



UEPB
UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

BEATRIZ ALICE RODRIGUES SANTOS

UMA BREVE REVISÃO LITERÁRIA SOBRE BIOADSORVENTES

CAMPINA GRANDE
2019

BEATRIZ ALICE RODRIGUES SANTOS

UMA BREVE REVISÃO LITERÁRIA SOBRE BIOADSORVENTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Professora Maria Elidiana Onofre Costa Lira Batista.

Orientadora: Profa. Me. Maria Elidiana Onofre Costa Lira Batista.

**CAMPINA GRANDE
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S237b Santos, Beatriz Alice Rodrigues.
Uma breve revisão literária sobre bioadsorventes
[manuscrito] / Beatriz Alice Rodrigues Santos. - 2019.
21 p.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2019.
"Orientação : Profa. Ma. Maria Elidiana Onofre Costa Lira Batista, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."
1. Bioadsorvente. 2. Adsorção. 3. Metais pesados. I. Título
21. ed. CDD 660.284 235

BEATRIZ ALICE RODRIGUES SANTOS

UMA BREVE REVISÃO LITERARIA SOBRE BIOADSORVENTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Professora Maria Elidiana Onofre Costa Lira Batista.

Aprovada em: 27/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

Maria Elidiana Onofre Costa Lira
Profa. Me. Maria Elidiana Onofre Costa Lira Batista (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Morgana de Vasconcellos Araújo
Profa. Me. Morgana de Vasconcellos Araújo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Adna de Alcântara de Souza Bandeira
Profa. Me Adna de Alcântara de Souza Bandeira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Dedicatória

Dedico todo meu esforço ao longo desses anos a minha família, que sempre apoiaram meus estudos e é o meu alicerce. A DEUS por todas as bênçãos a mim concedidas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre me manter firme e nunca me deixar desistir.

A minha família que sempre esteve comigo em todos os momentos, em especial a minha mãe Sônia que sempre fez de tudo para que eu chegasse aonde cheguei, a minha irmã Jéssica que mesmo não estando perto me apoiou em tudo, as minhas sobrinhas Izabely, Alice e Sarah que são como filhas pra mim. A minha prima Laurinha que comprou todos os meus problemas pra si e mesmo de longe sempre esteve comigo. Aos meus avós, em especial as minhas avós Helena (in memorian) e Maria Alice que são exemplos de mulheres guerreiras, que me ensinaram como encarar a vida com mais amor. E sem esquecer a pessoa que eu tenho mais certeza que está mais realizado que eu, pela conclusão desse curso, meu anjo, meu pai Antônio (in memorian) que cuida de mim, que ao lado de Deus me faz ser uma menina mulher mais forte. Dedico mais essa conquista a vocês.

Aos meus amigos Glylff, Vanize, Cleiton, e em especial ao meu amigo Pedro que sempre que eu preciso, larga tudo pra me ajudar, e ao meu namorado Anderson que sempre esteve ao meu lado.

A minha orientadora Profa. Maria Elidiana que além de uma amiga é uma excelente profissional a qual se dedicou com toda paciência não só nesse trabalho, mas nas disciplinas a qual leciona.

A Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, por todos esses anos de ensinamento. Aos professores da banca: Morgana pela sua dedicação e amor pelo o que faz e Adna Alcântara pelo companheirismo e ajuda de sempre.

Obrigada.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1	Um olhar sobre o processo de adsorção.....	11
3	CONHECENDO ALGUNS BIOADSORVENTES E SUAS PESQUISAS APLICADAS.....	13
3.1	Casca da Jabuticaba.....	13
3.2	Torta da Mamona.....	14
3.3	O mesocarpo do coco.....	15
4	METODOLOGIA.....	17
4.1	Caracterização da metodologia da pesquisa	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
7	REFERÊNCIAS.....	19

UMA BREVE REVISÃO LITERÁRIA SOBRE BIOSORVENTES

Beatriz Alice Rodrigues Santos.

RESUMO

Toda biomassa que apresenta atividade metabólica ativa ou inativa para atividade biológica é chamada de bioadsorventes. Sobre isso, pode-se mostrar alguns exemplos de bioadsorventes microrganismos, crustáceos e vegetais. O estudo desse tema veio ser ainda mais importante, pois, a preocupação com a degradação do ecossistema advindo do aumento da população e, conseqüentemente do aumento de agentes poluentes como, por exemplo, o dióxido de enxofre, o que ocasiona o uso dessas biomassas, os quais possuem segundo a literatura, poder de remoção desses agentes e ser um processamento de baixo custo, já que para remover esses poluentes o processo feito habitualmente é considerado caro. Nesse sentido, o tema bioadsorventes está crescendo em número de pesquisas, porém precisa ser mais difundido, pois seu uso propõe vantagens na remoção de poluentes, no entanto são pouco conhecidos. Em suma, neste trabalho foram estudados alguns métodos, dentre eles os métodos de adsorção e, os bioadsorventes que são usados a partir de resíduos descartados a céu aberto, a saber: a casca da jabuticaba, a torta de mamona e o mesocarpo do coco. Esses resíduos que antes eram apenas descartados e sem utilidade, passaram a ser usados nos métodos de remoção de metais pesados através de seu reuso. Nesta pesquisa, de cunho qualitativo, foi realizada uma breve revisão literária com objetivo de apresentar a importância e algumas aplicações de bioadsorventes no intuito de possíveis buscas sobre o tema.

Palavras-Chave: Bioadsorventes. Adsorção. Revisão de literatura.

ABSTRACT

All biomass that has active or inactive metabolic activity for biological activity is called bioadsorbents. On this, one can show some examples of bioadsorbent microorganisms, crustaceans and vegetables. The study of this theme came to be even more important, because the concern with the degradation of the ecosystem due to the increase of population and consequently of the increase of pollutants such as, for example, sulfur dioxide, which causes the use of these biomasses, which have, according to the literature, the power to remove these agents and be a low cost processing, since to remove these pollutants the usual process is considered expensive. In this sense, the bioadhesive theme is growing in number of researches, however it needs to be more widespread, since its use offers advantages in the removal of pollutants, however they are little known. In summary, in this work some methods were studied, among them

¹the adsorption methods and the bioadsorbents that are used from waste discarded in the open air, namely: jabuticaba bark, castor cake and coconut mesocarp. These wastes that were previously only discarded and of no use, began to be used in the methods of heavy metal removal through their reuse. In this qualitative research, a brief literary review was carried out with the purpose of presenting the importance and some applications of bioadsorbents in the intention of possible searches on the subject.

Keywords: Bioadsorbents. Adsorption. Literature review.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil tem uma população de aproximadamente 215 milhões de habitantes, logo o consumo de matérias prima que prejudicam o meio ambiente vem crescendo de forma gradativa, prejudicando muitas vezes a qualidade de vida dessa população.

Nesse sentido, o aumento da população implica diretamente no aumento de consumo e conseqüentemente em uma maior produção de resíduos, o que causa geralmente impacto ambiental. Visando solucionar esse problema e sendo uma das motivações presente trabalho, diversas alternativas vêm sendo empregadas, tais como aterros sanitários, combustão de resíduos, e entre eles uma alternativa promissora, a produção de bioadsorvente, que, a partir de resíduos alimentares, os quais prometem diminuir o impacto ambiental gerado por esses resíduos e auxiliar na remoção dos metais pesados que se encontram dispersos devido terem sido descartados de maneira muitas vezes inapropriada.

Sobre isso sabemos que a poluição ambiental deve, sem dúvida nenhuma, ser hoje em dia apontada como um dos grandes problemas dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Esse fato é decorrente, não apenas de um, mas de uma série de fatores como, o mau uso dos recursos naturais e a falta de consciência ambiental (LIMA, 2010).

Com o aumento de poluentes, veio também à preocupação com a degradação do ecossistema. Sabendo-se que para a diminuição ou remoção de parte desses poluentes seriam de alto custo, foram desenvolvidos os bioadsorventes, os quais além de possuírem poder de remoção também são de baixo custo, pois parte deles é reaproveitada de resíduos naturais.

Apesar de não possuir tanta visibilidade, o uso de bioadsorventes vem ganhando destaque e crescendo nos últimos anos e tem se mostrado um projeto promissor pois, poder produzi-los, realizar a remoção dos poluentes através de matérias primas simples como mesocarpo do coco, a casca da jabuticaba, a torta de mamona, entre outros é sem dúvida uma forma de ajudar o planeta.

Nesse sentido esse estudo tem como objetivo apresentar a importância e algumas aplicações de alguns bioadsorventes através de uma breve revisão literária.

No tocante, a saber, a instituição (UEPB) dispõe de alguns projetos com o uso de bioadsorventes, o que se torna um tema relevante no sentido de ajudar estudantes em suas pesquisas sobre o tema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Um olhar sobre o processo de adsorção

É constatado na literatura que adsorção é um dos processos mais utilizados e eficientes na remoção de poluentes e efluentes. O processo de adsorção é um fenômeno físico-químico conhecido desde o século XVIII, quando se observou que certa espécie de carvão retinha em seus poros uma quantidade significativa de vapor d'água, o qual era liberado submetido a aquecimento (SANTOS, 2010).

Sabendo-se que a eficiência de um carvão para remover um dado poluente depende tanto de sua capacidade de adsorção quanto de sua composição química superficial (YING et al., 1990), deve ser feita uma seleção cuidadosa do carvão que será empregado na remoção de um composto específico. A capacidade de adsorção de um carvão ativado é normalmente atribuída ao seu volume interno de poros que estão distribuídos numa faixa variando de microporos a macroporos (GREEG et al., 1982). Visto que um carvão com um grande número de na faixa de tamanho do poluente a ser removido seja muito eficiente por conta do aumento do potencial de adsorção para as condições desejadas. A composição química superficial também é de grande importância, uma vez que a adsorção acontece pela transferência de massa da fase fluida para a superfície do sólido e/ou para seus poros, onde o soluto fica retido como consequência de interações com as partículas constitutivas do sólido.

De acordo com FOUST (1980) explica detalhadamente os mecanismos físicos e químicos que caracterizam a adsorção. Na adsorção física ocorre quando forças intermoleculares de atração entre as moléculas do fluido e a

superfície do sólido são maiores do que as forças de atração entre as próprias moléculas do fluido. Essas moléculas do fluido aderem-se à superfície do sólido e o equilíbrio é estabelecido entre o fluido adsorvido e o restante que continuou na fase líquida. Os calores de condensação são de grandeza, já os calores de adsorção é pequeno e de mesma ordem. Na adsorção química, ou quimissorção, há uma entre o fluido adsorvido e o sólido adsorvente, haverá transferência de elétrons, equivalente à formação de ligações químicas entre o adsorbato e a superfície do sólido. Neste caso, o calor de adsorção é da mesma ordem de grandeza dos calores de reação.

Um dos fatores viáveis são a temperatura que afeta a extensão da adsorção, que, em geral, é um processo exotérmico onde altas temperaturas diminuem a quantidade de soluto adsorvido. Temperaturas baixas são viáveis à adsorção embora a velocidade e a extensão da adsorção sejam afetadas por outros fatores. Pode-se dizer que os seguintes parâmetros operacionais podem ser considerado: tipo de adsorvente, concentração do soluto, pH, temperatura, tempo de contato e agitação

Sabendo como ocorre o processo de adsorção fica mais fácil de entender como eles agem e assim pode-se descrever alguns estudos nos quais eles se encontram presentes. É o que será constatado na próxima seção.

O Brasil é destaque na produção agrícola mundial. O país é destaque na produção de grãos, cana de açúcar, óleos vegetais e madeira (EMBRAPA, 2009). Pode-se dizer que isso resulta em uma grande quantidade de resíduos gerados que podem ser reaproveitados através de adsorção utilizando a biomassa.

A preparação de um bioadsorvente é feita por meio de tratamentos físicos de baixo custo, tais como lavagem, secagem, trituração e peneiração. Esses procedimentos geram um material granuloso que pode ser empregado como adsorvente. Após o preparo, este deve ser caracterizado antes de ser utilizado como adsorvente de poluentes em sistemas de tratamentos (VAGHETTI, 2009).

“A técnica da biossorção ou apenas sorção acontece quando utilizamos materiais de origem biológica como adsorvente. Esta metodologia vem alcançando ótimos resultados na busca de materiais alternativos, biodegradáveis, economicamente viáveis e de bons rendimentos, apresentando fácil processamento e grande abundância na natureza.

3. CONHECENDO ALGUNS BIOADSORVENTES E SUAS PESQUISAS APLICADAS

3.1 Casca Da Jabuticaba

A flora brasileira é rica em frutas silvestres comestíveis, as quais constituem um patrimônio genético e cultural de inestimável valor. Dentre as espécies nativas de importância regional no sul do Brasil, destaca-se a jabuticabeira (*Plinia sp.*), pertencente à família Myrtaceae (DANNER et al., 2006).

Nativa da Mata Atlântica, a jabuticaba (Figura 1) pode ser encontrada nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, São Paulo, Espírito Santo, Goiás, além de outros. A fruta também pode ser encontrada em certas regiões da Argentina, Paraguai e Uruguai.



Figura 1

Fonte: <http://www.veggietal.com.br/compota-jabuticaba/>

A jabuticaba, embora popular em todo o País, não chega a ter valor comercial muito alto, por ser muito perecível, mas tem sua venda assegurada. Apesar de ser grande a produção de um único pé, depois de colhida, a fruta tem uma vida útil de até três dias, o que prejudica a sua comercialização (LIMA et al., 2008)

No estudo de biossorção a jabuticaba é usada na aplicabilidade de cascas de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) como adsorventes naturais.

Silva et. al. (2012) mostraram que através de um modelo matemático e dos parâmetros de equilíbrio de Langmuir, é possível relatar de forma satisfatória o uso da casca de jabuticaba para adsorção dos íons cromo. Logo constatou-se que a casca de jabuticaba possui características de um adsorvente com monocamada, onde os íons cromo (IV) são removíveis da solução e permanecem na superfície do bioadsorvente.

Essa adsorção com cascas de jabuticaba também podem ser utilizadas adicional para o polimento final, onde já houve um pré-tratamento do efluente, pois se houvessem tratamentos como precipitação, onde frequentemente não conseguem exigir os padrões impostos pela legislação, tornando necessário um processo complementar ao tratamento.

O uso da casca da jabuticaba é outro resíduo que tem se mostrado viável por ser uma biomassa de baixo custo, devido não haver necessidade de realizar pré-tratamentos e por serem reaproveitadas de outros processos industriais. Ela também se mostrou vantajosa no processo de tempo de equilíbrio para remoção dos íons cromo (II).

3.2 Torta da Mamona

A Mamoneira (figura 2) pertence à família das Euphorbiáceae, a qual reúne um grande número de plantas de regiões tropicais (BELTRÃO, 2001). Apresenta pouca exigência de clima e solo para cultivo, entretanto para produção escala comercial deve atender as recomendações agronômicas e de zoneamento para a cultura (AMORIM NETO et al., 2001).



Figura 2

Fonte: <https://www.sabaoeglicerina.com.br/oleo-de-ricino-litro-p5266216>

A mamona se destaca pelo seu principal produto, o óleo vegetal, o qual apresenta na sua cadeia carbônica um grupo hidroxila que permite ao óleo ser solúvel em álcoois com baixa massa molecular (AZEVEDO et al. 1997).

No trabalho intitulado “*produção de bioadsorventes obtidos da torta de mamona para remoção de íons cálcio.*” Nascimento et. al. (2014) obtiveram as sementes para a torta da mamona fornecidas pela Embrapa para a empresa Cultivar BRS energia para produzir bioadsorventes (Centro Nacional de Pesquisa do Algodão – CNPA/ Embrapa Algodão).

Foram realizadas caracterizações qualitativas e quantitativas, onde através de comparação com outro trabalho pode-se observar que as umidades de cinzas encontradas foram bem próximas, mas quando comparado o teor de óleo, pode-se ver que o da Cultivar BRS energia mostrou um alto teor. Essa diferença se deu pelo fato de que o processo de extração do óleo foi feita através de extração mecânica, onde a eficiência poderia ser maior através de solvente, também não houve um aquecimento nas sementes, portanto o rendimento na extração de óleo foi baixa.

No estudo com a Torta de Mamona concluiu-se que a produção do bioadsorvente oriundo, foi de grande eficácia no processo de adsorção dos íons Cobre (II) e íons cálcio, onde se pode remover em média 99,2%. Logo, a torta de mamona também é um bioadsorvente viável por ser de baixo custo para uso em efluentes que estejam contaminados.

3.3 O mesocarpo do coco

Com base em pesquisas sobre a adsorção através do mesocarpo do coco (Figura 3) pode-se constatar que poucos são os trabalhos registrados que possam ser usados para pesquisas. Escolheram-se então alguns dos principais trabalhos já publicados sobre aplicações das cascas de coco verde como adsorvente.



Figura 3

Fonte: <https://sentidoglobal.com/frutos/>

LEAL *et. al.* (2003) A partir do corante Remazol Black B, estudou a remoção do mesmo, através de soluções aquosas em pH 4,0, onde o mesocarpo do coco foi utilizado como adsorvente. Seguiu-se um mecanismo de segunda ordem. A partir do Modelo de Langmuir. Os estudos de equilíbrio foram ajustáveis, onde a adsorção teve sua capacidade máxima na monocamada.

JÚNIOR (2002) Utilizou como matéria prima para produção de carvões ativados através do tratamento a vapor d'água, o mesocarpo do coco verde. O método de superfície de resposta foi utilizado para estudar a produção do carvão ativado

Carvalho et. al. (2014) realizou análises bromatológicas de três biomassas da região Nordeste: Banana, Mandacaru e coco. O autor simulou a adsorção em corpos d' água contaminados por derivados de petróleo a partir do contato entre as biomassas e uma dispersão água/gasolina/óleo diesel. Através dessas análises, pode-se observar que, comparando aos resíduos culturais Banana, Mandacaru e o mesocarpo do coco, este último apresentou melhores resultados por possuir teores de lignina e celulose superiores em termo de biomassa.

Ele utilizou o mesocarpo do coco como biomassa, extraída de resíduos de cocos obtidos no município de Campina Grande, no Estado da Paraíba, onde se encontravam em depósitos a céu aberto. De início ele utilizou um reservatório de 4000 mL para o armazenamento das misturas. (água, gasolina, óleo diesel).

As análises foram feitas no Laboratório de Análises de Tecido da Planta e no Laboratório de Análises de alimentos. Onde ambos são situados no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Campus Areia.

Deu-se início na moagem da biomassa por meio de uma forrageira, logo após foi triturada em um liquidificador industrial, peneirado resultando numa porosidade de 1,70mm/µm. O experimento foi conduzido em dois ciclos, diferenciando-se apenas no tempo de repouso de do primeiro ciclo em relação ao segundo.

As concentrações de 3 e 5% do efluente simulado gasolina/óleo diesel (1:1), apresentou eficiência de remoção do contaminante em 100% para ambos os ciclos, uso e reuso. Já as concentrações de 10% apresentaram eficiência um pouco inferior as de 3 e 5%, tendo remoção de até 80% para uso e 70% para reuso.

O uso do mesocarpo do coco é uma alternativa interessante pela sua larga escala de produção em território nacional, e a maior parte de seus resíduos, que são encontrados na maioria das vezes descartados na praia, o

que torna para esse projeto, além de um uso de adsorção, uma redução de poluentes que agravam o ecossistema.

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da metodologia da pesquisa

Essa pesquisa foi desenvolvida e adequa-se ao caráter qualitativo de investigação, nesse sentido a literatura afirma que:

“A pesquisa preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação dinâmica das relações sócias tendo como objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno (SILVEIRA E GERHARD, 2009, p.32).

Sabendo-se que a pesquisa qualitativa, pode ser dividida em diversas categorias DESLAURIERS *et al.* (1991) relata que na pesquisa qualitativa, o cientista é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. O desenvolvimento da pesquisa é imprevisível. O conhecimento do pesquisador é parcial e limitado. O objetivo da amostra é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações.

Ainda assim Gil (1999) explica que a pesquisa bibliográfica é desenvolvida mediante material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos. Apesar de praticamente todos os outros tipos de estudos exigirem trabalho dessa natureza, há pesquisas exclusivamente desenvolvidas por meio de fontes bibliográficas.

O pesquisador, na elaboração de uma monografia ou artigo, sempre utilizará esse tipo de pesquisa, pois terá que reservar uma parte do seu trabalho para reunir a teoria de acordo com seu estudo, geralmente chamado de revisão de literatura ou fundamentação teórica.

Ainda sobre pesquisas bibliográficas pode-se dizer que é de forma obrigatória, de mesma importância que outras pesquisas, pois é por meio dela que se adquirem conhecimento sobre a produção científica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho faz o uso de três referências de materiais: A casca de Jabuticaba, a Torta de Mamona e o Mesocarpo do coco, que podem ser utilizados como bioadsorventes, os quais mostraram excelentes resultados em suas devidas aplicações. O levantamento teórico dos bioadsorventes realizados nesse trabalho apresenta-os como uma excelente alternativa para resolver a problemática das causas que agridem diretamente o meio ambiente, onde passaram a ser estudadas principalmente por grandes instituições, pois com o grande número de habitantes e conseqüentemente de poluentes passaram a serem vistas como uma grande causa, e então, através de pesquisas pode-se criar alguns bioadsorventes, os quais têm como função remover os poluentes a partir do uso de biomassas. Logo, pode-se concluir através dessa revisão literária que há uma vasta gama de materiais orgânicos, que antes eram biomassas consideradas como rejeito, mas que agora podem ser reaproveitados na forma de bioadsorventes, diminuindo assim o impacto ambiental, além de que, os mesmos atuam na remoção de vários metais pesados através do processo de adsorção, tanto físico quanto químico.

As causas que agridem diretamente o meio ambiente passaram a ser estudadas, principalmente por grandes instituições, pois com o grande número de habitantes e conseqüentemente de poluentes passaram a serem vistas como uma grande causa, e então, através de pesquisas pode-se criar alguns Bioadsorventes, onde eles têm como função remover os poluentes a partir do uso de biomassas.

6. REFERÊNCIAS

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N.E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds. tec). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília: Embrapa. 2001. p .63-76. BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247p.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BEALTRÃO, N. E. M.; SOARES, J. J.; VIEIRA, R. M.; MOREIRA, J. A. N. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (Rinicius communis L.) no Nordeste do Brasil**. EMBRAPA – CNPA. Campina Grande, PB. Circular Técnica, 25. 1997. 52p.

BELTRÃO, N.E. de M; SILVA, L.C.; Vasconcelos, O. L.; AEVEDO, D. M. P. de; VIEIRA, D. J. Fitologia. FIGUEIREDO NETO, A.; ARAÚJO, Alderi Emídio. ARAÚJO, Alexandre Eduardo; AZEVEDO, D. M. P.; VIDEIRA, D. J.; LEITE, E. J.; FREIRE, E. C. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Ed. Brasilia, DF: Embrapa informação Tecnológica. 2001. Cap.2, pág.37-59. ISBN: 85-7383-116-2.

CHOY, K. K.; McKAY, G.; PORTER, J. F. **Sorption of acid dyes from effluents using activated carbon**. Resources,Conservation and Recycling, v. 27, p. 57-71, 1999.

CRINI, G. **Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review**. Bioresource Technology, v. 97, p. 1061-1085, 2006.

DANNER, M. A. et al. **Enraizamento De Jaboticabeira (Plinia Trunciflora) Por Mergulhia Aérea**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 28, n. 3, p. 530-532, Dezembro 2006.

DESLAURIERS, j.-P. (1991). **Recherche qualitative- Guide pratique**. Montreal: McGraw-Hill.

FONTES, Henrique Gama. **Utilização de resíduos culturais como bioadsorventes no tratamento de efluentes - Estudo de casos**. Campina Grande: [s.n.], 2014. 30 p. il.

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L.B.; **Principles of Unit Operations**. 2.ed. John Wiley & Sons, NY, 1980.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GREEG, S.J.; SING, K.S.W. **Adsorption, Surface Area and Porosity**. Academic Press, London, 1982, pp. 121-189

Gupta, N., Poddar, K., Sarkar, D., Kumari, N., Padhan, B., & Sarkar, A. **Fruit waste management by pigment production and utilization of residual as bioadsorbent**. *Journal of Environmental Management*, 244, 138–143. 2019.

JÚNIOR, Eden Cavalcanti de Albuquerque. **Carvão ativado do mesocarpo do coco verde – produção, otimização e aplicação na adsorção do corante Remazol Black B**. 2002. 88 f f Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Centro de Tecnologias e Geociências, Universidade Federal do Pernambuco, Pernambuco.

León, O., Muñoz-Bonilla, A., Soto, D., Pérez, D., Rangel, M., Colina, M., & Fernández-García, M. **Removal of anionic and cationic dyes with bioadsorbent oxidized chitosans**. *Carbohydrate Polymers*, 194, 375–383. 2018. .

LEAL, Carla Cristiane Andrade. **Avaliação da Remoção do Corante Remazol Black B em efluentes têxteis utilizando como adsorvente o mesocarpo do coco verde**. 2003. 73 f Dissertação (Mestrado em Engenharia Química).

Centro de Tecnologias e Geociências, Universidade Federal do Pernambuco, Pernambuco.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C. **Caracterização Química do Fruto Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações**. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, Vol. 58 N° 4, 2008

LIMA, L.M.R. **Avaliação da adsorção de contaminantes orgânicos presentes em efluentes aquosos mediante leito fixo de biomassa em escala ampliada**. Tese de doutorado em engenharia de processos, UFCG, Campina Grande – PB, 2010.

Mezzari, I. A.; **UTILIZAÇÃO DE CARVÕES ADSORVENTES PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES CONTENDO PESTICIDAS**. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; Departamento de Engenharia Química e de Alimentos. Dissertação de Mestrado, 2002

SANTOS, G. L. L.; **Modificação química da quitosana com um sal de amônio quaternário para aplicação na adsorção de íons metálico**. Trabalho Acadêmico orientado (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2010.

SAMPAIO, R. L.; MEDEIROS, P. E.; CONRADO, S. L. **PRODUÇÃO DE BIOADSORVENTES OBTIDOS DA TORTA DE MAMONA PARA REMOÇÃO DE ÍONS COBRE EM SOLUÇÕES AQUOSAS**. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: anais...Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1915 – 1921.

SILVA, M. F. R. **Curso de Engenharia Química na UFCG**. Disponível em <http://scheneventos.com.br/eba/envio/files/323_arq1.pdf> Acesso em 25 de Abril de 2019.

SILVA, R. C.O.; OLIVEIRA, R; ROCHA, R. D. C. **UTILIZAÇÃO DE CASCA DE JABUTICABA (Plinia sp.) COMO ADSORVENTES NA REMOÇÃO DE CROMO (VI): PLANEJAMENTO FATORIAL, CINÉTICA E ESTUDO DE EQUILÍBRIO.** TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul, v. 16, n.1, p. 19-24, jan./jun. 2012

SILVEIRA, Denise Tolfo. GERHARDT, Tatiana Engel. **Métodos de pesquisa.** Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e Cursos de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural Da SEAD/UFRGS – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.120 p.

SOUSA, K. S. M. G.; SOARES, M. C. S.; PESSOA, M. E. A.; CLERICUZI, G. Z.; SILVA, M. F. R. **Curso de Engenharia Química na UFCG.** Disponível em <http://scheneventos.com.br/eba/envio/files/323_arq1.pdf> Acesso em 25 de Abril de 2019.

VAGUETTI, J. C. P. et al. **Pecan nutshell as biosorbent to remove Cu (II), Mn (II) and Pb (II) from aqueous solutions.** *Journal of Hazardous Materials*, Amsterdam, v. 162, n. 1, p. 270-280, 2009.

VALENTE, B. S. A. **Fundamentos da adsorção.** Curso de Engenharia Química na UFSM. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAVn0AA/fundamentos-adsorcao>>. Acesso em 18 de abril de 2019.

YING, W., DIETZ, E. A., & WOEHR, G. C. (1990). **Adsorptive capacities of activated carbon for organic constituents of wastewaters.** *Environmental Progress*, 9(1), 1–9.doi:10.1002/ep.670090111

