



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES - CFP
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA - UACEN

NATANA PEREIRA SILVA

**REMOÇÃO DE CHUMBO EM SOLUÇÕES AQUOSAS UTILIZANDO
ADSORVENTES IN NATURA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

CAJAZEIRAS

2019

NATANA PEREIRA SILVA

**REMOÇÃO DE CHUMBO EM SOLUÇÕES AQUOSAS UTILIZANDO
ADSORVENTES IN NATURA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campinas Grande – UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Luciano Leal de Moraes Sales

CAJAZEIRAS

2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)
Josivan Coêlho dos Santos Vasconcelos - Bibliotecário CRB/15-764
Cajazeiras - Paraíba

S586r Silva, Natana Pereira.
Remoção de chumbo em soluções aquosas utilizando adsorventes in natura: uma revisão bibliográfica / Natana Pereira Silva. - Cajazeiras, 2019.
40f.: il.
Bibliografia.

Orientador: Prof. Luciano Leal de Moraes Sales.
Monografia (Licenciatura em Química) UFCG/CFP, 2019.

1. Água. 2. Remoção de chumbo. 3. Adsorventes. 4. Biossorvente. 5. Biomassas. 6. Adsorção. I. Sales, Luciano Leal de Moraes. II. Universidade Federal de Campina Grande. III. Centro de Formação de Professores. IV. Título.

UFCG/CFP/BS

CDU - 628.16

NATANA PEREIRA SILVA

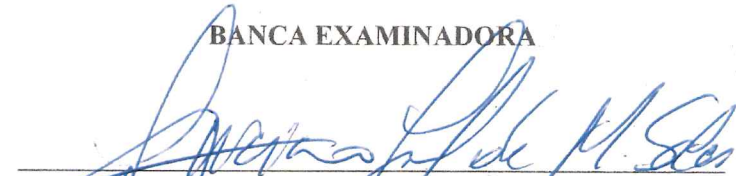
**REMOÇÃO DE CHUMBO EM SOLUÇÕES AQUOSAS UTILIZANDO
ADSORVENTES IN NATURA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**


Monografia apresentada ao curso de licenciatura em Química da Universidade Federal de Campinas Grande – UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de licenciado em Química.

Orientador: Prof. Luciano Leal de Morais Sales

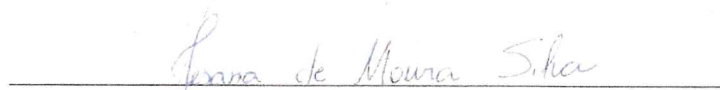
Aprovada em: 05/12/2019

BANCA EXAMINADORA


Prof. Luciano Leal de Morais Sales (Orientador)
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)


Egle Katarinne Souza da Silva (Examinador 1)

ECIT Cristiano Cartaxo


Jesana de Moura Silva (Examinador 2)

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro / PUC-Rio

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que, de algum modo, me incentivaram e acompanharam a minha jornada. Meus mais eternos agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, que me permitiu chegar até aqui, ajudando a superar as atribulações que passei durante esse período, que me iluminou durante toda minha caminhada, com amor e proteção, sempre me mantendo firme e forte em meus desejos e objetivos, toda honra e glória a ti senhor.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do meu curso de graduação e durante toda minha vida.

Em especial ao meu esposo, Elizier, pelo apoio, amor e paciência.

A minha filha Ana Beatriz, por estar junto comigo ao longo de minha vida acadêmica, já que comecei o curso de Química licenciatura com ela ainda na minha barriga.

Ao meu Orientador Luciano Leal de Moraes Sales, por seu apoio, carinho, profissionalismo, paciência e amizade.

Aos colegas da turma de Química, por compartilharmos saberes, angústias e pela oportunidade da convivência.

Finalmente, agradeço a todos os demais aqui não citados nesta lista de agradecimentos, mas que de alguma forma contribuíram, na minha na minha jornada acadêmica e na pessoa que eu sou. Obrigada!

RESUMO

SILVA, N. P. **Remoção de chumbo em soluções aquosas utilizando adsorventes in natura: uma revisão da bibliográfica.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Licenciatura em Química. Centro de Formação de Professores. Universidade Federal de Campina Grande, 2019.

Com o aumento da quantidade de indústrias, umas das preocupações para o meio ambiente e para os seres vivos é a contaminação dos rios por materiais tóxicos. No momento, existem processos de adsorção eficientes na retirada desses materiais tóxicos da água, como o uso do carvão ativado, porém de alto custo. Em razão disso, surgiram novas técnicas de adsorção para a retirada desses poluentes e neste sentido o uso de materiais orgânicos como adsorvente vem ganhando bastante atenção dos pesquisadores. O presente trabalho trata-se de um estudo de revisão bibliográfica cujo objetivo foi analisar a literatura de produções científicas sobre o tema: remoção de chumbo em soluções aquosas utilizando adsorventes in natura: uma revisão da bibliográfica, avaliar a potencialidade de biossorventes no tratamento de soluções aquosas contendo Chumbo. Realizou-se um estudo bibliográfico de publicações em periódicos, TCCs e trabalhos científicos. A amostra foi constituída por 11 (onze) publicações identificadas em categorias: remoção de chumbo por adsorventes e a remoção de chumbo utilizando bioadsorvente.

PALAVRAS-CHAVE: Chumbo, Adsorção e Biomassas, Adsorventes.

ABSTRACT

SILVA, N. P. **Removal of lead in aqueous solutions using fresh adsorbents: a review of the literature.** Completion of course work. Degree in Chemistry. Teacher Training Center. Federal University of Campina Grande, 2019.

With the increasing number of industries, one of the concerns for the environment and for living beings is the contamination of rivers by toxic materials. Currently, there are efficient adsorption processes in the removal of these toxic materials from water, such as the use of activated charcoal, but of high cost. Because of this, new adsorption techniques have emerged for the removal of these pollutants and in this sense the use of organic materials as adsorbent has been gaining a lot of attention from the researchers. The present work is a literature review study whose objective was to analyze the literature of scientific productions on the subject: lead removal in aqueous solutions using in natura adsorbents: a literature review and evaluate the potentiality of, biosorbents in the treatment of solutions. water containing Lead. A bibliographical study of publications in journals, TCCs and scientific works was performed. The sample consisted of 11 publications identified in categories: lead removal by adsorbents and lead adsorption using bioadsorbent.

KEYWORDS: Lead, Adsorption, Adsorbent and Biomass.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 GERAL	15
2.2 ESPECÍFICOS.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. METAIS PESADO PRESENTES NA ÁGUA	16
3.2. CHUMBO.....	17
3.3.TÉCNICA DE ADSORÇÃO	18
3.4. BIOADSORVENTES.....	19
3.5. PROCESSOS DE ADSORÇÃO PELOS OS ADSORVENTES.....	20
3.5.1. ESPECTROSCOPIAE ESPECTROFOTOMETRIA.....	20
3.5.2.ISOTERMA DE ADORÇÃO.....	21
3.5.3. PONTO DE CARGA ZERO.....	23
3.5.4. CINÉTICA DE ADSORÇÃO.....	24
4. METODOLOGIA	25
4.1. LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	26
4.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	26
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6.CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de Publicação usadas.....	27
Figura 2: Publicações analisadas.....	28
Figura 3: Resultados da busca nas bases de dados e seleção de artigos pertinentes.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de modelos de isothermas de adsorção aplicados aos estudos.....	23
Tabela 2: Publicações de análise.....	30
Tabela 3: Porcentagem de adsorção de bioadsorventes na remoção de chumbo.....	31
Tabela 4: Porcentagem de adsorção de bioadsorventes na remoção de chumbo de acordo o valor de pH alcançado.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MP	Metais Pesados
pH	Potencial Hidrogeniônico
Pb	Chumbo
HCl	Ácido Clorídrico
PCZ	Ponto de carga zero
Scielo	Scientific Eletronic Library onLine
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
CAPES	Coordenação de Apoio Pessoal de Nível Superior
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.” José de Alencar.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com o ambiente vem crescendo cada vez mais, devido o rápido desenvolvimento e aumento industrial e urbano. Esse crescimento contribui com o aparecimento de substâncias tóxicas nos ambientes aquosos. Dentre as espécies de maior relevância toxicológica presentes nos efluentes industriais estão os metais tóxicos. Embora alguns deles sejam biogénéticos, são tóxicos e ocasionam sérios problemas à saúde humana, mesmo se ingeridos em pequenas concentrações, pois não se degradam pela ação do tempo, sendo bioacumulados em organismos vivos (FALCO, 2014).

A poluição é definida como a alteração da qualidade ambiental capaz de causar danos ao meio ambiente e afetar a saúde dos seres vivos. Os MP(metais) são encontrados no ambiente e não é degradável. As indústrias têm inserido grandes quantidades de MP no ambiente causando um grande desequilíbrio ambiental. De acordo com JANUÁRIO (2019, p. 1) os metais pesados são considerados riscos para o ambiente, pois apresentam muitos efeitos tóxicos aos seres vivos, além do acúmulo por toda a teia alimentar. Os metais pesados mais encontrados em meios aquáticos são chumbo, cromo, zinco, cobre, arsênio e mercúrio, capazes de prejudicar a saúde humana e o meio ambiente, em função de suas características altamente tóxicas (JANUÁRIO, 2019,p.32).

Segundo CASTRO (2010, p.1) pesquisa relacionada com a contaminação dos recursos hídricos por espécies metálicas tem atraído a atenção de diversos cientistas devido a possibilidade de bioacumulação de espécies metálicas em plantas e animais e dos efeitos tóxicos sobre os organismos.

A adsorção é um processo para o tratamento de efluentes que vem se destacando por ser um método eficaz e de baixo custo. No entanto, existem dois tipos de materiais adsorventes no processo de adsorção, o carvão ativado e os adsorventes alternativos, que vem sendo estudados. Segundo ALMEIDA (2012, p. 2) “uma alternativa para a remoção de metais pesados é a utilização de adsorventes naturais como cascas de frutas”. O processo da biossorção, que utiliza adsorventes de origem natural, surge como uma tecnologia promissora no processo de remoção dos metais pesados do meio aquoso.

A utilização de bioadsorvente reduz o impacto ambiental pela retirada de resíduos de locais inadequados e pelo uso desta como adsorvente de metais em solução aquosa. Este

estudo visa analisar a eficiência do uso de bioadsorvente na retirada de chumbo da água. Este estudo visa analisar a eficiência, as técnicas de análise sobre este tipo de material e quais as perspectivas na área de adsorventes a base de biomassa no uso de bioadsorvente para retirada de chumbo da água.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral:

O presente trabalho tem como objetivo fazer um levantamento de artigos, através de uma revisão bibliográfica e comprovar a importância e a eficiência de bioadsorvente usado na descontaminação da água para a retirada de chumbo.

2.2. Objetivos específicos:

- Investigar a literatura das publicações analisadas sobre bioadsorção de chumbo;
- Analisar a eficiência de adsorvente a partir das literaturas analisadas;
- Analisar as técnicas de análise química utilizadas na quantificação e caracterização do Cobre

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A água é uma substância essencial para a vida dos seres vivos, pois está presente na maior parte do nosso corpo, além de utilizarmos durante o nosso dia a dia na alimentação, limpeza, etc. Nos últimos anos a poluição e contaminação da água vêm colocando em risco a saúde humana e comprometendo a vida dos animais aquáticos. Segundo CASTRO (2010, p. 1) a contaminação ambiental dos compartimentos com substâncias orgânicas e inorgânicas, como os metais potencialmente tóxicos e pesticidas, tem motivado o desenvolvimento de métodos de extração e purificação. Água contaminada é aquela que danificar a saúde da população graças à presença de agentes patogênicos e substâncias tóxicas, como os MP.

O descarte de resíduos industriais, nos últimos tempos, vem sendo a principal fonte de contaminação dos rios com MP. A contaminação da água por MP é foco de grande preocupação por comprometer a preservação do meio ambiente e à saúde de quem a consome.

Dentre os MP considerados como prejudiciais para a saúde humana destacam-se o antimônio, arsênio, berílio, cádmio, cromo, cobre, mercúrio, níquel, chumbo, selênio, prata e zinco. (NOVOTNY, V. 1995 citado por CAVALCANTE E MELO, 2018, p 1)

A contaminação da água por MP parece não ter solução, já que esses metais não podem ser descartados, são bioacumuláveis no organismo e são altamente reativos. Diante disso, existem técnicas de adsorção alternativo, de baixo custo, que não agridem o meio ambiente, capazes de retirar da água tais MP.

3.1. METAIS PESADO PRESENTES NA ÁGUA

Os metais compõem um grupo de elementos químicos no seu estado puro na tabela periódica. E por apresentarem uma densidade ainda mais elevada do que a dos demais, são denominados MP. Os MP possuem aparência brilhante, são bons condutores de eletricidade e, geralmente, participam de reações químicas com íons positivos. (LEE, 1985).

Os metais pesados são considerados riscos para o ambiente, pois apresentam muitos efeitos tóxicos aos seres vivos, além do acúmulo por toda a teia alimentar. Trata-se de uma poluição decorrente de usinas, mineradoras, entre outras indústrias, que são responsáveis pela descarga de uma ampla gama de metais pesados, como cobre, zinco, cádmio e chumbo (JANUÁRIO 2019, p. 32).

A principal preocupação em relação à presença de metais tóxicos nos cursos hídricos se deve a toxicidade e baixa biodegradabilidade (FLECK, 2013, p.40).

A poluição da água por MP vem se tornando um grave problema ambiental, diante disso o uso de materiais biossorbentes para remoção desses metais em efluentes aparece como um método alternativo. Todos os metais e seus compostos possuem toxicidade e por isso quando acumulados em quantidades elevadas no organismo, provocam danos aos seres vivos. Os resíduos de MP, presentes nestes efluentes, contaminam lençóis freáticos e reservatórios de água que abastecem cidades, podendo causar doenças em populações que façam o consumo desta água (ALMEIDA, 2012, p. 2).

O uso de adsorventes sintéticos é uma das formas mais amplamente difundidas para se retirar MP de soluções aquosas de maneira eficiente (CRUZ, 2009).

3.2. CHUMBO

O chumbo é um elemento químico de símbolo Pb com número atômico 82 e massa atômica igual a 207,2. O chumbo (Pb) é um elemento não essencial acumulativo no organismo. Os compostos inorgânicos do Chumbo estão presentes em uma variedade de produtos industriais e comerciais, incluindo plásticos, baterias, ligas, tintas, ligas metálicas, inseticidas, cabos elétricos materiais cerâmicos (SILVA, 2014b, p.8).

Os malefícios relacionados à exposição ao chumbo ocorrem especialmente devido a sua interferência no funcionamento das membranas celulares e enzimas, formando complexos estáveis com ligantes contendo enxofre, fósforo, nitrogênio ou oxigênio (grupos $-SH$, $-H_2PO_3$, $-NH_2$, $-OH$), que funcionam como doadores de elétrons. (PAZ et al, 2018, p. 6)

Os maiores níveis de chumbo são encontrados nos ossos, entretanto, os primeiros efeitos da exposição ao metal não são aí observados. Ainda é pequeno o conhecimento existente sobre os efeitos e mecanismos de ação do chumbo nos ossos (MOREIRA E MOREIRA, 2004).

JANUÁRIO (2019, p.33) diz que o chumbo é um metal pesado que, se ingerido pelos seres humanos, pode causar perturbações no sistema nervoso central, ocasionando perda de memória e deficiência nos músculos. Nas crianças os principais danos ocorrem no sistema

nervoso, e nos adultos os cuidados são voltados para a neuropatia periférica e a nefropatia crônica (FLECK, 2013).

3.3. TÉCNICA DE ADSORÇÃO

De acordo com ALVES (2013), a adsorção é um processo de separação que se destaca por ser um método eficaz e econômico no tratamento da água. SILVA (2014b, p.10) afirma que a capacidade de adsorção é também determinada pelas características do material tais como área superficial específica, tamanho e distribuição de poros, teor de cinzas, densidade e a natureza de grupos funcionais presentes em sua superfície. O processo de adsorção pode ser influenciado por vários fatores, tais como: temperatura, natureza e concentração do adsorbato, natureza do adsorvente e seu estado de agregação, pH, tamanho de partícula, tempo de contato e velocidade de agitação (CURBELO, 2002 citado por PAZ et al, 2018, p. 9)

Segundo PAZ et al (2018, p.8) os principais elementos da adsorção são o fluido (adsortivo), a superfície na qual o fenômeno ocorre (adsorvente) e os componentes retidos pela superfície (adsorbato). Existem alguns tipos de materiais adsorventes no processo de adsorção, um deles é o carvão ativado, o mais utilizado comercialmente.

No entanto, existem também materiais adsorventes alternativos capazes de substituir o carvão ativado, como por exemplo, materiais orgânicos. A técnica de adsorção pode ser relatada como um processo em que uma substância gasosa, líquida ou sólida, fica presa à superfície de um sólido (SKOOG ,2006).

A adsorção é o processo pelo qual um componente presente em um gás ou líquido adere à superfície de um sólido. Tal aderência deve-se à presença de cargas superficiais no adsorvente e na espécie química a ser adsorvida, chamada adsorbato, ou ainda por poros contidos na superfície do material. Na adsorção verifica-se a formação de uma camada de adsorbato sobre a superfície de um sólido. (BONIOLO, 2008, p. 36)

No processo de adsorção as moléculas ficam retidas na superfície do sólido adsorvente, em que quanto mais poroso o material, mais ele irá adsorver, sendo um fenômeno de superfície, o que não acontece no processo de absorção. O processo de adsorção depende da natureza do adsorvente, adsorbato e condições de adsorção como a temperatura, polaridade do solvente, velocidade de agitação, tamanho das partículas, pH da solução, dentre outros (BARROS, 2012).

O processo de adsorção tem demonstrado ser um método eficaz e econômico no tratamento de efluentes com poluentes orgânicos, se fazendo necessárias pesquisas de materiais de baixo custo para serem utilizados industrialmente (MOREIRA, 2000).

3.4. BIOADSORVENTES

FLECK (2013, p. 48) afirma que o uso desses materiais como adsorventes é uma tecnologia inovadora no controle da poluição hídrica. Segundo TAVARES (2015a, p.1) uma dessas alternativas é a biossorção que consiste na remoção de metais pesados de águas contaminadas utilizando materiais de origem biológica, materiais naturais, resíduos agroindustriais, entre outros. De acordo com ALMEIDA (2012, p.1) os metais pesados podem ser removidos de um sistema aquoso através da utilização de adsorventes naturais como as cascas de frutas. Segundo TAVARES et al(2015b, p.1) resíduos como as cascas de alimentos, tornam-se um problema ambiental tanto na área rural, como em grandes centros e praias devido ao volume de lixo descartado (TAVARES et al, 2015b, p.1).

Os materiais biossorventes são promissores nos processos de adsorção, uma vez que apresentam uma alta porcentagem de remoção, possibilitando um ótimo custo-benefício para empresas. (JANUÁRIO, 2019, p.33).

Segundo TAVARES F. et al (2015c, p.1) remoção de metais pesados da água envolvendo adsorção por materiais orgânicos e inorgânicos, tem se mostrado uma opção bastante interessante. Um material adsorvente é capaz de interagir com grupos funcionais presentes nas moléculas de resíduos poluentes servindo para tratamento de efluentes têxteis, bem como para purificação de águas contaminadas por corantes, metais, agrotóxicos, dentre outros (LEMOS, 2012 citado por SILVA, 2014b, p. 11)

Segundo SILVA (2014a) para determinação da capacidade de biossorção de metal pelo biossorvente é preciso que todo o adsorvato removido da solução esteja presente no biossorvente. Os materiais biossorventes são promissores nos processos de adsorção, uma vez que apresentam uma alta porcentagem de remoção, possibilitando um ótimo custo-benefício para empresas (JANUÁRIO, 2019, p.33).

A biossorção é baseada na utilização de biomassas (animal ou vegetal) na remoção de poluentes. Os estudos envolvendo biomassa para a remoção de metais pesados de soluções aquosas teve início nos anos 80. A captura dos íons metálicos pela biomassa é um processo passivo executado por meio de interações físico-químicas entre os íons e os grupos funcionais presentes na superfície da biomassa(BONIOLO, 2008, p.28).

Segundo SILVA (2014b, p. 10) a bioadsorção é um tipo específico de adsorção caracterizada pela utilização de materiais de origem biológica como adsorventes na remoção de um soluto de efluentes. De acordo com PIETROBELLI (2007), o conhecimento da estrutura química dos bioadsorventes é essencial para favorecer seu desempenho em ligar metais em sistemas de purificação de água. Segundo BARROS (2014, p,16) para alcançar um alto grau de adsorção é fundamental a escolha correta do adsorvente. De acordo com MARTINS (2015), a principal vantagem dos biossorventes com relação aos adsorventes sintéticos, é que os adsorventes de origem natural são abundantes, e o custo é muito pequeno. Além de reduzir o impacto ambiental, o acúmulo de lixo orgânico e favorecer a retirada de efluentes das águas. FLECK(2013, p. 48) diz que a utilização da biomassa como bioadsorvente de metais tóxicos, é necessária a correta destinação desses materiais, pois devido à elevada concentração de íons metálicos, estes se tornam passivos ambientais, com riscos eminentes ao meio natural.

Para o êxito da técnica de biossorção, é necessário um conhecimento mais abrangente do processo; essa visão mais ampla pode ser disponibilizada por um modelo matemático adequado que possibilita uma predição, a partir de condições estabelecidas durante a realização dos experimentos, de condições operacionais não testadas (SILVA et al, 2014 citado por TAVARES et al, 2015a, p.1)

3.5. PROCESSOS DE ADSORÇÃO PELOS OS ADSORVENTES

3.5.1. ESPECTROSCOPIA E ESPECTROFOTOMETRIA

A espectroscopia no infravermelho é um tipo de espectroscopia de absorção, em que a energia absorvida se encontra na região do infravermelho do espectro eletromagnético. É uma técnica baseada nas vibrações dos átomos das moléculas. De acordo com seu espectro é obtido pela passagem da radiação infravermelha através da amostra, sendo que uma fração da radiação incidente é absorvida, aumentando a amplitude de vibração molecular (GOMES, 2018, p.34).

Particularmente, as técnicas espectroscópicas podem ser utilizadas para a caracterização de materiais. Isso significa que com elas é possível obter informações sobre os tipos de ligações entre átomos, a vizinhança atômica desses átomos e ligações, a presença e a concentração de substâncias em amostras, etc (LEITE E PRADO, 2012, p.2).

Segundo LEITE E PRADO (2012, p. 2) através de medidas do espectro de absorção ou emissão de radiação pela matéria (espectroscopia) é possível elaborar modelos e conhecer as estruturas atômicas que formam os materiais.

Após a absorção, por exemplo, a energia absorvida pelo material pode ser liberada em forma de radiação (fotoluminescência), transformada em energia térmica ou ainda promover outras reações. Através das informações obtidas pelas técnicas de espectroscopia é possível estudar os processos físicos e químicos relacionados à estrutura atômica do material e identificar seus componentes (GOMES, 2018, p.31).

A determinação da concentração de chumbo em meio aquoso muitas vezes, é feita também a partir do método de espectrofotometria no UV. É a técnica analítica que utiliza a luz para medir a concentração de espécies químicas (BARROS, 2014, p.21).

Em um espectrofotômetro UV (marca Shimadzu), foi construída uma curva de calibração para a determinação de chumbo (Pb^{2+}) no comprimento de onda de 408 nm (PAZ et al, 2018, p.11).

Segundo CAVALCANTE(2018, P.2). A espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-AES) é um que compara a concentração de metais em solução antes e depois do contato com o bioadsorvente. é a técnica analítica que utiliza a luz para medir a concentração de espécies químicas (BARROS, 2014, p.21)

3.5.2. ISOTERMA DE ADSORÇÃO

Segundo BONIOLO (p.39, 2008) “[...] em estudos de adsorção, a utilização de modelos de isotermas é fundamental, estes nos permitem quantificar as transformações ocorridas no processo adsorptivo”.

O estudo de um processo de adsorção de um dado adsorvente requer o conhecimento de informações de equilíbrio de adsorção. Os dados de equilíbrio são obtidos das isotermas de adsorção, utilizadas, para avaliar a capacidade de diferentes adsorventes em adsorver uma determinada molécula. A isoterma de adsorção é um método simples e prático de determinar o uso de um bioadsorvente para uma determinada aplicação. (SILVA , 2014b, p.13)

Langmuir e Freundlich são os modelos clássicos mais usados para descreverem a biossorção dos íons metálicos.

O Segundo BONIOLO (2010) o modelo de Langmuir basea-se nas hipóteses de que a adsorção não ocorre além de uma monocamada, todos os sítios de adsorção são equivalentes com superfície uniforme e a capacidade de uma molécula ser adsorvida independe da ocupação dos sítios vizinhos.

A isotérmica de Langmuir é representada pela equação 1:

$$q = \frac{q_{max} K_L C}{1 + K_L C} \quad (1)$$

onde,

q = quantidade de soluto adsorvido por unidade de massa de adsorvente (mg.g^{-1});

C = concentração no equilíbrio do soluto em solução (mg.L^{-1});

q_{max} = parâmetro que representa a capacidade de adsorção na monocamada (mg.g^{-1});

K_L = parâmetro relacionado com a energia de adsorção e dependente da temperatura (L.mg^{-1}):

O modelo empírico proposto por Freundlich prevê que pode existir uma influência na adsorção de sítios ativos próximos e que pode ocorrer a adsorção de mais de uma molécula por sítio ativo (SILVA, 2014b, P.14).

Está baseada na sorção de superfícies heterogêneas, e é dada pela equação 2:

$$q = K_F C^n \quad (2)$$

em que K_F e n são constantes. O valor de n reflete o grau de heterogeneidade da superfície ($n > 1$ quando a isotérmica é favorável e $n < 1$ no caso de isotérmica desfavorável).

Uma isoterma de adsorção mostra a relação de equilíbrio do adsorbato no adsorvente e na solução em determinada temperatura e pressão. As isotermas de adsorção indicam como o adsorvente efetivamente adsorverá a espécie de interesse, bem como apresentar uma estimativa máxima da capacidade de adsorção. (MARTINS, 2015, p.5).

A tabela 1 mostra os modelos de isotermas usados em algumas literatura analisada:

Tabela 1 : Lista de modelos de isotermas de adsorção aplicados ao estudos

Isoterma	Forma linear	Ref.
Langmuir		Paz et al (2018); Silva(2014); Castro (2010); Barros (2014)
Freundlich		Silva (2014)

3.5.3. PONTO DE CARGA ZERO

O ponto de carga zero (PCZ) é o valor de pH em que a adsorção de íons determinantes de potencial (H⁺ e OH⁻) é igual. Segundo SILVA, (2014b, p.17), “o ponto de carga zero (PCZ) é um parâmetro que indica o valor de pH no qual um determinado sólido apresenta carga igual a zero em sua superfície”. Este parâmetro é importante porque permite prever a carga na superfície do adsorvente em função do pH . osPCZs foram calculados com base na diferença do pH_{final} menos o pH_{inicial}.

Segundo Freitas,

No processo de adsorção diversos materiais são usados como adsorventes e a sua caracterização é necessária para a aplicação adequada dos mesmos. Uma caracterização de extrema importância é o ponto de carga zero (PCZ), que indica o valor do pH que a superfície do material é neutra, ou seja, o pH é constante. A metodologia empregada para a determinação do PCZ é a do “experimento dos 11 pontos”, onde se usa pH variando de 1,0 a 12. De modo que a adsorção do cátion é favorecida quando o pH da solução é maior que o PCZ, enquanto que a adsorção de ânions é favorecida quando o pH é menor que o PCZ. (2015, p. 1).

3.5.4. CINÉTICA DE ADSORÇÃO

A cinética de adsorção descreve a velocidade de remoção do soluto e é dependente das características físicas e químicas do adsorbato, do adsorvente e do sistema experimental (SILVA, 2014b, P.12).

A quantidade de chumbo adsorvido (q), em mg.g^{-1} , será calculada pela equação 3:

$$q = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (3)$$

em que, C_0 e C_e correspondem a concentração do íon chumbo inicial e no equilíbrio (mg.L^{-1}) respectivamente; V é o volume da solução aquosa em (L) e m é a quantidade de biossorvente usado em (g) (SILVA, 2014b, p 18).

A eficiência de remoção do íon chumbo da solução aquosa, foi calculada a partir da Equação 4:

$$\text{Remoção (\%)} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \quad (4)$$

Nesta equação, C_0 é a concentração inicial do metal (mg/L) e C_f é a concentração residual de metal final após o período de adsorção (TAVARES, 2015b, P.3).

BONIOLO (2010), diz que a avaliação da cinética de adsorção pode ser feita a partir da correlação de dados experimentais com equações teóricas, as quais determinam a ordem de reação. Os modelos cinéticos mais utilizados de acordo com a literatura são os de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem de acordo com as Equações 5 e 6, respectivamente:

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1}{2,303}t$$

(5)

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$$

(6)

em que, q_e e q_t correspondem as quantidades bioissorvidas (mg.g^{-1}) pelo material no equilíbrio e no tempo respectivamente, K_1 é a constante da taxa de bioissorção de pseudo-primeira ordem (min^{-1}) e k_2 é a constante da taxa de bioissorção de pseudo segunda ordem ($\text{g} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) (SILVA, 2014b, p 19).

O teste para reação de primeira ordem avalia a velocidade da reação com apenas um reagente em primeira ordem; o teste para reação de segunda ordem é semelhante ao de primeira ordem, mas investiga apenas as reações de segunda ordem (SILVA, 2014b, p.12).

4. METODOLOGIA

Ao procurar produzir um trabalho que atualize o estado de conhecimento das informações a respeito das últimas pesquisas que foram feitas nas fontes de pesquisas: Scielo, SBQ, Google Acadêmico e periódicos (Portal da CAPES), sobre a remoção de Chumbo utilizando bioadsorventes in natura, traçou-se primeiramente alguns objetivos. Esses objetivos foram pensados de maneira a se obter uma quantificação e qualificação das pesquisas publicadas, onde também foi feita uma análise introdutória das mais relevantes segundo os critérios adotados neste trabalho. A busca desses objetivos direcionou a forma como a pesquisa foi feita, começando com uma busca nas bases de dados dos sites dos eventos pelas palavras-chave bioadsorventes in natura, adsorção de metais e adsorção de Chumbo.

Neste estudo adotou-se como estratégia metodológica a revisão bibliográfica. Optou-se por utilizar a revisão narrativa que é uma dos tipos de revisão de literatura que permite o acesso às experiências de autores que já fizeram pesquisas sobre o tema proposto, cujo

objetivo foi analisar a eficiência de bioadsorventes naturais utilizados para a retirada de Chumbo em soluções aquosas.

4.1. LEVANTAMENTO DOS DADOS

A base de dados: Scielo(Scientific Eletronic Library onLine), SBQ (Sociedade Brasileira de Química), Google Acadêmico e **periódicos (Portal da CAPES)** serviram como instrumento para coleta de dados, a partir dos descritores: bioadsorventes; bioadsorção de metais pesados e bioadsorção de Chumbo.

4.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA

Quanto à amostra, as publicações foram selecionadas a partir do tema proposto, totalizando 11 publicações sendo estas artigos e trabalhos científicos, como mostra a figura 1:

Figura 1:Tipos de Publicação usadas

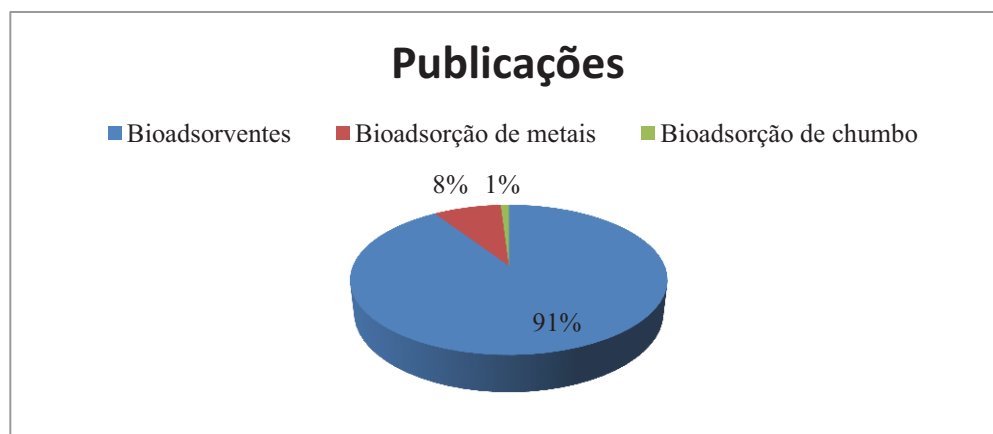


A seleção foi realizada a partir de análise dos artigos e trabalhos científicos encontradas nas bases de dados, sendo selecionados apenas a literatura relacionado ao tema proposto. Foram incluídas apenas as publicações que corresponderam à questão de estudo, no ano de 2010 à 2019, no idioma português.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

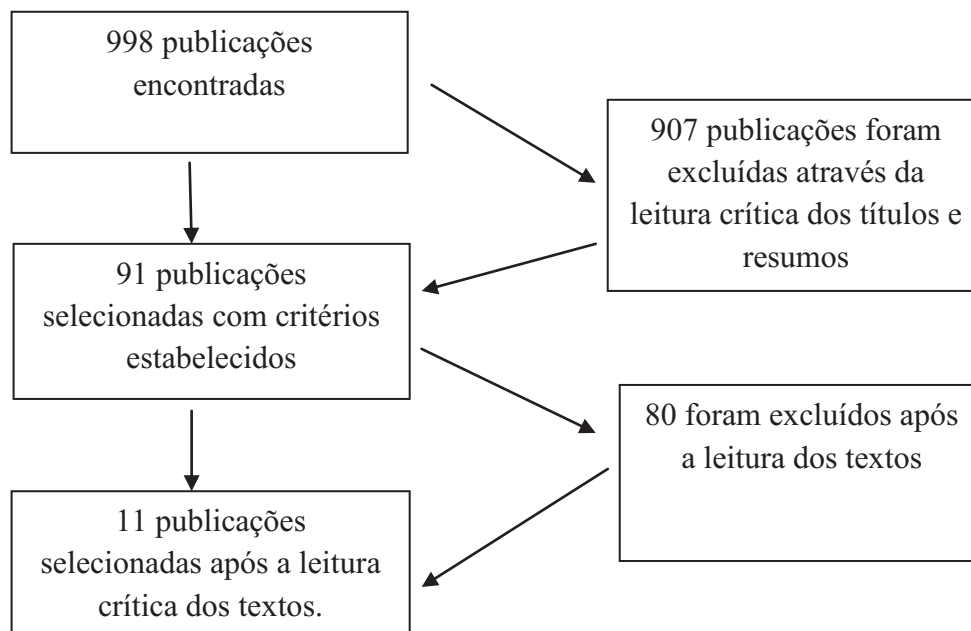
Na figura 2 podem ser observadas as publicações analisadas, mostrando o total de publicações de acordo com a busca.

Figura 2: Publicações analisadas



De acordo com a Figura 6, foram analisadas 998 publicações, sendo que 91 publicações tratava-se apenas de adsorção e bioadsorção de metais e 11 publicações tratava-se da bioadsorção de chumbo. Após a leitura dos títulos dos artigos, notou-se que alguns deles se repetiram nas diferentes bases e outros não preenchiam os critérios deste estudo. Foram selecionadas 91 publicações para a leitura do resumo e excluídos os que não diziam respeito ao propósito deste estudo. Após a leitura dos resumos, foram selecionadas 11 publicações que preenchiam os critérios inicialmente propostos e que foram lidos na íntegra (figura 3).

Figura 3: Resultados da busca nas bases de dados e seleção de artigos pertinentes



Fonte: Própria

Após a coleta de dados, foi feita a leitura de todo material escolhido, as principais informações selecionadas. Posteriormente foi realizada uma análise descritiva dessas informações buscando a compreensão e ampliação sobre o tema pesquisado e a partir deste elaborar o referencial teórico.

Na tabela 2 estão dispostas as publicações que compõem as amostras deste trabalho.

Tabela 2: Publicações de análise

Nº PUBLICAÇÕES	PUBLICAÇÕES	AUTORES
01	PROCESSO DE PRECIPITAÇÃO DE CHUMBO UTILIZANDO A CASCA DE LARANJA COMO BISSORVENTE	JANUÁRIO (2019)
02	REMOÇÃO DE CHUMBO EM SOLUÇÕES AQUOSAS POR BISSORÇÃO UTILIZANDO CASCAS DE MARACUJÁ QUIMICAMENTE MODIFICADOS	SILVA (2016)
03	USO DE BIOMASSA (CASCA DE BANANA TRITURADA) NA REMOÇÃO DE COBRE E CHUMBO EM MEIO AQUOSO.	CASTRO et al (2010)
04	ESTUDO DA ADSORÇÃO DE CHUMBO UTILIZANDO COMO ADSORVENTE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR ATIVADO	PAZ ET AL (2018)
05	AVALIAÇÃO COMO BIOADSORVENTE PARA A REMOÇÃO DE CD E PB EM MEIO AQUOSO.DA BIOMASSA DE MARACUJÁ-AMARELO (PASSIFLORA EDULIS F. FLAVICARPA) IN NATURA	CAVALCANTE (2018)
06	APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS: UTILIZAÇÃO DO MESOCARPO DE MARACUJÁ COMO BISSORVENTE NA REMOÇÃO DE CHUMBO DE ÁGUAS CONTAMINADAS	TAVARES (2016a)
07	REDUÇÃO DO TEOR D E PRATA E CHUMBO DE ÁGUAS CONTAMINADAS ATRAVÉS DO USO DE MATERIAL	ALMEIDA (2012)

	ADSORVENTE.	
08	AVALIAÇÃO DO USO DA CASCA DE SEMENTES DE MORINGA OLEIFERA LAM COMO BIOSORVENTE NA REMOÇÃO DE PB(II) DE ÁGUAS CONTAMINADAS	TAVARES F. et al (2015c)
09	UTILIZAÇÃO DA CASCA DE BANANA COMO BIOSORVENTE PARA A ADSORÇÃO DE CHUMBO (II) EM SOLUÇÃO AQUOSA	SILVA (2014)
10	ESTUDO DE ADSORÇÃO DO CHUMBO II DE EFLUENTES UTILIZANDO CASCA DE ABACAXI COMO BIOMASSA ADSORVENTE	BARROS (2014)
11	APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS COMO BIOSORVENTES NA REMOÇÃO DE CHUMBO	TAVARES ET AL. (2015b)

Fonte: Própria

As soluções usadas para investigação do chumbo foram todas preparadas com sais de Nitrato de Chumbo ($Pb(NO_3)_2$). As análises dos trabalhos foram realizadas pelos seguintes métodos mostrados na tabela 3:

Tabela 3: Métodos utilizados para análise da concentração de chumbo.

PUBLICAÇÃO	MÉTODOS UTILIZADOS
JANUÁRIO (2019)	Análise gravimétrica
SILVA (2016)	Espectrometria de adsorção atômica em chama
CASTRO et al (2010)	Espectrometria de infravermelho
PAZ ET AL.(2018)	Espectrofotometria
SILVA (2014)	Espectroscopia na região do infravermelho
CAVALCANTE (2018)	Espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-AES)

TAVARES et al. (2015c)	Espectrometria por absorção atômica (AAS espectros, Varian AA, 55 Australia).
TAVARES (2015a)	Espectrometria por absorção atômica (AAS espectros, Varian AA, 55 Australia).
BARROS (2014)	Espectrofotometria.
ALMEIDA (2012)	Condutivímetro digital modelo CD 850.
TAVARES et al(2015b)	Espectrometria por absorção atômica (AAS espectros, Varian AA, 55 Australia).

A tabela 3 mostra a porcentagem de adsorção de bioadsorventes na remoção de chumbo, sendo que algumas foram determinadas em um certo valor de pH:

Tabela 4: Porcentagem de adsorção de bioadsorventes na remoção de chumbo de acordo o valor de pH alcançado.

AUTORES	BIOADSORVENTE	PORCENTAGEM DE ADSORÇÃO	pH
JANUARIO (2019)	Casca de laranja	Aumento 30% de retenção de chumbo	-
SILVA (2016)	Casca de maracujá	73,6%	9,0
CASTRO (2010)	Casca de banana	Superior à 95%	3,0
PAZ ET AL (2018)	Bagaço de cana de açúcar	-	-
SILVA (2014)	Casca de banana	80,71%	5,36
CAVALCANTE (2018)	Casca de maracujá-amarelo	65,03%	7,0
TAVARES et al. (2015a)	Resíduos de maracujá	80,9%	Acima de 5,0
TAVARES (2016c)	Casca de semente de moringa oleifera	98%	5,5
BARROS (2014)	Casca de abacaxi	55%	5,0
ALMEIDA (2012)	Casca de arroz, de laranja, de melância e castanha de cajú	Aproximadamente 100%	-

TAVARES et al(2015b)	Casca de coco e casca de banana	83,3% e 80,5% respectivamente	5,0
----------------------	---------------------------------	-------------------------------	-----

6. CONCLUSÃO

Acredita-se que o trabalho realizado tenha atingido seus objetivos uma vez que se propôs a identificar, analisar e descrever pesquisas que relatassem a importância dos bioadsorvente alternativo no processo de adsorção, divulgadas sob a forma de artigos de periódicos e trabalhos.

O levantamento bibliográfico efetuado resultou em 11 publicações que englobaram a questão da remoção de Chumbo utilizando bioadsorventes, 5 artigos científicos e 6 trabalhos.

Os resultados dos testes realizados para a avaliação dos bioadsorvente para a remoção de Chumbo nas publicações analisadas comprovam a eficácia do material. Um dos aspectos mais promissores do estudo é que além de apresentar baixíssimo custo, de ser natural, abundante e biodegradável, os bioadsorventes são resíduos orgânicos. Portanto torna-se uma opção alternativa e respeita o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, J. S. M. et al. **Redução do teor de prata e chumbo de águas contaminadas através do uso de material adsorvente.** Revista Ciências do Ambiente On-Line Março, 2012 Volume 8, Número 1. Disponível em: <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/305/236>. Acesso em: 12 set. 2019.

ALVES, F. C. **Estudo dos processos de adsorção utilizando argilas como adsorventes para remoção do corante Verde Malaquita.** Dissertação de Pós-graduação, Universidade Federal de Lavras – MG, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/885/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Estudo%20dos%20processos%20de%20adsor%C3%A7%C3%A3o%20utilizando%20argilas%20como%20adsorventes%20para%20remo.pdf>> Acesso em: 12 set. 2019.

BARROS, A. M. de M. **Bioadsorção e dessorção dos íons Cd²⁺, Cu²⁺, Ni²⁺, Pb²⁺, e Zn²⁺ pela macrófita aquática Azolla pinnata.** 2012. Dissertação de (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/266685/1/Barros_ArielleMunizde_M.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

BARROS, T. R. B. **Estudo de adsorção do chumbo II de efluentes utilizando casca de abacaxi como biomassa adsorvente.** 2014. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/3681>. Acesso em: 12 set. 2019.

BONIOLO, M.R. **Biossorção de urânio nas cascas de banana.** 2008. Dissertação de (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-19082009-155206/publico/MilenaRodriguesBoniole.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2019.

BONIOLO, M.R.; YAMAURA, M.; MONTEIRO, R. A. **Biomassa residual para remoção de íons uranilo.** Quím. Nova vol.33 no.3 São Paulo 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000300010>. Acesso em: 23 set. 2019.

CASTRO, R.S.D. et. al. **Uso de biomassa (casca de banana triturada) na remoção de cobre e chumbo em meio aquoso.** 50° CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA. Cuiabá-MT, 2010.

CAVALCANTE, T. Q. E MELO, M. O. **Avaliação da biomassa de maracujá-amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa) in natura como bioadsorvente para a remoção de Cd e Pb em meio aquoso.** XXII Seminário de Iniciação Científica. n. 22 (2018). Disponível em: <<http://periodicos.uefs.br/ojs/index.php/semic/article/view/4042>> Acesso em: 02 set. 2019.

CRUZ, M. A.R. da;. **Utilização da casca de banana como biossorvente**. 2009. 74 f. Dissertação – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?view=vtls000149514>>. Acesso em: 02 set. 2019.

FLECK, L.; TAVARES, M. H. F.; EYNG, E. **Adsorventes naturais como controladores de poluentes aquáticos: uma revisão**. Revista EIXO, Brasília, DF, v. 2, n. 1, p. 39-52, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://revistaeixo.ifb.edu.br/index.php/RevistaEixo/article/view/105>>. Acesso em: 12 set. 2019.

GOMES, W A. **Estudo de sistemas coloidais à base de calcogenetos de chumbo**. Dissertação. UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. UBERLÂNDIA – MG 2018. Programa de Pós-Graduação em Física. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.1155> Acesso em: 12 set. 2019.

JANUÁRIO, E. F. D.; VIDOVIK, T. B. ;CASTRO J. R. M.. **Processo de precipitação de chumbo utilizando a casca de laranja como biossorvente**. Vol.21,n.2,pp.32-36 (Abr - Jun 2019). Journal of Exact Sciences – JES JES (ISSN online: 2358-0348) Disponível em: <<http://www.mastereditora.com.br/jes>>. Acesso em: 24 set. 2019.

LEE, Y. H.; HULTBERG, H.; ANDERSSON, I. **Catalytic effect of various metal ions on the methylation of mercury in the presence of humic substances**. Water, Air, and Soil Pollution, v. 25, p. 391-400, 1985. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00283791>>. Acesso em: 12 set. 2019.

LEITE D. O. E PRADO, R. J. **Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 2, 2504 (2012). Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/>>. Acesso em 27 set. 2019.

MARTINS, W. A.; OLIVEIRA, A. M. B. M. ; MORAIS, C. E. P.; COELHO, L. F. O.; , MEDEIROS, J. F. **Reaproveitamento de resíduos agroindustriais de casca banana para tratamento de efluentes**. Revista Verde (Pombal - PB - Brasil) v. 10, n.1, p. 96 - 102, jan-mar, 2015. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3361/2987/pdf>>. Acesso em: 24 set. 2019.

MOREIRA, F. R. & MOREIRA, J. C. (2004). Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. Revista Panamericana Salud Publica, 15(2) pág 119–129

MOREIRA, R. F. P.; HUMBERTO, J. J., SOARES, J. L., 2000. **Isotermas de Adsorção de Corantes sobre Carvão Ativado**. II Encontro Brasileiro de Adsorção – II EBA, Florianópolis – SC, 85-91.

PAZ, J. E. M. et al. **Estudo da adsorção de chumbo utilizando como adsorvente bagaço de cana-de-açúcar ativado**. Universidade Federal da Paraíba. HOLOS, Ano 32, Vol. 08, 2018. Disponível em

PIETROBELLI, J. M. T. A. **Avaliação do potencial de biossorção dos íons Cd (II), Cu (II) e Zn (II) pela macrófita Egeria densa**. Toledo: UNIOESTE, 2007. 87 p. Dissertação

(Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2007.

SILVA, G. S.; CAPRI, M. R.; NETO, A. C. **Biossorção de CR(VI) pela casca de banana nanica no tratamento de efluentes.** Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente • Aracaju • V.5 • N.1• Edição Especial • p. 153 - 162 • Out. 2016. Disponível em:<<https://periodicos.set.edu.br/index.php/saude/article/view/3734/0/pdf>>. Acesso em: 21 set. 2019.

SILVA, JLBC, PEQUENO OTBL, ROCHA LKS, ARAÚJO ECO, MACIEL TAR, BARROS AJM. **Biossorção de metais pesados: uma revisão.** REVISTA SAÚDE E CIÊNCIA Online, 2014; 3(3): 137-149, set-dez, 2014a. Disponível em: <<http://www.ufcg.edu.br/revistasaudeeciencia/index.php/RSC.pdf>> UFCEG/article/view/180/117>. Acesso em: 20 set. 2019.

SILVA, N.C.R. **Utilização da casca de banana como biossorvente para a adsorção de chumbo (II) em solução aquosa.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, PR, 2014b. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5168/1/CM_COEAM_2014_1_18.pdf>. Acesso em 03 Set. 2019.

SKOOG, W. H. et al. **Fundamentos de Química Analítica.** 8. ed. São Paulo: Thomson, 2006. Disponível em: <https://www.inesul.edu.br/site/documentos/QUIMICA_ANALITICA_SKOOG.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

TAVARES, F. O. et al. **Aproveitamento de resíduos: utilização do mesocarpo de maracujá como biossorvente na remoção de chumbo de águas contaminadas.** IX EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica (3 a 6 de Novembro de 2015a). Disponível em:<<http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/2463>>. Acesso em:21 set. 2019.

TAVARES, F O et al. **Aproveitamento de resíduos como biossorventes na remoção de chumbo.** IX EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar. Nov. 2015b, n. 9, p. 4-8. Disponível em:<http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2015/anais/fernanda_de_oliveira_tavares_1.pdf> Acesso em: 25 set. 2019.

TAVARES, F O et al. **Avaliação do uso da casca de sementes de moringa oleifera como biossorvente na remoção de chumbo de águas contaminadas.** In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUIMICA, 2015c, . Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ, 2018. Disponível em: <<https://proceedings.science/cobeq/cobeq-2016/papers/avaliacao-do-uso-da-casca-de-sementes-de-moringa-oleifera-como-biossorvente-na-remocao-de-chumbo-de-aguas-contaminadas>>. Acesso em: 25 set. 2019.