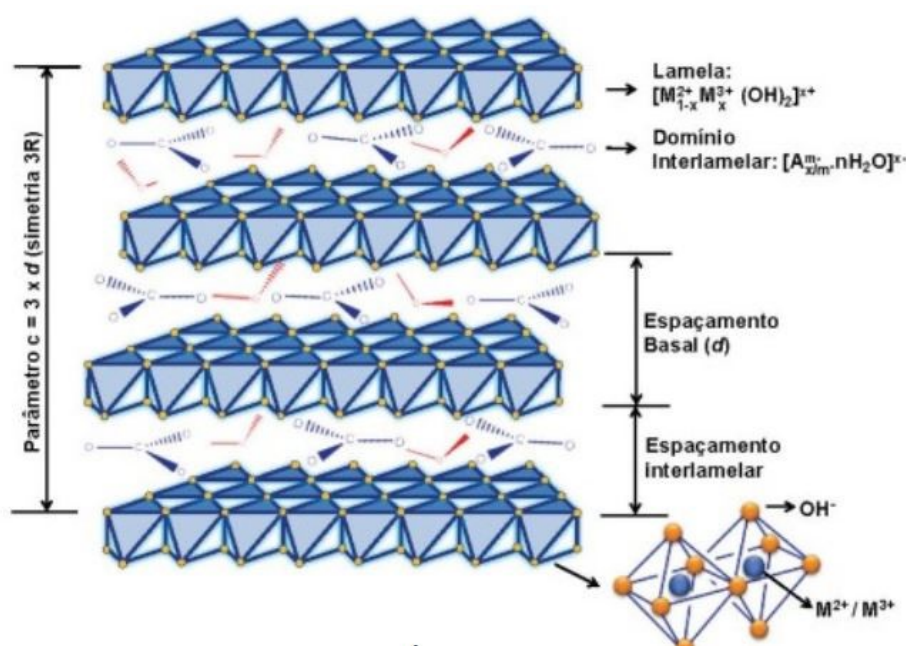
Nos últimos anos um produto que tem atraído a atenção, devido a sua grande potencialidade no uso em indústrias, são os Hidróxidos Duplos Lamelares (HDLs), também conhecidos como argilas aniônicas. As suas potencialidades industriais incluem: a sua utilização como adsorventes; trocadores de íons; catalisadores; e transportadores de drogas. (SÁ, 2013)

A sigla HDL, que se refere a “Hidróxido Duplo Lamelar”, se refere a características estruturais presentes. Destaca-se a presença de dois cátions metálicos lamela destes compostos, tendo ânions carbonato intercalados entre lamelas de hidróxido duplo de magnésio ou alumínio. (CREPALDI; VALIM, 1997).

A estrutura esquemática do Hidróxido Duplo Lamelar se deriva da brucita. O HDL são formados por camadas, chamadas de lamelas, onde se encontra os cátions bi e trivalentes. No domínio interlamelar, localizado entre as lamelas, encontra-se os anions e as moléculas de água. A estrutura da lamelas é composta por geometria octaédrica em que no centro temos os cations e nos seus vértices localizam as moléculas de hidroxila. Esses octaedros possui em suas arestas formadas

por estruturas planas e neutras, que são mantidas juntas por ligações de hidrogênio. Na estrutura os cátions bivalentes são isomorficamente substituídos por cátions trivalentes, a lamela passa a apresentar uma carga residual positiva. Para que tenhamos a neutralidade, é necessário a presença ânions entre as lamelas, que acompanhado de moléculas de água promovem o empilhamento das camadas do hidróxido duplo com um domínio interlamelar pouco ordenado. A representação esquemática da estrutura dos HDL é apresentada pela Figura 1 (CUNHA; FERREIRA; CONSTANTINO, 2010).

Figura 1 – Estrutura Esquemática do Hidróxido Duplo Lamelar



Fonte: (CUNHA; FERREIRA; CONSTANTINO, 2010).

De acordo com Valim e Crepaldi 1997, estes compostos podem ser representados pela seguinte fórmula geral:



onde: M^{+2} representa um cátion metálico divalente

M^{+3} representa um cátion metálico trivalente

A^{m-} representa um ânion intercalado com carga m^-

A produção de HDLs em sua grande parte ocorre por uma síntese química, devido a sua ocorrência natural ser muito baixa. O HDLs sintetizado em laboratório é de baixo custo e com etapas simples, em relação a confecção de carvão ativado, podendo-se obter sólidos com alta pureza e com variadas propriedades físicoquímicas, as que podem ser ajustadas de acordo com as finalidades desejadas(SÁ,2013).

1.3 – Carvão Ativado

O carvão ativado é um material adsorvente que sua produção é de alto custo devido a origem e o valor da matériaprima. Este material apresenta uma alta capacidade de adsorção, sendo muito utilizado no tratamento de água e efluentes (BACCAR et al., 2009). Durante o processo de recuperação do adsorvente ocorre algumas perdas, tornado a sua utilização um pouco onerosa. Com isso à uma busca por materiais alternativos de baixo custo que poderam ser utilizados na confecção de carvão ativado. (BACCAR et al., 2009). Podemos utilizar na produção de carvão ativado diversos produtos, tais como: fibra de juta (SENTHILKUMAAR et al., 2005), torta de oliva (STAVROPOULOS; ZABANIOTOU, 2005), caroço e casca de nozes (AYGÜN et al., 2003), caule de algodão (DENG et al., 2011) e casca de tungue (NIEDESBERG et al., 2012), dentre outros.

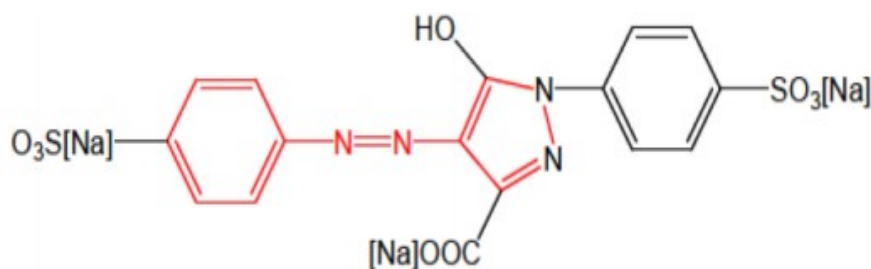
1.4 – Corantes alimentícios

Neste trabalho, foram escolhidos 2 corantes alimentícios sintéticos dos 11 permitidos pela ANVISA, com intuito de simular um efluente industrial, sendo eles: o azul indigotina e o amarelo tartrazina.

1.4.1 – Amarelo Tartrazina

O corante alimentício amarelo tartrazina pertence a família dos azocarantes e está presente em vários alimentos como batatas fritas com sabor (doritos, nacho, etc), algodão-doce, bebidas como cerveja, cereais, misturas para bolos, sopas, sorvetes, doces, compotas, geleia e em gomas de mascar. O amarelo tartrazina não é usado somente em produtos alimentares, mais também em sabonetes, cosméticos, alguns produtos de cabelo como shampoo. Encontra-se também a tartrazina em vitaminas, antácidos, medicamentos e cápsulas medicinais. Na Figura 02 é mostrado a estrutura do amarelo tartrazina (SOUZA, 2015).

Figura 02 – Estrutura química do Corante Alimentício Amarelo Tartrazina .



Fonte: (SANTOS, 2013).

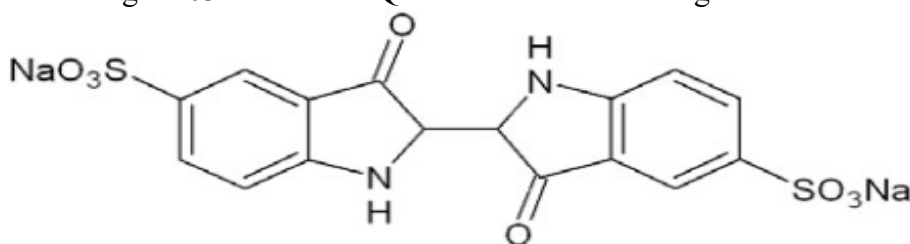
A tartrazina, possui uma nomenclatura de sal trissódio de 5-dihidro-5-oxo-1(4-sulfofenil)-4-[4-sulfofenil-azo]-1H-pirazol-3-carboxilato, é um corante da classe azoico, com taxa de adsorção na faixa de 426 nm (BASTAKI et al., 2017a; AL-SHABIB et al., 2017). Possui uma ligação azo (N=N) e dois grupos sulfônicos, além do grupo funcional do ácido carboxílico, o que garante sua boa solubilidade em água (AL-SHABIB et al., 2017). É considerado um corante de baixo custo de produção, estável a luz e com variações de pH e oxigênio (JIANG et al., 2014).

Na década de 70 estudos realizados nos Estados Unidos e na Europa detectaram casos de reações alérgicas, em relação ao consumo do corante alimentício amarelo tartrazina, como bronquite, asma, náusea, rinite, urticária, eczema e dor de cabeça. A partir da década de 80, tanto para alimentos quanto para medicamentos, passa a ser necessário informar a presença da tartrazina no rótulo dos produtos, para que consumidores alérgicos possam evitá-los. No Brasil o uso do amarelo tartrazina deve seguir as recomendações da resolução n 340, de 13 de dezembro de 2002, onde fica resolvido que todos os fabricantes devem obrigatoriamente declarar na rotulagem, na lista de ingredientes, o nome do corante amarelo tartrazina por extenso (ANVISA, 2002).

1.4.2 – Azul indigotina

O azul indigotina, possui uma nomenclatura de sal di-sódio do ácido 5,5 – indigotino sulfonato, é um corante da classe de indigoide, com taxa de adsorção na faixa de 610 nm. Na Figura 03 é mostrado a estrutura química do azul de indigotina.

Figura 03 – Estrutura Química do Azul de Indigotina



Fontes: ChemDraw

Os corantes pertencentes à classe dos indigoides representa um das mais antigas classes de corantes que se tem conhecimento. Muito utilizando em tingimentos de tecidos com a lã, o linho e o algodão. A estrutura conjugada básica do cromóforo, na qual se observa dois grupos doadores de elétrons (NH) e dois grupos receptores de elétrons (C=O) ligados ao anel benzênico, conferido a cor azul forte e as propriedades redox típicas dos corantes indigoides. A estrutura do cromóforo apresenta alta polaridade de distribuição de carga é fortemente influenciada pela capacidade da molécula de formar ligações de hidrogênio.

A indigotina apresenta uma boa estabilidade à luz, porém pouca estabilidade a oxigênio, calor em pH 3, tendo uma cor com tom de azul – profundo. Sua concentração mínima de cor é 85%. Suas aplicabilidades abrange gelatinas, refrescos, pós para bebidas, doces, azeites, gorduras e produtos à base de cereais (MASCARENHA, 1998).

Devido há necessidade de desenvolvimento de técnicas e metodologias que contribuam para o tratamento de grandes quantidades de resíduos e que sejam rápidas, eficientes e de baixo custo. O presente trabalho. Propôs a síntese de hidrocalumita HDL-CaAl-NO₃ para ser utilizada como adsorvente no tratamento de efluente sintético contendo os corantes alimentícios amarelo tartrazina e azul de indigotina.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Sintetizar o Hidróxido Duplo Lamelar do tipo, Hidrocalumita HDL-CaAl-NO₃ para ser utilizada como adsorvente de corantes alimentícios em soluções aquosas.

2.2 Objetivo Específicos

- Sintetizar e caracterizar o hidróxido duplo lamelar do tipo hidrocalumita para ser utilizado como adsorvente;
- Avaliar a capacidade de adsorção da hidrocalumita frente aos corantes alimentícios, amarelo tartrazina e azul indigotina;
- Avaliar o processo de adsorção em efluente sintético (mistura de corantes simulando o efluente de indústrias alimentícias) pela hidrocalumita.
- Preparar artigos para divulgação científica em congressos e revistas.

3 METODOLOGIA

Utilizou-se uma fundamentação teórica, com o intuito de obter subsídio para a realização deste projeto. O estudo foi dividido em duas etapas: a síntese da hidrocalumita e testes de adsorção dos corantes.

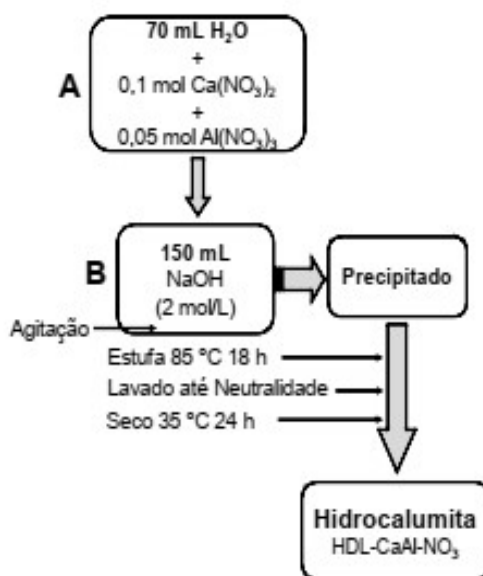
3.1 – Materiais

- Os corantes alimentícios amarelo tartrazina e azul de indigotina foram concedidos pela Importadora Brastókio, sendo utilizados sem tratamento prévio.
- Os reagentes utilizados para a síntese da hidrocalumita foram: Hidróxido de sódio Micropérolas P.A ACS NaOH Dosagem: 99% (Vetec -Química Fina), Nitrato de Cálcio P.AA.C.S Teor : 99,9-103,0 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Synth) e Nitrato de Alumínio Nonahidratado Teor: 98,17 % $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (Neon).

3.2 – Síntese da Hidrocalumita

A Hidrocalumita (HDL-CaAl-NO_3) foi sintetizada pelo método de coprecipitação a pH variável (YANG; YANG; ZHANG, 2006) de acordo com o fluxograma da Figura 04.

Figura 04 - Fluxograma da síntese de HDL-CaAl-NO_3 .



Fonte: Própria.

Inicialmente preparou uma solução contendo 0,1 mol de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e 0,05 mol de $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ em 70 mL de água destilada, denominamos esta solução sendo solução **A**. Posteriormente, foi preparado 150 mL de uma outra solução de NaOH (2 mol/L), a qual foi denominada solução **B**. A

Solução A foi adicionada lentamente, sob agitação moderada à solução B, como representado na Figura 4.

Figura 05-Sistema Montado para a mistura das soluções



Fonte: Própria

Após a mistura das soluções foi obtido um precipitado de coloração branca, o qual foi levado para a estufa à temperatura de 85 ° C por 18 horas. Após este tempo foi lavado e filtrado a vácuo até aproximadamente à neutralidade e seco novamente à temperatura de 35 ° C por 24 horas. E posteriormente é macerado e armazenado.

3.3 – Testes de adsorção

Na primeira etapa do teste de adsorção, foi realizada a medida de massa dos adsorventes utilizando uma balança analítica de precisão. Para este estudo, variou-se a quantidade de HDL entre 10 e 100 mg em 20 mL das soluções coloridas com concentração de 20 mg/L. Logo após, foram executados alguns experimentos de adsorção utilizando agitação magnética, sendo realizados em vários tempos de agitação.

A Figura 6 ilustra a agitação magnética da solução do corante amarelo tartrazina, com a utilização de um ímã que atua sobre a barra magnética de agitação, que é colocada dentro do recipiente para responder ao campo magnético do equipamento, o qual garantirá uma agitação eficaz da solução.

Figura 6 – Agitação Magnética da solução do corante amarelo tartrazina.



Fonte: Própria

Prosseguindo os estudos, foi dada a continuação dos experimentos de adsorção, filtração dos efluentes (Figura 7), testes com os adsorventes, misturas dos adsorvatos e realizou-se as leituras de absorvâncias em concentrações diferentes.

Figura 7 – Processo de Filtração dos efluentes



Fonte: Própria

Ressalta-se que todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Energia & Meio Ambiente do Câmpus Inhumas. E as medições das absorvâncias foram realizadas no espectrofotômetro UV/Vis Bel Photonics UV-M51, presente no mesmo.

Figura 8– Figura do Espectrofotômetro UV/VIS



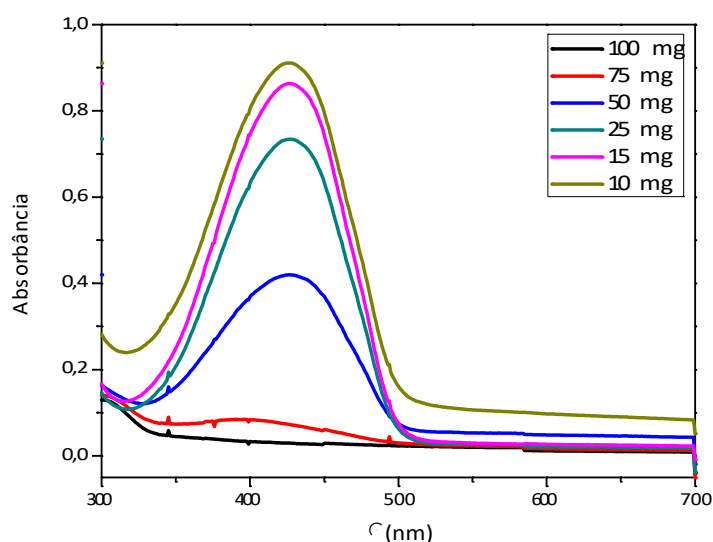
Fonte: Própria

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 9 mostra de maneira quantitativa o resultado do estudo de adsorção do corante amarelo tartrazina (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando agitação magnética. Para este estudo, variou-se a quantidade de HDL entre 10 e 100 mg em 20 mL das soluções coloridas.

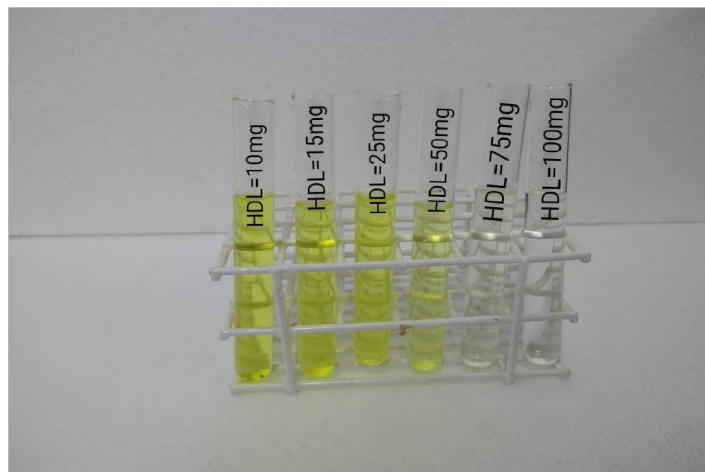
Pode-se perceber pela Figura 9 que a partir da quantidade de 50 mg de HDL acontece uma diminuição considerável na banda de absorção máxima do corante, mostrando que grande parte da coloração da solução foi removida pelo adsorvente. Além disso, pode-se perceber também que para 75 mg em diante já é possível uma remoção quase completa pelo HDL. Estas mesmas observações feitas para o estudo quantitativo podem ser estendidas de forma qualitativa, conforme pode ser visto na Figura 10.

Figura 9: Espectros de varredura para as amostras de AT (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções coloridas.



Fonte: Própria.

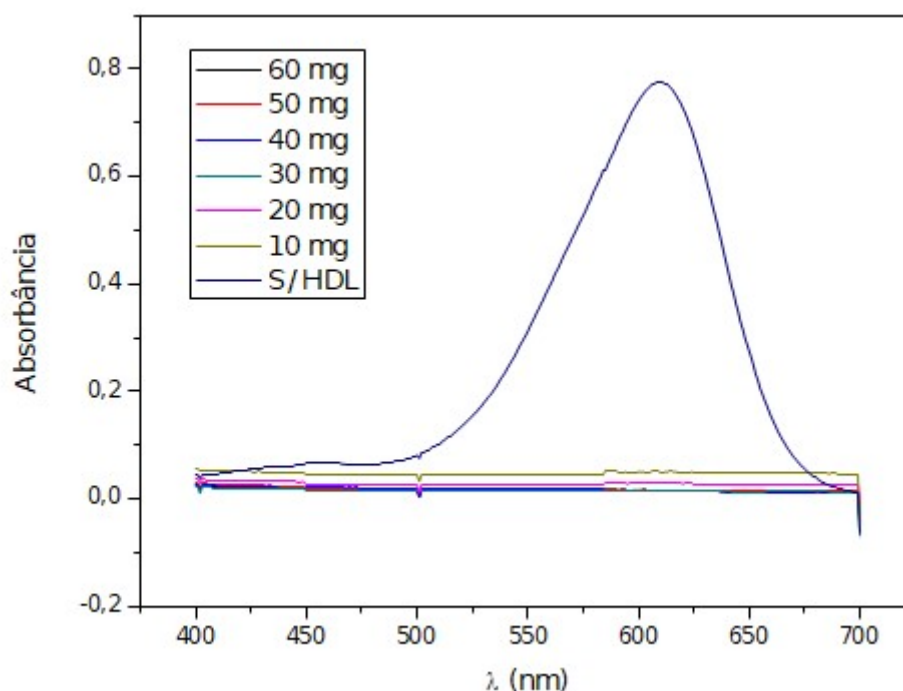
Figura 10: Amostras de AT (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções coloridas.



Fonte: Própria.

A Figura 11 mostra de maneira quantitativa o resultado do estudo de adsorção do corante azul indigotina (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando agitação magnética. Para este estudo, foi utilizado uma variação da quantidade de HDL entre 10 e 60 mg em 20 mL de solução colorida. Pela Figura é possível perceber que a partir da quantidade de 10 mg de HDL já acontece uma diminuição na banda de absorção, mostrando que grande parte da solução colorida foi removida. Estas mesmas observações feitas para o estudo quantitativo podem ser estendidas de forma qualitativa, conforme pode ser visto na Figura 10.

Figura 11: Espectros de varredura para as amostras de AI 20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções coloridas.



Fonte: Própria

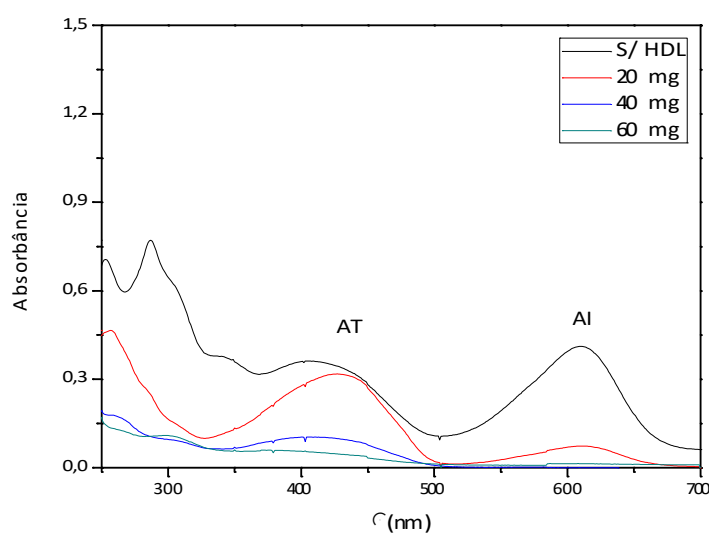
Figura 12: Amostras de AI(20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções coloridas.



Fonte: Própria

Em relação ao estudo de adsorção do efluente sintético, utilizou-se os corantes amarelo tartrazina (10 mL) e azul indigotina (10 mL) com concentração de 20 mg/L. Para a realização dos testes foram utilizados 20, 40 e 60 mg do adsorvente HDL em 20 mL de soluções coloridas. Observa-se, pela Figura 13, que há uma maior adsorção para o corante azul indigotina em comparação ao corante amarelo tartrazina.

Figura 13: Espectro de varredura para as amostras de AT e AI (20 mg/L) em função da quantidade de HDL, utilizando 20 mL de soluções coloridas.



Fonte: Própria

Este resultado mostra uma maior afinidade do HDL pelo corante azul indigotina,

corroborando com os estudos anteriores realizados com apenas um tipo de corante, em que mostraram que para o azul indigotina é necessária uma menor quantidade de HDL para removê-lo completamente em comparação ao amarelo tartrazina. Este comportamento é comum, estudos de adsorção de efluentes sintéticos, compostos por vários corantes, conforme estudos de adsorção por HDL com AC e AB realizado por Sá (2013). São necessários maiores estudos para este comportamento com análises de Difração de Raios-X e espectroscopia de infravermelho.

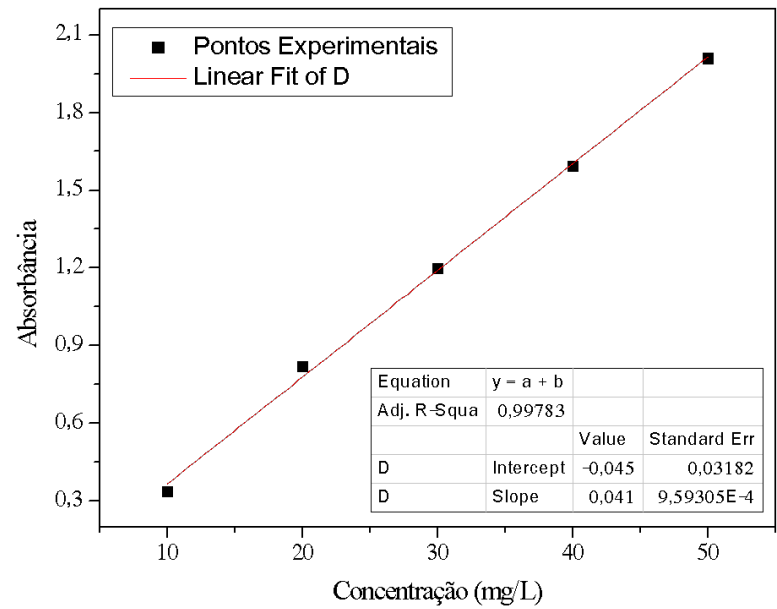
5 CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o hidróxido duplo lamelar possui uma grande eficiência na remoção dos corantes amarelo tartrazina e azul indigotina. Além disso, foi possível observar que o HDL consegue uma maior remoção para o azul indigotina em comparação ao amarelo tartrazina. Dessa forma, este trabalho demonstra a possibilidade de utilização deste método para remoção desses corantes descartados por indústrias alimentícias, podendo amenizar impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de tais poluentes em corpos hídricos.

6 APÊNDICES

6.1 Apêndice 01 – Curva de Calibração para o corante amarelo tartrazina (AT)

Figura 5: Curva de Calibração para o corante amarelo tartrazina (AT).



Fonte: Própria.

6.2 Apêndice 02 – Apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso na forma de Pôster no Congresso Brasileiro de Química – João Pessoa PB (AT)



6.3 Apêndice 03 – Apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso na forma de Comunicação Oral durante a VII Semana de Educação, Ciência e Tecnologia; XI Semana do Livro e da Biblioteca; VI Feira de Ciências e II Semana da Consciência Negra, no IFG – Câmpus Inhumas.



7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Resoluções nº 382 a 388, de 9 de agosto de 1999*. 1999. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol-/index/_99.htm>. Acesso em: 30 de maio de 2019

AL-SHABIB, N. A. et al. Synthetic food additive dye "Tartrazine" triggers amorphous aggregation in cationic myoglobin. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 98, p. 277-286, 24 jan. 2017.

BASTAKI, M. et al. Lack of genotoxicity in vivo for food color additive Allura Red AC. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 105, p. 308-314, 27 abr. 2017.

BACCAR, R.; BOUZID, J.; FEKI, M.; MONTIEL, A. Preparation of activated carbon from Tunisian olive-waste cakes and its application for adsorption of heavy metal ions. **Journal of Hazardous Materials**, v. 162, p. 1522–1529, 2009.

CREPALDI, Eduardo Luis; VALIM, João Barros. Hidróxidos duplos lamelares: síntese, estrutura, propriedades e aplicações. **Química Nova**, v. 21, n. 3, p. 300-311, 1998.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 01 de junho de 2019.

DOTTO, Guilherme Luiz et al. Remoção dos corantes azul brilhante, amarelo crepúsculo e amarelo tartrazina de soluções aquosas utilizando carvão ativado, terra ativada, terra diatomácea, quitina e quitosana: estudos de equilíbrio e termodinâmica. **Química Nova** 2011.

GUPTA, V.; SUHAS. Application of low-cost adsorbents for dye removal - a review. **Journal of Environmental Management**, 2009. v. 90, p. 2313–2342, 2009.

GONÇALVES, M. et al. “Produção de carvão a partir de resíduo de erva-mate para a remoção de contaminantes orgânicos de meio aquoso”, **Revista Ciência Agrotécnica**, v. 31, p. 1386-1391, set-out. 2007.

HAQUE, E.; JUN, J. W.; JHUNG, S. H. Adsorptive removal of methyl orange and methylene blue from aqueous solution with a metal-organic framework material, iron terephthalate (mof-235). **Journal of Hazardous Materials**, 2011. v. 185, p. 507–511, 2011.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, 2003, v. 14, p. 237-250, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/agua>>. Acesso em 30 de maio de 2019.

SÁ, F. P. *Adsorção e Fotodegradação de Corantes, Amarelo Crepúsculo e Azul Brilhante, para Tratamento de Efluentes de Indústrias Alimentícias*, Goiânia, 2013. 109 p. Tese de Doutorado – Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás.

SANTOS, L. M. “Preparo e caracterização de catalisadores baseados em óxido de titânio dopado com íons prata, para emprego em fotocatalise”. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

MITTAL, A. Use of hen feathers as potential adsorbent for the removal of a hazardous dye, brilliant blue fcf, from wastewater. **Journal of Hazardous Materials**. B128, p. 233–239, 2006.

MARMITT, S.; PIROTTA, L. V.; STULP, S. Aplicação de fotólise direta e UV/H₂O₂ a efluente sintético contendo diferentes corantes alimentícios. **Química Nova**, 2010. v. 33(2), p. 384–388, 2010.

ZAHRIM, A.; TIZAOUI, C.; HILAL, N. Evaluation of several commercial synthetic polymers as flocculant aids for removal of highly concentrated C.I. acid black 210 dye. **Journal of Hazardous Materials**. v. 182, p. 624–630, 2010. Citado na página 9.

YANG, Q. Z.; YANG, J.; ZHANG, C. K. Synthesis and properties of cordycepin intercalates of Mg-Al-nitrate layered double hydroxides. **International Journal of Pharmaceutics**. v. 326, p. 148–152, 2006.