



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**Henrique Gama Fontes**

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS COMO BIOADSORVENTES NO  
TRATAMENTO DE EFLUENTES – ESTUDO DE CASOS**

**Campina Grande – PB  
2014**

**Henrique Gama Fontes**

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS COMO BIOADSORVENTES NO  
TRATAMENTO DE EFLUENTES – ESTUDO DE CASOS**

*Monografia apresentada como  
Trabalho de Conclusão de  
Curso (TCC), como exigência  
para obtenção do título de  
bacharel em Engenharia  
Sanitária e Ambiental pela  
Universidade Estadual da  
Paraíba – UEPB.*

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcello Maia de Almeida**

**Campina Grande – PB  
2014**

É expressamente proibida 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 da dissertação.

F683u Fontes, Henrique Gama.

Utilização de resíduos culturais como bioadsorventes para o tratamento de efluentes [manuscrito] : estudo de casos / Henrique Gama Fontes. - 2014.

30 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Marcello Maia de Almeida, Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental".

1. Resíduos culturais. 2. Biossorção. 3. Contaminantes. 4. Tratamento de efluentes. I. Título.

21. ed. CDD 363.738

Henrique Gama Fontes

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS COMO BIOADSORVENTES NO  
TRATAMENTO DE EFLUENTES – ESTUDO DE CASOS

APRESENTADO EM: 01/12/2014.


NOTA: 9,5 (nove, cinco)

**BANCA EXAMINADORA**




Prof. Dr. Marcelo Maia de Almeida

(Orientador – DESA/ UEPB)



Profa. Dra. Keila Machado de Medeiros

(Examinadora – DESA/ UEPB)



Profa. Dra. Lúcia Maria Ribeiro Lima

(Examinadora – DESA/ UEPB)

**CAMPINA GRANDE – PB  
2014**

## DEDICATÓRIA

A minha família, que acredita cegamente em meu trabalho e esforço, e mesmo com a distância foi o meu alicerce. Com eles aprendi que jamais deveria desistir de qualquer sonho e jamais baixar a cabeça, para qualquer desafio. Às amizades verdadeiras que construí, estas sempre estiveram ao meu lado. E hoje não tenho estes apenas como amigos, e sim irmãos; que fizeram parte da construção do meu EU. E acima de tudo a DEUS, por tudo de bom que eu pude absorver, pois

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, minha maior inspiração, que me deu força, paciência e sabedoria para alcançar e superar todas as dificuldades encontradas ao longo deste caminho, guiando e protegendo, não apenas a mim, como todos aqueles que amo.

A minha filha, Maria Clara Vasconcelos Gama, meu maior presente e tesouro mais precioso concedido por Deus. Razão de todas as minhas lutas, e mesmo com todos os inconvenientes que o destino “pregou”, você é e sempre será a razão da minha existência.

Minha mãe, Adalgisa Maria Gama da Silva, mulher guerreira, meu porto seguro, que mesmo com todas as dificuldades enfrentadas por ela, sempre me deu forças, muitas vezes além das que ela mesma possuía. Minha fonte de motivos para poder continuar todos os dias meu maior objetivo: ser hoje, melhor do que eu fui ontem.

Ao meu pai, Deusdedit Fontes dos Santos, grande homem, em que eu me espelho em muitos aspectos. Sempre rígido, e mesmo distante foi capaz de me ensinar e sempre me aconselhar, nas decisões que julgo até os dias de hoje, como as mais importantes da minha vida.

As minhas irmãs, Maria Clara e Ana Luiza, que sempre me apoiaram, para que eu pudesse chegar até onde cheguei. Vocês são a materialização do significado entendido por mim, da palavra família.

Aos meus amigos verdadeiros, estes que hoje tenho como irmãos, por toda força, ajuda e confiança. Devo grande parte do que sou a vocês.

A toda equipe da UEPB e EMBRAPA, que fizeram parte da minha formação, colaborando diretamente para meu aprendizado.

A todos que duvidaram, pois vocês me motivaram a provar o contrário.

*“Não espere alcançar seus objetivos para se orgulhar de você mesmo,  
orgulhe-se de cada passo adiante que você der em direção a este,  
então use este orgulho para lhe motivar a dar o próximo passo.”*

(Autor desconhecido)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do processo de adsorção.....	13
Figura 2 – Diagrama representativo do processo de biossorção.....	15
Figura 3 – Diferenciação das partes do coco ( <i>cocos nucifera L.</i> ).....	22
Figura 4 – (a) Mesocarpo do coco moído; (b) Peneiramento; (c) Biomassa na forma particulada.....	23
Figura 5 – Exocarpo da jabuticaba ( <i>myrciaria cauliflora</i> ).....	24



## RESUMO

O aumento da população e o crescente consumo de matérias primas é um dos fatores que vem contribuindo para uma série de problemas ambientais, e diretamente também comprometendo a qualidade de vida do homem. A disponibilidade dos recursos hídricos é limitada, por isso é necessário fazer seu uso de forma racional, o que não vem acontecendo. Grande parte dos efluentes de diversas atividades, intencionalmente ou não, é lançada para corpos hídricos sem tratamento adequado, o que vem tornando estes inutilizáveis e/ou indisponíveis para diversos fins. O estudo sobre a utilização de diversas formas de biomassa, como bioadsorventes vem crescendo e se mostrando eficientes em seus resultados. A utilização de resíduos culturais para o tratamento de efluentes se torna uma alternativa bastante interessante nos pontos de vista ambiental, econômico e social, uma vez que o reaproveitamento destes resíduos incorpora ao processo de tratamento rejeitos de alimentos que são desperdiçados e tem destinação muitas vezes inadequada contribuindo para poluição dos ambientes. Diante do exposto, o presente artigo faz uma análise exploratória a partir de dois trabalhos de conclusão de curso que tem como objetivo relatar experimentos desenvolvidos pelos autores, onde foram aplicados como biomassa resíduos culturais de coco (*coco nucifera L.*) e jabuticaba (*myrciaria cauliflora*), estes foram utilizados como bioadsorventes no tratamento de efluentes simulados em laboratório. Os resultados ilustram que a utilização desses bioadsorventes foi eficaz para as concentrações baixas colocadas a prova. Ainda é necessário estudos e planos referentes à destinação final adequada da biomassa contaminada.

**Palavras-chave:** Bioadsorção; resíduos culturais; contaminantes; estudo de casos.

## ABSTRACT

The population growth and the increasing consumption of raw materials is one of the factors that has contributed to a lot of environmental problems and also directly affecting the human life quality. The availability of water resources is limited, and it is necessary to make use of this in a rational way, which has not been happening. Much of effluents from various activity intentionally or not are released to water bodies without adequate treatment, which is making them unusable and / or unavailable to various purposes. The study on the use of various forms of biomass, such as biosorbents has been growing and showing quite efficient in its results. The use of process residues for wastewater treatment becomes a very interesting the points of environmental and social economic alternative, since the reuse of this waste treatment process includes the waste food is wasted and disposal is often inadequate contributing to pollution of the environment. Therefore, this article makes an exploratory analysis from two monographs that aims to report experiments developed by the authors which were applied as biomass residues of coconut (*Coccoloba nucifera* L.) and jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) these were used as biosorbents simulated wastewater treatment. The results show that the use of biosorbents was effective in low concentrations that have been tested. It is still necessary studies and plans for the proper disposal of contaminated biomass.

**Keywords:** Biosorption; process residues; contaminants; case studies.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
<b>1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>13</b>
1.1 PROCESSO DE ADSORÇÃO .....	13
1.2 BIOADSORVENTES.....	14
<b>1.2.1 Resíduos Culturais.....</b>	<b>15</b>
1.3 ESTADO DA ARTE.....	16
1.4 ASPECTOS LEGAIS .....	17
1.5 IMPACTOS DO LANÇAMENTO INADEQUADO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS.....	19
1.6 DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS .....	20
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
2.1 ESTUDO DE CASOS .....	22
<b>2.1.1 Reuso do Mesocarpo do Coco na Remoção de Contaminantes Derivados de Petróleo Presentes em Corpos D'água, Utilizando Sistema de Adsorção em Leito Diferencial .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.2 Biossorção de Cromo (Vi) Utilizando Cascas de Jaboticaba .....</b>	<b>24</b>
<b>3 CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>

## INTRODUÇÃO

Um marco histórico foi alcançado na data de 31 de outubro de 2011, onde a terra passou a ser habitada por 7 bilhões de habitantes. Segundo Miller (2011) a menos que as taxas de mortalidade aumentem consideravelmente, cerca de 8 a 10 bilhões de pessoas habitarão a terra até o fim deste século.

O aumento da população e o crescente consumo de matérias primas é um dos fatores que vem contribuindo para uma série de problemas ambientais, e diretamente comprometendo a qualidade de vida do homem.

A poluição ambiental pode, 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).

A água, como todos sabem, é um recurso fundamental para a manutenção da vida existente na terra. O despejo dos mais diversos resíduos como: agrícolas, fármacos, derivados do petróleo, metais pesados dentre outras formas de poluentes vem tornando-a inutilizável e/ou indisponível para diversos fins.

Com a realização da conferência de Estocolmo em 1972, concluiu-se que um dos principais responsáveis pela crise ambiental seriam as nações industrializadas e seu modo de produção insustentável.

Segundo Carvalho (2013), um dos problemas enfrentados pelas indústrias se refere à inexistência de um método adequado e eficiente de tratamento de resíduos gerados. Sem alternativas apropriadas, os rejeitos são despejados nas águas, sem tratamento prévio, causando sérios problemas ambientais.

Diante deste cenário, várias vias de tratamento podem ser citadas para a destinação final adequada dos efluentes industriais, como por exemplo, flotação-coagulação, fitorremediação, degradação eletroquímica e adsorção.

O Brasil é destaque mundial na produção agrícola, com ênfase para a produção das culturas de soja, milho e cana-de-açúcar. A Organização Mundial de Comércio (OMC) em 2010 aponta o Brasil como terceiro maior exportador agrícola do mundo, ficando atrás apenas de Estados Unidos e União Europeia.

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO), no estudo *Os rastros do desperdício de alimentos: Impactos sobre os recursos naturais*, realizado em 2013; a cada ano, os alimentos produzidos, mas não consumidos utilizam um volume de

água equivalente ao fluxo anual do rio Volga na Rússia e são responsáveis pela emissão de 3,3 milhões de toneladas de gases de efeito estufa na atmosfera do planeta. Além de atingirem um montante de desperdício financeiro de 750 milhões de dólares por ano.

Parte dos resíduos culturais, gerados, são utilizados das mais diversas formas como: produção de energia, produção de farinha de resíduos de frutas para nutrição humana produção de farelo para alimentação animal.

Uma alternativa bastante atrativa tanto do ponto de vista ambiental, social como também econômico para o tratamento de efluentes seria a aplicação destes resíduos na adsorção, utilizando a biomassa de resíduos culturais.

Atualmente, o material que apresenta maior capacidade de adsorção, sendo amplamente utilizado para o tratamento de água e efluentes, é o carvão ativado. Entretanto, devido às perdas durante o processo de recuperação do adsorvente, sua utilização torna-se, muitas vezes, onerosa. Nesse sentido, existe um crescente interesse na busca de materiais alternativos de baixo custo que possam ser utilizados na produção de carvão ativado (GONÇALVES, 2007; AUTA e HAMEED, 2011).

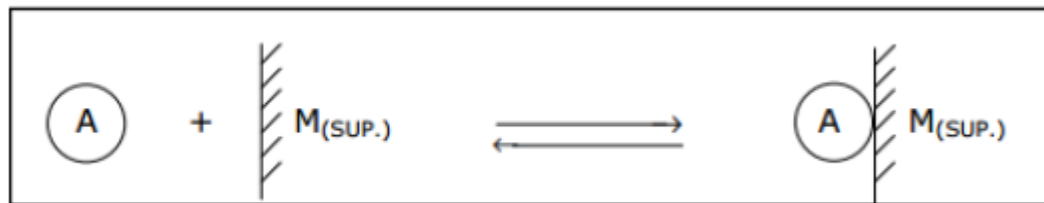
Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo o estudo de casos da literatura científica em escalas experimentais, do uso de biomassas culturais como bioadsorventes no tratamento de efluentes contaminados, discorrer e responder às seguintes questões como forma de Revisão da Literatura (Estado da Arte).

# 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 1.1 PROCESSO DE ADSORÇÃO

Adsorção é o termo que se aplica a transferência de um soluto, presente em um gás ou líquido, para uma superfície sólida, onde ele fica retido devido a interações com as partículas constitutivas do material. A força motriz para acontecer essa transferência de uma fase para outra é a diferença de concentração no seio do líquido e no material (FOUST, 1982). Alguns sólidos porosos apresentam a propriedade físico-química de adesão de moléculas presentes em um fluido (adsorvato), em sua superfície (adsorvente). Este processo está representado na Figura 1.

Figura 1 – Representação do processo de adsorção.



Fonte: Aktins e Paula (2008).

O processo de adsorção pode ser classificado como físico (fisissorção) ou químico (quimissorção).

A adsorção física é não-específica, rápida e reversível. O adsorvato encontra-se ligado a superfície por forças de Van der Waals (forças dipolo-dipolo e forças de polarização, envolvendo dipolos induzidos) além de outras forças, tais quais forças eletrostáticas e ligações de hidrogênio. A adsorção química é específica e envolve a formação de um composto bidimensional (NUNES, 2009).

A adsorção pode ocorrer em uma única camada de moléculas acima da superfície sólida (adsorção unimolecular ou monomolecular), ou também pode ocorrer em diversas camadas (adsorção multimolecular) em que existe interação de atração entre a molécula adsorvida e a que está no meio fluido. O processo de adsorção é, muitas vezes, reversível, de modo que a modificação da temperatura e/ou pressão, ou pH, pode provocar a fácil remoção do soluto adsorvido no sólido (CLARK, 2010).

Segundo Ruthven (1984) várias são as aplicações da adsorção, incluindo: desidratação de líquidos orgânicos, descoloração e remoção de peróxidos de óleos vegetais, de gorduras e óleos animais, descoloração de xaropes de açúcar, remoção de contaminantes sulfurosos, fenólicos e hidrocarbonetos de efluentes aquosos, purificação de várias soluções aquosas de ácidos, álcalis, glicóis, sais, gelatina, vinagre, sucos de fruta, pectinas, gliceróis e álcoois, remoção de rejeitos de proteína, anilina, benzeno, fenol e cânfora da água.

## 1.2 BIOADSORVENTES

Segundo Brooks (1998) o termo bioadsorventes se refere a toda biomassa com atividade metabólica ativa ou inativa de origem biológica, como: vegetais, crustáceos, microrganismos e animais. Por biomassa entende-se toda a matéria de origem vegetal, seja ela da floresta nativa ou plantada, as culturas agrícolas e seus resíduos, como bagaço de cana, casca de arroz ou de café, galhos de árvores, óleos vegetais, além do lixo urbano e do esterco de animais. O Brasil é um país naturalmente rico em biomassa.

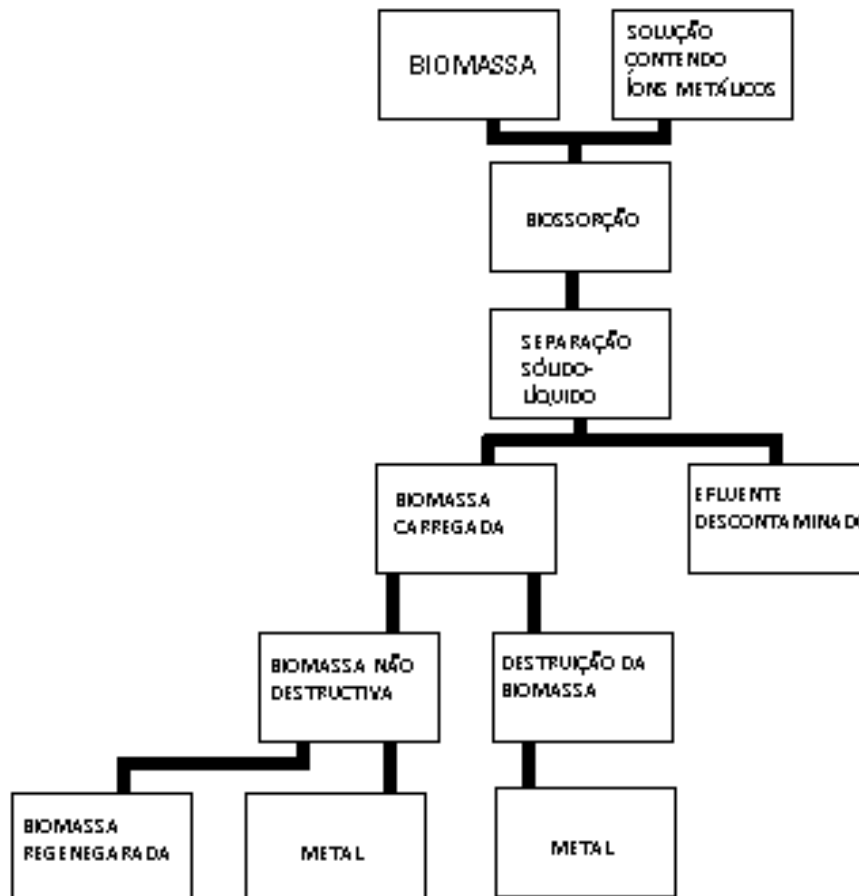
O Brasil se destaca na produção agrícola mundial. O país é destaque na produção de grãos, cana de açúcar, óleos vegetais, madeira (EMBRAPA, 2009). O Brasil sendo país destaque na produção agrícola mundial gera significativa quantidade de resíduos culturais, estes, podem ser reutilizados de forma alternativa no processo de adsorção utilizando a biomassa vegetal.

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 granulado que pode ser empregado como adsorvente. Após o preparo do bioadsorvente, este deve ser caracterizado antes de ser utilizado como adsorvente de poluentes em sistemas de tratamentos (VAGHETTI, 2009).

O processo de bioadsorção ocorre em etapas onde o ponto de partida é a adição da biomassa na solução aquosa que contém o resíduo que se deseja tratar ou remover, ocorrerá então à adsorção. Teremos duas fases, a fase líquida que representa o efluente tratado e a fase sólida que é o bioadsorvente carregado com o resíduo, onde se faz necessário dar destinação adequada à biomassa carregada. Na

Figura 2 está ilustrado o processo de bioissorção, exemplificando a ação de um bioissorvente em uma solução contendo íons metálicos.

Figura 2 – Diagrama representativo do processo de bioissorção.



Fonte: Benvindo da Luz (2002) apud Huamán Pino (2005).

### 1.2.1 Resíduos Culturais

#### 1.2.1.1 COCO (*Cocos nucifera* L.)

Segundo dados do IBGE (2009) divulgados pela EMBRAPA (2011), o Brasil possui cerca de 280 mil hectares cultivados com coqueiro, distribuídos, praticamente, em quase todo o território nacional com produção equivalente a dois bilhões de frutos. A Bahia é o maior produtor de coco no Brasil com uma produção média anual de 467.080 mil frutos ao ano e com uma área plantada de 79.596



hectares seguidos dos estados Sergipe e Ceará. Estes três estados obtêm maiores áreas percentuais (60%) da área total de coco plantado no Brasil. Comprovando a superioridade nordestina na produção desta cultura, onde os três maiores produtores citados obtêm maiores áreas percentuais (60%) da área total de coco plantado no Brasil.

O crescimento do consumo da água de coco nos últimos anos, segundo Florence (2011), contribuiu para a maior geração de resíduo de biomassa (casca). E que cerca de 80% a 85% do peso bruto do coco é considerado lixo, e 70% do lixo gerados nas praias são compostos por coco verde.

#### **1.2.1.2 Jabuticaba (*myrciaria cauliflora*)**

As jabuticabeiras são plantas consideradas nativas no Sul e no Sudeste do país. A jabuticaba pode ser utilizada para fins tanto alimentícios, culinários quanto medicinais, bem como elaboração de vários produtos, como sucos, xaropes, geleias. A polpa fermentada produz licor, vinho e vinagre (SANTOS–SEREJO *et al.*, 2009).

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 vida útil de até três dias, o que prejudica a sua comercialização (LIMA *et al.*, 2008).

Na fabricação de geleias e fermentado de jabuticaba, normalmente as cascas e sementes são desprezadas (ASQUIERI *et al.*, 2009). Estes juntos representam aproximadamente 50% da fruta. Um maior aproveitamento dessas frações agregaria maior valor à fruta (LIMA *et al.*, 2008).

### **1.3 ESTADO DA ARTE**

É possível encontrar uma grande variedade de resíduos culturais que foram estudados como bioadsorventes, para a remoção de contaminantes em meio aquoso.

Lima *et al.* (2014) estudou a capacidade adsorptiva do mandacaru provindo dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, frente ao contaminante de gasolina básica. O mandacaru do RN obteve melhor resultados na capacidade adsorptiva.

Silva apud Pires (2014) utilizaram a pupunha para a remoção de íons de cobre em solução aquosa, os resultados mostraram que esta pode ser uma alternativa econômica em relação ao tratamento de águas residuais.

Lucena *et al.* (2012) fizeram um comparativo utilizando erva-sal e taioba-brava na remoção de íons cobre (II) em solução aquosa, de acordo com os resultados obtidos através de espectroscopia de absorção atômica, foi constatado que a erva-sal se sobressaiu e apresentou melhores resultados, nas condições de experimento avaliadas.

Moraes *et al.* (2011) estudaram o efeito da utilização do pó de diversos resíduos culturais como: cascas de laranja, banana e milho como biomassa para remoção do chumbo. Foi observado que o pó desses materiais utilizados como bioadsorventes removeu o chumbo em solução, onde o pó da casca de laranja foi o que obteve melhor resultado adsorptivo.

Souza *et al.* (2011) estudaram a adsorção de óleo diesel em sistema de leito diferencial com biomassa bagaço de cana-de-açúcar os autores concluíram que a adsorção do óleo diesel em biomassa bagaço de cana que mostrou resultados significativos que garantem a boa performance do sistema em uso.

Mendes *et al.* (2010) estudou a aplicação do pó da casca de tangerina para a remoção de íons metálicos  $\text{Cu}^{2+}$  em solução aquosa. Nas condições de pH 5, aplicando 0,2 g do bioadsorvente e com tempo de contato de 20 minutos a uma temperatura de 25°C a capacidade máxima de bioadsorção foi de 29.11  $\text{mg.g}^{-1}$  de bioadsorvente.

Cruz *et al.* (2009) utilizaram a farinha da casca da banana como um bioadsorvente para metais pesados de baixo custo. Foi concluído que esta apresenta boas características para ser utilizada como bioadsorvente.

#### 1.4 ASPECTOS LEGAIS

No Brasil o Conselho responsável pela deliberação das questões ambientais é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), este foi criado em 1982 através da Lei 6.938/81 referente a Lei da Política Nacional do meio ambiente, que dispõe seus fins, mecanismos de formulação e aplicação.

No que se refere a efluentes industriais, a Legislação é clara. A resolução CONAMA n. 430, de 13 de maio de 2011, dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes.

Esta resolução, no Art. 3º diz que: “Os efluentes de quaisquer fontes poluidoras somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento, e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta resolução e em outras normas aplicáveis.” (CONAMA, 2011).

O art. 16 da resolução 430, de 13 de maio de 2011, estabelece uma série de padrões a ser cumpridos para o lançamento de efluentes nos corpos receptores. Dentre estes padrões temos: faixa de pH, temperatura, concentração de sólidos sedimentáveis, regime de lançamento e concentração máxima permissível de poluentes orgânicos e inorgânicos.

Tendo em vista a grande variedade da composição dos efluentes gerados pelas mais diversas atividades do setor industrial, e que este efluente na grande maioria dos casos não irá cumprir os padrões de lançamento exigidos pela resolução, se faz necessário à implantação de uma forma de tratamento a fim de minimizar os impactos ambientais gerados pelo lançamento destes efluentes nos corpos receptores.

Segundo a definição de impacto ambiental conferida pela resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986, temos que: “Impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam; a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.”

Os impactos ambientais não se restringem apenas aos corpos hídricos, mas também a geração de resíduos sólidos. A Lei Federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, regulamentada pelo decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010 diz no art. 5º que os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010). Sendo o gerador responsável pela destinação final e adequada dos resíduos gerados.

## 1.5 IMPACTOS DO LANÇAMENTO INADEQUADO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

A geração de resíduos é um dos problemas que acompanha o desenvolvimento da humanidade ao longo dos séculos. Após a Revolução Industrial este problema se tornou relevante e passou a comprometer a qualidade de vida das comunidades. Os avanços tecnológicos possibilitaram cada vez mais o acesso dos indivíduos a bens de consumo, e o aumento deste consumo incentivou o aumento da produção industrial, fechando um ciclo, que tem como consequência a degradação ambiental (RIBEIRO E MORELLI, 2009).

Existe uma relação direta entre o aumento da atividade industrial e o progressivo aumento da poluição ambiental. Uma vez que toda atividade gera algum impacto sobre o meio ambiente, com o setor industrial não seria diferente. O desenvolvimento tecnológico proporcionou avanços que permitiram o aumento da produção, do lucro e conseqüentemente dos impactos sobre o meio ambiente.

No meio ambiente, parte dos efluentes industriais tem como destinação final os corpos hídricos. A natureza destes poluentes é diversa, pois estes podem vir de derivados de petróleo, metais pesados, fármacos, dentre diversas atividades da indústria que geram estes resíduos em seus efluentes.

No que se referem aos impactos gerados pelos derivados de petróleo, segundo Silva (2008), pode-se destacar: risco de acidentes e derramamento de óleo; vazamentos; catástrofes; desastre ecológico; poluição ambiental; degradação ambiental; desmatamento; impacto sobre ecossistemas marinhos e terrestres; potencial poluidor de praias, de costões rochosos, de manguezais, de águas oceânicas, das águas, dos rios; poluição do ar; estresse ambiental; alteração dos ecossistemas vizinhos; mudanças no ecossistema marinho/costeiro; exagerada exploração de recursos naturais; impactos na colocação de dutos; pesquisas sísmicas; riscos de vida; introdução de espécies exóticas; extinção de espécies; destruição da fauna aquática em caso de derramamento de óleo; esgotamento de jazidas; consumo e captação desordenada de água; lançamento de resíduos; aumento do esgoto; mananciais aterrados; pressão sobre o ambiente natural e sobre outros recursos naturais.

Os metais pesados são bioacumulativos nos seres vivos. Em grandes quantidades conferem perigo a saúde humana e animal podendo afetar diversas funções vitais. Por serem bastante reativos estes metais, geralmente, não são

encontrados em sua forma pura, o que dificulta sua extração do meio. E uma vez que contaminarem corpos hídricos, irão colocar em risco a qualidade das águas inviabilizando usos preponderantes como: abastecimento, agricultura e dessedentação de animais.

Após a administração de antibióticos, anti-inflamatórios, anestésicos e fármacos em geral, parte destes é eliminado pelo nosso sistema excretor. Estes não são completamente tratados nas estações de tratamento de esgoto. Belisário *et al.* (2009) diz que a contaminação dos corpos hídricos por fármacos é um problema ambiental em escala mundial. Tais compostos, mesmo em concentrações baixas, na ordem de  $\mu\text{g}$  ou  $\text{ng}$ , presentes no ambiente, interagem com a biota do meio interferindo significativamente na fisiologia, no metabolismo e no comportamento das espécies.

## 1.6 DESPERDÍCIOS DE ALIMENTOS

Entende-se desperdício como sendo alguma mudança na viabilidade, comestibilidade, salubridade ou qualidade do alimento que o impeça de ser consumido por pessoas, podendo ser igual ao produto colhido menos o produto consumido (MARTINS e FARIAS, 2002).

Segundo dados da FAO (2013) cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçados anualmente, causando um prejuízo de 750 bilhões de dólares por ano. Este desperdício não só causa prejuízos econômicos, como também tem impacto significativo nos recursos naturais dos quais a humanidade depende para se alimentar.

Devido à falta de informação, crenças populares e culturais, parte dos alimentos poderiam ser reaproveitados na própria alimentação humana, na produção de energia, bem como biomassa no processo de adsorção para tratamento de efluentes.

Segundo David (2007), 30 % dos alimentos comprados (cascas, talos, folhas e sementes de verduras, legumes e frutas) são desperdiçados por falta de informação sobre o valor nutricional e forma correta de preparo.

As causas do desperdício são variadas, embora as estatísticas mais recentes em termos de desperdício para frutas e hortaliças sejam do ano 2000. Dias (2003) destaca que do total de desperdício no país, 10% ocorrem durante a colheita; 50%

no manuseio e transporte dos alimentos; 30% nas centrais de abastecimento; e os últimos 10% ficam diluídos entre supermercados e consumidores. Estima-se que a perda no setor de refeições coletivas chegue a 15% e, nas nossas cozinhas, a 20%.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa qualitativa, visto que está consubstanciada na relação dinâmica entre o objeto e a subjetividade. No que tange ao objetivo trata-se de uma pesquisa exploratória, uma vez que a compreensão do tema proposto será realizada por levantamentos bibliográficos enfatizando dois estudos de casos.

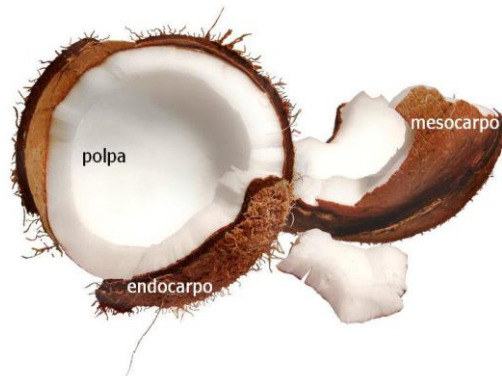
### 2.1 ESTUDOS DE CASOS

#### 2.1.1 Estudo de Caso (1)

REUSO DO MESOCARPO DO COCO NA REMOÇÃO DE CONTAMINANTES DERIVADOS DE PETRÓLEO PRESENTES EM CORPOS D'ÁGUA, UTILIZANDO SISTEMA DE ADSORÇÃO EM LEITO DIFERENCIAL

No trabalho desenvolvido por Carvalho (2014), o autor estudou o uso e reuso do mesocarpo do coco (*Cocos nucifera L.*), que é a parte espessa e fibrosa ilustrada na Figura 3, como biomassa adsorvente. Foi observado através de análises bromatológicas (análises físicas e químicas), que os teores de lignina e celulose são superiores em relação a outros resíduos culturais já estudados e utilizados como adsorventes, como citado no trabalho, mandacaru e banana.

Figura 3 – Diferenciação das partes do coco (*Cocos nucifera L.*).



Fonte: <http://ambientalsustentavel.org>

O estudo de Carvalho (2014) foi desenvolvido utilizando resíduos de coco encontrados na cidade de Campina Grande – PB depositados em céu aberto, e o efluente simulado composto de gasolina básica tipo C (gasolina comum disponível no mercado) e óleo diesel na proporção de (1:1), em água. As caracterizações referentes à biomassa utilizada foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Tecido e Planta e de Análise de Alimentos, ambos, localizados no município de Areia, pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

A biomassa foi moída em forrageira, para a separação do exocarpo do mesocarpo, triturada em um liquidificador industrial e peneirada, obtendo um material com  $1,70 \text{ mm} \cdot \mu\text{m}^{-1}$  de porosidade, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – (a) Mesocarpo do coco moído; (b) Peneiramento; (c) Biomassa na forma particulada.



O experimento foi conduzido em dois ciclos. O primeiro foi pesando uma espessura de 3 mm de biomassa com tempo de contato de 10 a 30 segundos, com concentrações da mistura de gasolina e óleo diesel iguais a 3%, 5% e 10%. A metodologia para o ciclo 2, reuso do mesocarpo do coco, foi conduzido nas mesmas condições operacionais, com diferença que a biomassa foi deixada em repouso em temperatura ambiente por 24 horas.

Este estudo apresentou eficiência de remoção do contaminante de 100% para as concentrações de 3% e 5% do efluente simulado de gasolina/óleo diesel (1:1), tanto no uso (ciclo 1) quanto no reuso (ciclo 2). E para as concentrações de 10% apresentou eficiência na remoção de até 80% para o uso e 70% para o reuso.

A utilização do mesocarpo do coco pode ser considerada uma alternativa de potencial atrativo, uma vez que temos grande disponibilidade do mesmo em território nacional e grande parte do seu peso bruto não é aproveitado. Do ponto de vista



socioambiental o estudo é bastante interessante, pois, a maior parte do lixo encontrado nas praias é constituída por coco verde. Podendo ainda, após o processo de adsorção, ser utilizado como fonte de energia.

### **2.1.2 Estudo de Caso (2)**

#### **BIOSSORÇÃO DE CROMO (VI) UTILIZANDO CASCAS DE JABUTICABA**

Oliveira e Silva (2011) desenvolveram um trabalho com objetivo de avaliar o potencial de bioadsorção do exocarpo (cascas) da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), ilustrado na Figura 5, como um método alternativo na remoção da concentração de cromo (VI), metal advindo de processos industriais como, indústria têxtil, galvanoplastia e refinarias de petróleo. O bioadsorvente foi caracterizado obtendo seus valores de umidade e cinza por calcinação, quantidade de fibras por metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz, também foram observadas as condições ótimas de adsorção (pH, quantidade de adsorvente e tempo de adsorção).

Figura 5 – Exocarpo da jabuticaba.



Fonte: <http://www.veggietal.com.br>

O estudo de Oliveira e Silva (2011) foi desenvolvido utilizando cascas de jabuticaba adquiridos na cidade de Pato Branco – PR, o efluente simulado foi composto de soluções de cromo (VI), dispostos em frascos de Becker, com pH de 5,0; 5,5 e 6,0, a quantidade de bioadsorvente variava de 0,1; 0,3 e 0,5 g.mL<sup>-1</sup>. Com tempo de experimento 5; 7,5 e 10 minutos. As análises referentes a biomassa utilizada foram realizadas no município de Pato Branco, nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

As condições experimentais foram determinadas por meio de planejamento experimental fatorial  $2^3$  em regime batelada, utilizando o *Jar-test*. Diferentemente dos trabalhos encontrados, como exemplo o desenvolvido por Lima (2008), que utilizava as cascas de jabuticaba *in natura*, este trabalho foi desenvolvido utilizando cascas secas.

Nos frascos de Becker foram colocados 700 mL da solução, em quatro concentrações diferentes de cromo (VI), que foram de 3; 5; 7 e 10  $\text{mg.L}^{-1}$  e 4,2 g de biossorvente. As amostras foram mantidas sob agitação constante de 120 rpm e retiradas alíquotas em intervalos pré-determinados, durante um período de 40 minutos. As amostras retiradas foram analisadas por Espectrofotometria.

Dos dados de entrada (pH, tempo e massa do adsorvente) para se determinar as condições ótimas de adsorção por meio de planejamento experimental, foi determinado que o único fator significativo foi a massa de adsorvente utilizada no processo de retenção de íons de cromo. O valor do pH e o tempo dentro da faixa estudada não influenciou significativamente na quantidade de íons removidos na solução. A remoção de cromo (VI) para as concentrações de 3; 5 e 7  $\text{mg.L}^{-1}$  foi de 100% para a concentração de 10  $\text{mg.L}^{-1}$ , a eficiência da remoção foi entre 70 e 80%.

A utilização da casca de jabuticaba pode ser considerada uma alternativa interessante, uma vez que temos grande disponibilidade em território nacional, baixo custo, simplicidade de operação por possibilitar ser utilizada seca ou *in natura*, possibilitando eliminar algum pré-tratamento. Do ponto de vista socioambiental é atrativa, pois metade do seu peso bruto não é aproveitada e esta pode ser reaproveitada dos processos da fabricação de fermentados, sucos e geleias. (OLIVEIRA e SILVA, 2011)

## CONCLUSÃO

O cenário de desperdício de alimentos não é uma realidade apenas do contexto nacional. A incorporação da biomassa considerada como rejeito, por falta de informação ou desdém cultural, a algum processo é uma alternativa que deve ser melhor estudada, e difundida a fim de minimizar os impactos gerados pela destinação inadequada destes resíduos. A Universidade exerce grande influência na formação dos cidadãos multiplicadores de informação, devendo esta ser o ponto de partida para a difusão do processo de educação ambiental.

Um dos grandes desafios do século XXI é encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento da sociedade e o meio ambiente, de modo a gerar o menor impacto possível ao meio ambiente. Esta tarefa cabe não somente a comunidade científica, mas principalmente a sociedade, que deve exercer constantemente seu papel como agente difusor de educação ambiental.

Atualmente existe um grande número de estudos no que se refere à utilização de diversos resíduos culturais como bioadsorventes, porém ainda somos carentes em estudos referentes à destinação final e adequada da biomassa carregada, ponto que não deve ser ignorado.

Por fim a utilização de biomassa de resíduos culturais é uma alternativa viável, pois seu processo parte de resíduos dotados de baixo ou nenhum valor econômico, assim como, tem apresentado resultados promissores comprovados nos estudos mais recentes desenvolvidos no Brasil e em outros países, como a Espanha e Portugal. Esta é uma alternativa atrativa no que se refere ao tratamento de efluentes de diversas atividades que geram como resíduos contaminantes orgânicos ou inorgânicos, que sem o tratamento adequado irão comprometer recursos naturais essenciais para a existência da vida na terra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKTINS, P. W.; PAULA, J. de. **Aktins físico-química**. 8ª Ed. Editora LTC – Livros técnicos e científicos, Rio de Janeiro – RJ, 2008.

ASQUERI, E. R.; SILVA, A. G. M.; CÂNDIDO, M. A. **Aguardente de jabuticaba obtida da casca e da borra de fabricação de fermentado de jabuticaba**. Ciência e tecnologia de alimentos, Campinas – SP, 2009.

AUTA, M.; HAMEED, B. H. Preparation of waste tea activated carbon using potassium acetate as an activating agent for adsorption of Acid Blue 25 dye”. **Chemical Engineering Journal**, v. 171. p. 502-509. 2011.

BELISÁRIO, M., *et al.* **O emprego de resíduos naturais no tratamento de efluentes contaminados com fármacos poluentes** - Revista científica Inter Science place, dezembro, 2014.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. **Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências**. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20072010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em 14 de outubro de 2014

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em 24 de setembro de 2014.

BROOKS, R.R. Plants that Hyperaccumulate heavy metals. **Annals of Botany**, London, v. 82 n.2, p. 267-271, 1998.

CARVALHO, E. S. **Reuso do Mesocarpo de coco na remoção de contaminantes derivados de petróleo presentes em corpos d'água utilizando sistema de adsorção em leito diferencial**. – Monografia para obtenção do título de bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental – UEPB, Campina Grande – PB, 2014.

CARVALHO, M. Z. **Aproveitamento do resíduo sólido de mamona proveniente da cadeia produtiva do biodiesel como adsorvente natural**. Dissertação de mestrado em Agroquímica – UFLA, Lavras – MG, 2013.

CLARK, H. L. M. **Remoção de fenilalanina por adsorvente produzido a partir da torta prensada de grãos defeituosos de café**. Dissertação em Ciência dos Alimentos. Faculdade de Farmácia, UFMG, Belo Horizonte. p 115 . 2010.

CRUZ, F. R. A. M., et al. **Farinha da casca da banana: Um biossorvente para metais pesados de baixo custo**. In: Anais da 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Fortaleza, 2009.

CONAMA – Conselho Nacional do meio ambiente. Resoluções do CONAMA. **Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental-CONAMA**. Nº 001 de 17 de janeiro de 1986, Brasília, 1986.

CONAMA – Conselho Nacional do meio ambiente. Resoluções do CONAMA. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do conselho nacional do meio ambiente-CONAMA**. Nº 430 de 13 de maio de 2011, Brasília, 2011.

DAVID, D. C. Z. P. **Comparação da qualidade bioquímica de vegetais, cultivados de modo convencional e não convencional**. 2007. 62 p. Tese de doutorado em Ciências Biológicas, Fisiologia Vegetal – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

DIAS, Maria Clarice. **Comida jogada fora**. Correio Braziliense, 31 ago. 2003. Disponível em: <<http://www.consciencia.net/2003/09/06/comida.html>>. Acesso em 10 outubro de 2014.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Aracajú. **Árvore do conhecimento COCO, Estatística de produção**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000fo7hz6ox02wyiv8065610d6ky3ary.html> Acesso em 06 outubro de 2014.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Roraima. **Produção Agrícola Mundial: O potencial do Brasil**. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/19030/1/Producao-agricola-mundial.pdf>. Acesso em 18 outubro de 2014.

FAO, **Food wastage footprint Impacts on natural resources**, 2013. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf> > Acesso em 15 outubro de 2014.

FLORENCE, F. **Situação atual e perspectivas de aproveitamento do coco e da casca**. Comunicação. Disponível em: < [http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/3\\_comunicacao02v9n1.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/3_comunicacao02v9n1.pdf) > Acesso em 06 outubro de 2014

FOUST, S. A.; WENZELL, A.; CLUMP, W. C; MAULS, L.; ANDERSEM, B. L. **N Princípios das Operações Unitárias**. 2ª Ed., Editora LTC – Livros Técnicos e científicos, Rio de Janeiro – RJ, 1982.

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 Agro técnica**, v. 31, p.1386-1391, set-out. 2007.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C. **Caracterização Química do Fruto Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações.**

ARCHIVOS LATINO AMERICANOS 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.

LIMA, L. M. R. et al. **Utilização do mandacaru (*cereus jamacaru*) como biomassa adsorvente de gasolina presente em corpos d'água.** In; X Encontro Brasileiro sobre Adsorção, Guarujá – SP, 2014.

LUCENA, G, L; SILVA, A. G; HONORIO, L, M, C; SANTOS, V. D. Cinética de adsorção do Cu (II) utilizando bioadsorventes. **Scientia Plena**, Vol. 8, n° 9, 2012.

MARTINS, R. C.; FARIAS, R. M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, 2002.

MENDES, F.B.G; MAZZOCATO, A.C; PAVAN, F.A., **Pó da casca da tangerina (*citrus reticulata* blanco). Caracterização e aplicação como biosorvente para a remoção de Cu<sup>+2</sup> de solução aquosa.** In: Anais do salão internacional de ensino, pesquisa e extensão. v. 2, n.1, 2010.

MILLER, G. T. **Ciência Ambiental**, 11ª ed. Cengage Learning, 2011.

MORAES, A. B. V. D., et al. **Biossorção de metais pesados.** In: Anais do IX Simpósio de Bases Experimentais das Ciências Naturais da Universidade Federal do ABC. São Paulo, 2011.

NUNES, D. L. **Preparação de carvão ativado a partir de torta prensada de *Raphanus sativus* L. E utilização para clarificação de soluções.**

Dissertação de mestrado em Ciência de Alimentos. Faculdade de Farmácia, UFMG, Belo Horizonte. p. 117 . 2009.

PINO, G, A, H. **Biossorção de metais pesados utilizando pó da casca de coco verde (*Cocos nucifera*)** – Dissertação de mestrado em engenharia metalúrgica. PUC-Rio. Rio de Janeiro, p. 30, 2005.

RIBEIRO, D, V; MORELLI, M, R. **Resíduos Sólidos: Problemas ou Oportunidades?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

RUTHVEN, D. M. **Principles of Adsorption & Adsorption process.** New York, John Wiley and Sons, 1984.

SANTOS – SEREJO, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2009.

SILVA, J, M; **Impactos Ambientais da Exploração e Produção de Petróleo na Bacia de Campos, RJ**. Rio de Janeiro, 2008

SILVA, H. B.; PIRES, J. L.; Utilização de adsorvente natural da Amazônia como bioadsorventes para remoção de metais em soluções aquosas. **Revista acadêmica discente do campus de Marabá**. UNIFESSPA, 2014.

SILVA, R, C, O; OLIVEIRA, R. **Biossorção de cromo (VI) utilizando cascas de jaboticaba**. Monografia para obtenção de título de bacharel em química - UTFPR – Pato Branco – PR, 2011.

SOUZA R. S., LIMA L. M. R., SILVA V. L. M. M. Adsorção de óleo diesel em sistema de leito diferencial com biomassa bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.6., n° 2, p. 123-126, 2011.

VAGHETTI, 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.