



ISSN: 1984-3151

# ESTUDO DAS CASCAS DE BANANA DAS VARIEDADES PRATA, CATURRA E MAÇÃ NA BIOSSORÇÃO DE METAIS PESADOS GERADOS PELOS EFLUENTES DOS LABORATÓRIOS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BELO HORIZONTE

## STUDY OF BANANA PEEL VARIETY OF PRATA, CATURRA AND MAÇÃ IN HEAVY METALS BIOSORPTION GENERATED BY LABORATORIES OF THE CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BELO HORIZONTE'S EFFLUENTS

Carolina Cardoso Franco<sup>1</sup>; Miriã Moreira de Castro<sup>2</sup>; Maria Elena Walter<sup>3</sup>

- 1 Graduada em Engenharia Química. Centro Universitário de Belo Horizonte, 2015. Belo Horizonte, MG. [carolinacfranco@yahoo.com.br](mailto:carolinacfranco@yahoo.com.br)
- 2 Graduada em Engenharia Química. Centro Universitário de Belo Horizonte, 2015. Belo Horizonte, MG. [bpmiria@hotmail.com](mailto:bpmiria@hotmail.com).
- 3 Doutora em Química Orgânica. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Professora do Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH. Belo Horizonte, MG. [melenawalter@gmail.com](mailto:melenawalter@gmail.com).

Recebido em: 20/03/2015 - Aprovado em: 26/05/2015 - Disponibilizado em: 30/05/2015

**RESUMO:** A contaminação por metais pesados vem se tornando um problema ambiental sério. Ela se origina principalmente das indústrias e também das Instituições de Ensino e Pesquisa, estas em menor proporção. Métodos de tratamento convencionais nem sempre removem completamente o metal, além de gerarem altos custos com energia elétrica e reagentes. Para substituir ou complementar esses métodos surgem as biomassas, subprodutos agrícolas de baixo custo, como uma alternativa promissora por serem materiais adsorventes eficientes, dentre eles a casca da banana. O estado de Minas Gerais se destaca como o terceiro maior produtor de banana do Brasil, sendo as do tipo Prata, Caturra e Maçã as mais produzidas. A proposta desse trabalho é avaliar qual dos três tipos de cascas de banana apresenta maior eficiência na remoção dos metais Manganês e Cromo, gerados no Centro Universitário de Belo Horizonte, e analisar se os grupos químicos presentes em cada banana influenciam nessa remoção. Para o processo de remoção as cascas foram secas e trituradas, e o pó gerado foi colocado em agitação com a solução do metal. O percentual de remoção dos metais foi determinado pelo método de Espectrofotometria. As cascas apresentaram diferentes comportamentos de remoção, quanto ao tipo de metal e suas concentrações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Casca de banana. Metais Pesados. Biossorção.

**ABSTRACT:** Contamination by heavy metals has become a serious environmental problem. It stems mainly from industries and also from teaching and research institutions, these lesser extent. Conventional treatment methods do not remove the metal completely, which result in higher electricity and reagents consume. To replace or supplement these methods arise biomass, agricultural by-products of low cost, as a promising alternative for being efficient adsorbent materials, including the banana peel. The state of Minas Gerais stands as the third largest producer of banana in Brazil, being Prata, Caturra and Maçã the most produced types of the fruit. The purpose of this study is to evaluate which of the those three types of banana peels presents better efficiency in the manganese and chromium metals removal, which are generated in the Centro Universitário de Belo Horizonte, and to analyze

*how the microscopic structures and chemical groups present in each banana influence the metal removal. For the removing process, the peels were dried and crushed, and the generated powder was placed in a solution with those metals and then shaken. The metals removal percentage was determined by spectrophotometry. The pells presented different behaviors of removal, as to the type of metal and its concentration.*

**KEYWORDS:** *Banana peel. Heavy metals. Biosorption.*

## 1 INTRODUÇÃO

A degradação do meio ambiente, com o uso dos seus recursos naturais e com a contaminação do meio aquático, é intensificada pelo crescimento populacional e industrial, este influenciado pelos avanços da ciência e da tecnologia (GOULART; MARINHO, SOUZA, 2012; J. FILHO; MOTA; SEOLATTO, s.d.).

A industrialização elevou à oferta de produtos a população influenciando o consumo e por consequência aumentando o processo de produção.

Com efeito, a superprodução gerou um acúmulo de resíduos industriais e agrícolas, como por exemplo, os metais em forma de íons metálicos presentes em ambientes aquosos em quantidades acima da permitida pela legislação. Tais substâncias, denominadas metais pesados, são bioacumulativas e sua ingestão pode ocasionar desde intoxicações leves a doenças crônicas que podem levar a óbito (GOULART; MARINHO, SOUZA, 2012).

Além das indústrias, as instituições de ensino e pesquisa lidam com o problema criado com a geração de resíduos e contaminação de efluentes. Apesar da quantidade gerada pelas instituições ser menor que a das indústrias, a falta de tratamento adequado desses resíduos podem levar a contaminação de recursos naturais e causar problemas a saúde humana. Isso porque as atividades desenvolvidas nos laboratórios lidam com os mais diversos tipos de substâncias e produtos, muitas vezes tóxicos (LAUDEANO; BOSCO; PRATES, 2011).

Existem diversos tipos de tratamento de efluentes, como os lodos ativados, processos de floculação, sedimentação e coagulação, processos biológicos, entre outros. Mas esses métodos apresentam como

desvantagem o alto custo com equipamentos, energia elétrica e reagentes, além de não removerem completamente o metal. Visando substituir ou melhorar a remoção dos metais, métodos alternativos de absorção vêm sendo desenvolvidos, com ênfase nos processos que utilizam biomassa. Isso porque o Brasil produz diversos subprodutos agroindustriais que normalmente seriam descartados e apresentam uma solução menos onerosa e eficiente (J. FILHO; MOTA; SEOLATTO, s.d.).

A casca da banana apresenta grande capacidade de adsorção de metais pesados e compostos orgânicos, principalmente devido à presença de grupos hidroxila e carboxila na pectina em sua composição (SANTOS, 2013). A utilização desses resíduos como adsorventes para a recuperação de efluentes industriais é uma prática viável, pois evita que os mesmos sejam descartados incorretamente e diminui seu acúmulo no meio ambiente (COSTA *et al.*, 2012).

A casca da banana corresponde entre 30- 40% de seu peso total. Com o seu descarte tem-se a geração de uma grande quantidade de resíduos agroindustriais. As principais utilizações desses resíduos são na produção de adubos, ração animal e para a produção de proteínas (COSTA *et al.*, 2012).

A banana tem grande importância econômica para o Brasil, destacando-se como a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo (EMBRAPA, 2004).

O estado de Minas Gerais se destaca como o terceiro maior produtor de banana do Brasil. As bananas mais

produzidas em Minas Gerais são: bananas tipo 'Prata', tipo 'Caturra' e tipo 'Maçã'. Essas são também as mais comercializadas no CEASA – MG (PEREIRA *et al.*, 2009).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar o potencial das cascas de bananas, do tipo prata, caturra e maçã, como biossorventes de metais pesados. O objetivo específico é verificar qual dos tipos de casca de banana apresenta maior eficiência na remoção dos metais Manganês e Cromo, presentes nos efluentes gerados dos Laboratórios de Química do Centro Universitário de Belo Horizonte, MG, e analisar se os grupos químicos presentes em cada banana influenciam nessa remoção.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 BANANA

Banana é um termo geral que engloba um número de espécies ou híbridos do gênero *Musa* da família *Musaceae*. A banana (*Musa paradisiaca* L.) é uma fruta de elevado valor nutricional, possuindo alto teor de carboidratos (amido e açúcares), consideráveis teores de vitaminas A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e C, e sais minerais como potássio, fósforo, cálcio, sódio e magnésio, entre outros em menor quantidade (BEZERRA; DIAS, 2009).

As bananas têm recebido atenção especial dos pesquisadores devido as suas características aromáticas. Com mais de 350 compostos identificados, os maiores constituintes são os ésteres amil e éster isoamil de ácidos butírico, propiônico e acético (LIMA; NEBRA; QUEIROZ, 2000).

### 2.1.1 PRODUÇÃO E COMÉRCIO DE BANANA

A banana é uma das frutas mais importantes no mundo, tanto no que se refere à produção quanto à comercialização. Para muitos países, além de ser um alimento primordial, a banana apresenta grande relevância social e econômica (FIORAVANÇO, 2003). A banana é cultivada em regiões tropicais, sua colheita é permanente durante todo o ano (ROSSO, 2009).

No Brasil, a banana é o segundo fruto mais produzido e comercializado. A maior parte da produção provém do Nordeste do país, onde são produzidos 34 % do volume total nacional, seguido das Regiões Norte (26 %), Sudeste (24 %), Sul (10 %) e Centro-Oeste (6 %) (LIMA *et al.*, 2005).

Os maiores produtores mundiais de banana, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) (TAB. 1), são a Índia, Filipinas, China e Equador, que somam cerca de dois terços das exportações mundiais. O Brasil é o 5º maior produtor mundial de banana (VITTI, 2008).

Tabela 1

Os maiores produtores mundiais		
Ranking	País produtor	Produção (toneladas)
1º	Índia	26.996.000
2º	Filipinas	9.013.190
3º	China	9.006.450
4º	Equador	7.637.320
5º	Brasil	6.783.480
6º	Indonésia	6.273.060
7º	Tanzânia	3.219.000
8º	Guatemala	2.544.240
9º	Costa Rica	2.365.470
10º	México	2.232.360
Total	Mundial	76.070.570

Fonte - VITTI, 2008.

O cultivo da banana está aliado aos elevados índices de desperdício. Segundo Alvarenga (2011), do total de banana produzida, apenas a parcela de 50 a 60 % chega à mesa do consumidor. As etapas de cultivo, colheita, transporte e comercialização são as responsáveis pelas maiores perdas.

Geralmente as cascas das bananas consumidas, são descartadas, representando mais de um terço do seu peso total (ROSSO, 2009). O descarte inadequado dessas cascas podem causar problemas à saúde e ao meio ambiente, pois quando acumulados a céu aberto podem atrair e proliferar vetores (ratos, baratas e moscas), que podem transmitir doenças (VIZU *et al.*, 2012).

### 2.1.2 DEMANDA DE BANANA EM MINAS GERAIS

A produção mineira de banana é de 736 mil toneladas, que representa 10,6 % da produção brasileira, conforme FIG. 1, e confere ao estado a terceira posição no ranking nacional. A área destinada à produção de banana é de 41,3 mil hectares (SEAPA, 2014).

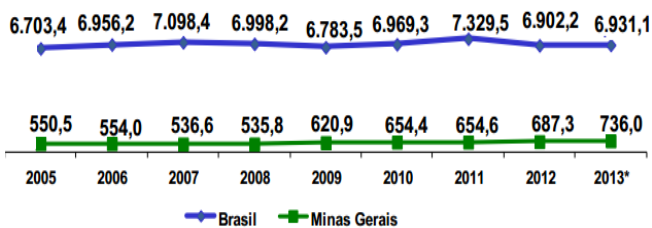


Figura 1 – Banana: Produção (mil t)  
Fonte: SEAPA, 2014. (Adaptado)

Minas gerais apresenta produtividade de 17.804 kg ha<sup>-1</sup>, 24,3 % superior ao rendimento médio nacional, que é de 14.323 kg ha<sup>-1</sup>.

Segundo a SEAPA, das 736 mil toneladas de bananas comercializadas em 2013, a variedade prata foi responsável por mais da metade deste volume, com

57,1 %, a Caturra com 37,3 %, a Maçã com 3,6 % e outras com 2 %.

### 2.1.3 ALTERNATIVAS AO REAPROVEITAMENTO DAS CASCAS DE BANANA

A casca da banana pode ser utilizada para a fabricação de farinha para a produção de pães, bolos e biscoitos (ALVARENGA, 2011). Ela também pode ser usada na produção de álcool e metano, para a alimentação animal e na compostagem (ROSSO, 2009).

Outra alternativa ao reaproveitamento das cascas de banana é o seu uso como adsorvente, pois além de reduzir o impacto poluidor que essa poderia causar com o seu acúmulo, a casca poderá ser usada no tratamento de efluentes (BONIOLO, 2008).

## 2.2 METAIS PESADOS

A geração de efluentes sem um devido tratamento é um grande problema da poluição ambiental e deterioração dos ecossistemas causada pelo acúmulo de metais pesados. Os metais pesados afetam a fertilidade do solo, por serem tóxicos, podem bloquear as atividades biológicas nos seres vivos, e tornam aquíferos e águas superficiais impróprias ao consumo humano (PINO, 2005; MORAES *et al.*, 2014).

Quando, em sua forma elementar, a massa específica for igual ou superior 5,0 g cm<sup>-3</sup> ou o número atômico for maior que 20, o metal é considerado pesado. O grupo desses metais é formado por aproximadamente 40 elementos (PINO, 2005).

De acordo com o trabalho de Iniciação científica, realizado pelas alunas Cecília Balduino e Sara Oliveira, onde foi realizado um levantamento dos efluentes gerados nas aulas práticas nos laboratórios do Centro Universitário de Belo Horizonte, constatamos uma

grande geração dos metais: Cromo e Manganês. Segundo a Resolução CONAMA número 430, do ano de 2011 (CONAMA, 2005), o limite máximo desses dois metais em lançamento de efluentes, é apresentado na TAB. 2.

Tabela 2

Padrões no Lançamento de Efluentes	
Metais	Valores máximos
Cromo (Cr)	0,1 mg L <sup>-1</sup>
Manganês (Mn)	1,0 mg L <sup>-1</sup>

Fonte - CONAMA, 2011.

A toxicidade do cromo está limitada aos compostos hexavalentes (Cromo VI), que têm uma ação irritante e corrosiva no corpo humano, podendo a formação de câncer. A sua inalação pode causar grave irritação das vias respiratórias. A toxicidade aguda pode ocorrer com apenas uma única dose, após contato oral, nasal ou dermal. Alguns dos sintomas causados por envenenamento de Cr são: rinite e sinusite crônica, atrofia da mucosa nasal, alterações na pele, no sistema circulatório e no trato gastrointestinal (RIBEIRO *et al.*, 2009).

A presença do cromo nos corpos hídricos causa impactos, altamente desfavoráveis, afetando a saúde da população humana que consome a água e se alimenta de peixes que se desenvolvem nestes locais. A bioacumulação em humanos pode apresentar efeitos imediatos e crônicos pela acumulação por longos períodos de tempo, e consequências genéticas para gerações futuras (CHEIS, 2013).

A exposição do Homem a altas concentrações de Manganês pode provocar efeitos tóxicos. A sua presença nos corpos hídricos causa impactos negativos, como acumulação em organismos (algas, moluscos e alguns peixes) (CETESB, 2012).

A exposição ao Manganês pode causar tosse, náusea, cefaleia, fadiga, perda do apetite, insônia e inflamação nos pulmões que podem levar a pneumonia química. A exposição a níveis muito elevados pode resultar em efeitos neurológicos e neuropsiquiátricos, como alucinações, instabilidade emocional, fraqueza, distúrbios de comportamento e da fala, que culminam em uma doença, semelhante ao Mal de Parkinson, denominada manganismo. Com a progressão da doença tem-se alteração na expressão facial, tremores, ataxia, rigidez muscular e distúrbios de marcha (SANTO, 2007).

### 2.3 PROCESSOS UTILIZADOS PARA REMOÇÃO DE METAIS PESADOS

As empresas e instituições de ensino, públicas ou privadas, são geradores de efluentes. O tratamento adequado é de suma importância para minimizar efeitos negativos sobre o meio ambiente, além de atender às legislações vigentes. Principalmente aqueles cujos efluentes contêm metais pesados, pois estes elementos demandam de métodos específicos para sua remoção (BANDEIRA, 2007).

Dentre as diferentes alternativas para o tratamento de efluentes contendo metais pesados, os processos mais utilizados são (BANDEIRA, 2007):

- Precipitação: as espécies em solução são precipitadas através de uma mudança no pH, utilizando geralmente algum produto químico. O processo visa a incrementar o tamanho de partícula do precipitado na solução, para que os metais sedimentem e sejam retirados como lamas residuais;
- Troca iônica: baseia-se no emprego de resinas sintéticas de troca iônica. As resinas sequestram os íons presentes na solução por meio de uma reação química, acumulando-se;

- Processo de separação de membranas: empregam-se membranas sintéticas porosas com tamanho de poros tão pequenos que filtram os sais dissolvidos na água;
- Tratamento eletroquímico: baseia-se em desestabilizar os contaminantes presentes num meio aquoso, mediante a passagem de uma corrente elétrica através do mesmo. Esta corrente provoca reações químicas que conduzem os contaminantes a um estado estável, visando sua precipitação e posterior remoção por eletroflotação (PINO, 2005).

A TAB. 3 relaciona as vantagens e desvantagens dos métodos tradicionais utilizados no tratamento de efluentes contendo metais pesados.

Alguns destes tratamentos podem ser realizados no próprio laboratório gerador ou ainda por um laboratório, instalação ou empresa especializada. Os tratamentos que podem ser realizados em um laboratório são: precipitação química e filtração, oxidação e redução química e biológica, troca iônica e adsorção. Os demais tratamentos apresentados na TAB. 3, por serem mais onerosos, na maioria das vezes são realizados por empresas com instalações especializadas (VITTA, s.d.).

Tabela 3

Métodos de tratamento de efluentes com metais

Métodos	Desvantagem	Vantagem
<b>Precipitação química e filtração</b>	Para concentrações altas, separação difícil, não muito efetiva, produz lamas.	Simples e baixo custo
<b>Oxidação e redução biológica</b>	Quando sistemas biológicos são utilizados, taxas de conversão lentas, sensível ao clima.	Mineralização
<b>Oxidação e redução química</b>	Requer agentes químicos.	Mineralização
<b>Tratamento eletroquímico</b>	Para altas concentrações, custos elevados.	Possibilita a recuperação dos metais
<b>Osmose reversa</b>	Altas pressões, custo elevado.	Efluente puro (para reciclagem)
<b>Troca iônica</b>	Sensível à presença de partículas, resinas de custo elevado.	Efetivo, possível recuperação do metal.
<b>Adsorção</b>	Não efetivo para alguns metais.	Sorventes convencionais (carvão)
<b>Evaporação</b>	Requer fonte de energia, custo elevado, produz lamas.	Obtenção do efluente puro

Fonte - PINO, 2005.

### 2.3.1 ADSORÇÃO

A adsorção é um processo físico-químico de grande importância devido as suas múltiplas aplicações na indústria, e por ser bastante simples e eficiente (ALVES, 2013). Ela é um fenômeno de superfície no qual um soluto é removido de uma fase e acumulado na superfície da segunda fase. Em outras palavras, o metal quando exposto a superfície da biomassa é capturado através da associação extracelular passiva.

A atração baseia-se normalmente a cargas eletrostáticas. O material adsorvido é denominado adsorvato, e o meio onde se faz o acúmulo deste, é chamado de adsorvente, conforme FIG. 2 (PINO, 2005).

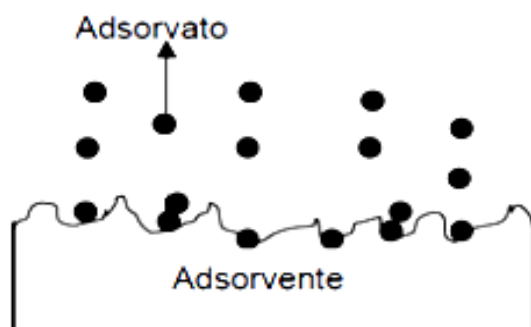


Figura 2 - Representação de adsorção  
Fonte: ALVES, 2013. (Adaptado)

Este fenômeno de adsorção ocorre porque os átomos da superfície têm uma posição incomum em relação aos átomos do interior do sólido. Os átomos da superfície apresentam uma força resultante na direção normal à superfície, atraindo e mantendo na superfície do adsorvente as moléculas de gases ou de substâncias de uma solução com que estejam em contato. Durante o processo, as moléculas encontradas na fase fluida são atraídas para a zona interfacial devido à existência de forças atrativas, tais como ligações de Hidrogênio, ligações covalentes, interações dipolo-dipolo, forças de Van der Waals, ligações eletrostáticas, entre outras (NIEDERSBERG, 2012).

A intensidade do efeito da adsorção depende da temperatura, natureza, concentrações do adsorvato, pH do meio, solubilidade do soluto, tempo de contato, agitação, entre outros. O diâmetro molecular é bastante significativo num processo de adsorção, visto que compostos menores tem maior facilidade em difundir-se para o interior do sólido (BONIOLO, 2008).

Os fenômenos de adsorção podem ser físicos, também chamados de fisiossorção, ou químicos, conhecidos como quimissorção (BONIOLO, 2008):

- Fisiossorção: as interações que se têm entre o adsorvente e o adsorvato são de tipo Van der Waals, que são ligações fracas, e é um processo reversível.
- Quimissorção: as interações entre adsorvente e adsorvato são ligações químicas (mais fortes). A formação de ligações químicas durante o processo de adsorção faz com que este seja mais seletivo, dependendo da natureza das substâncias envolvidas (PINO, 2005).

Dentre os processos realizados por quimissorção, a biossorção é um exemplo, devido à retenção de íons metálicos na superfície dos biossólidos (PRASAD; LEITE, 2006).

### 2.3.2 BIOSSORÇÃO

Biossorção é a remoção de uma solução aquosa de compostos e particulados metálicos por biossorvente, material biológico de origem animal ou vegetal, também conhecido como biomassa (CALFA; TOREM, 2007).

A biossorção é um processo passivo que ocorre por meio de interações físico-químicas entre os grupos funcionais contidos na superfície da biomassa e os íons metálicos. Ele é relativamente rápido e pode ser reversível. A captura dos íons metálicos ocorre mesmo que a biomassa esteja inativa, ou seja, sem ação do metabolismo do biossorvente, e é independente de energia (PINO, 2005).

O processo de biossorção ocorre nas seguintes etapas: adsorção, separação sólido-líquido e possível regeneração da biomassa e recuperação do metal, conforme ilustra a FIG. 3 (PINO, 2005).

A possibilidade de regeneração do biossorvente carregado é de crucial importância para manter baixos os custos do processo e possibilitar a recuperação dos metais extraídos da fase líquida. Os metais depositados são lavados (dessorvidos) e o

biossorvente regenerado retorna ao processo (SILVA, 2002).

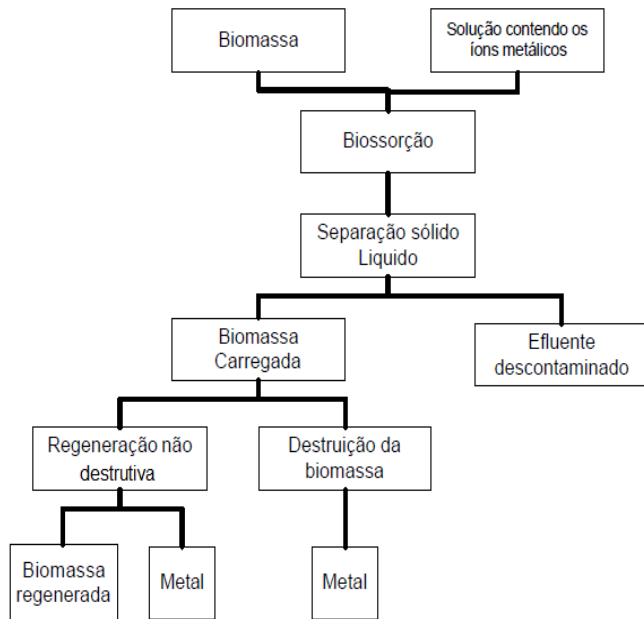


Figura 3 - Esquema de um processo de biossorção.  
Fonte: BONIOLO, 2008. (Adaptado)

### 3 METODOLOGIA

No presente trabalho foram utilizadas três tipos de cascas de banana e foram realizadas análises de adsorção de cada tipo, avaliando a eficiência de remoção dos metais pesados gerados dos Laboratórios de Química do Centro Universitário de Belo Horizonte, MG.

O tratamento dos efluentes a partir do pó da casca de banana foi desenvolvido conforme metodologias apresentadas por Boniolo (2008) e Alfaya *et al.*(2002).

Os pós das cascas de banana formados passaram pela análise de RMN (Ressonância Magnética Nuclear), que forneceu os grupos químicos existentes em cada casca. Tais análises foram realizadas no Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais.

Com soluções de concentrações conhecidas dos metais Cr e Mn, foram ajustados os pH para 5 e iniciou-

se o processo de adsorção com a adição do biossorvente.

A mistura permaneceu sob agitação. Após a agitação, a solução foi centrifugada para que ocorresse à separação do precipitado e sobrenadante.

O sobrenadante foi retirado, e encaminhado para análise de espectrofotometria, onde ocorreu a leitura da *absorvância* de cada solução para posterior cálculo da concentração dos íons remanescentes.

Com base nos resultados, foi analisada a remoção dos íons metálicos, nos três tipos de cascas de banana, avaliando qual seria a mais eficiente para a remoção dos metais pesados do efluente dos Laboratórios de Química do Centro Universitário de Belo Horizonte, MG.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS

#### 4.1.1 AMOSTRAS

As amostras das cascas de banana do tipo prata foram adquiridas no comércio da cidade de Contagem. Já as amostras das cascas de banana dos tipos caturra e maçã, foram fornecidas pelos moradores dos bairros Água Branca, em Contagem, e Vista do Sol, localizado na cidade de Belo Horizonte.

#### 4.1.2 EQUIPAMENTOS E VIDRARIAS DE LABORATÓRIO

Liquidificador, peneiras granulométricas mesh 40, 50 e fundo, almofariz, agitador de peneiras, Espectrofotômetro UV-Vis marca Nova 1105, balança analítica digital, incubadora refrigeradora (*Shaker*) com agitação TE – 424 Tecnal, pipetas volumétricas, pipetas graduadas, pipetas de Pasteur, bureta,



dessecador, balões volumétricos, vidro de relógio, bastão de vidro, béqueres, tubos de ensaio, suporte de tubos de ensaio, erlenmeyers, centrífuga para tubos marca Quimis, pisseta, garra, suporte metálico, funil de vidro, papel de filtro qualitativo, fita de pH universal.

#### 4.1.3 REAGENTES UTILIZADOS

Foram utilizados os reagentes: Ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), Azul de metileno ( $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}\cdot\text{XH}_2\text{O}$ ), Cromato de Potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) e Permanganato de Potássio ( $\text{KMnO}_4$ ).

#### 4.2 MÉTODOS

##### 4.2.1 PREPARO DO BIOSORVENTE

As cascas foram inicialmente secas ao sol, separadas por tipo de banana, sob temperatura média de  $25 \pm 2$  °C, por cerca de 96 horas.

Após estarem secas, foram trituradas separadamente por tipo de banana, em um liquidificador, existente na Planta Piloto do Centro Universitário de Belo Horizonte.

O pó formado foi peneirado em peneira granulométrica de 40 mesh, conforme a FIG. 4, no laboratório de Solos do Centro Universitário de Belo Horizonte.



Figura 4 - Peneiras granulométricas no agitador

O material que ficou retido na peneira de 40 mesh foi triturado com auxílio de almofariz, FIG. 5, para diminuição do seu diâmetro, e novamente peneirado.



Figura 5 - Almofariz com pó da casca de banana

O pó da casca de banana obtido foi deixado por 24 horas em um dessecador, e então encaminhado para análise RMN (Ressonância Magnética Nuclear), realizada no Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais.

#### 4.2.2 PROCESSO DE ADSORÇÃO COM AZUL DE METILENO

Esse processo foi baseado em estudos de Bestani *et al.* (2008).

O comprimento de onda de absorção máxima foi determinado utilizando o espectrofotômetro de UV-visível e solução-padrão de azul de metileno na concentração 100,00 mg L<sup>-1</sup>. Para obter a curva de calibração foram utilizadas soluções de azul de metileno nas concentrações 0,10, 0,25, 0,50, 1,00, 2,00, 3,00, 4,00, 5,00, 6,00, 7,00, 8,00, 9,00 e 10,00 mg L<sup>-1</sup> e feita às respectivas leituras de *absorvâncias* no comprimento de onda de maior absorção.

Para a avaliação da capacidade de adsorção das amostras do biossorbente, foram preparadas soluções de azul de metileno, nas concentrações de 10, 25, 50, 75 e 100 mg L<sup>-1</sup>, FIG. 6. A 50 mL de cada solução adicionou-se 0,1 g de pó de casca de banana caturra, maçã e prata, separadamente. Agitou-se por 24 horas em *Shaker*, a 160 rotações por minuto. Em seguida separou-se uma alíquota de sobrenadante com auxílio da pipeta de Pasteur e deixou-se em centrifugação por cerca de um minuto. As alíquotas foram encaminhadas para análise de espectrofotometria, para leitura de *absorvância* de cada uma.

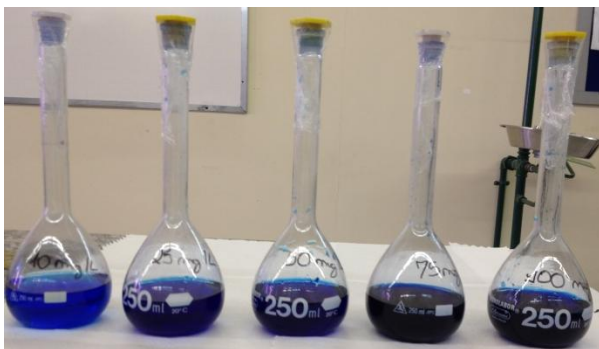


Figura 6 - Solução de Azul de Metileno nas concentrações de 10, 25, 50, 75 e 100 mg L<sup>-1</sup>, da esquerda para a direita, respectivamente

Utilizando a curva de calibração e os valores de absorvância obtidos, determinou-se a concentração remanescente do corante. Por meio da Eq. 1, pode-se calcular o percentual de remoção do processo de adsorção por cada pó de casca de banana, e avaliar a eficiência de remoção do azul de metileno, dos três tipos de cascas de bananas utilizadas:

$$\%rem = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100 \quad (1)$$

onde:  $C_i$  = concentração inicial [mg L<sup>-1</sup>],  $C_f$  = concentração final [mg L<sup>-1</sup>].

#### 4.2.3 PROCESSO DE ADSORÇÃO DO EFLUENTE

Semelhante ao processo citado anteriormente, obteve-se o comprimento de onda de absorção máxima e a curva de calibração para os reagentes Cromato de Potássio e Permanganato de Potássio.

Para o processo de adsorção adicionou-se 0,1 g dos biossorbentes em 50 mL de soluções de Cromato de Potássio e Permanganato de Potássio nas concentrações 10, 25, 50, 75 e 100 mg L<sup>-1</sup> (FIG. 7 e 8). Fez-se o ajuste do pH de 7 para 5 adicionando-se algumas gotas de ácido nítrico 0,5 mol L<sup>-1</sup>. As amostras permaneceram sob agitação por 24 horas em velocidade de 160 rpm, no *Shaker*. Após a agitação, foi retirado o sobrenadante das amostras, centrifugado, e realizada a leitura da *absorvância* no espectrofotômetro UV-vis.

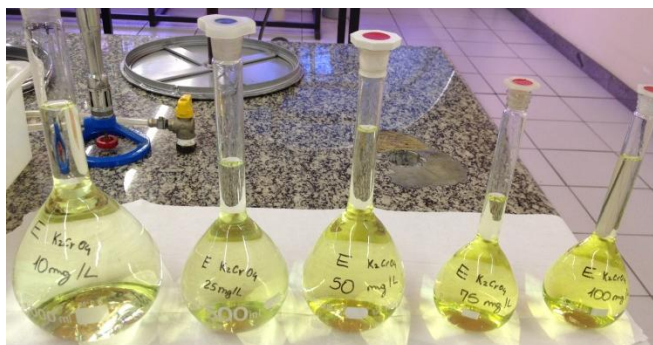


Figura 7 - Solução de Cromato de Potássio nas concentrações de 10, 25, 50, 75 e 100 mg L<sup>-1</sup>, da esquerda para a direita respectivamente



Figura 8 - Solução de Permanganato de Potássio nas concentrações de 10, 25, 50, 75 e 100 mg L<sup>-1</sup>, da esquerda para a direita respectivamente

Por meio da Eq. 1, pode-se calcular a eficiência de remoção dos íons metálicos cromo e manganês, dos três tipos de cascas de bananas utilizadas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO

De acordo com os resultados obtidos pelo RMN, FIG. 9, 10 e 11, os três tipos de casca de banana apresentaram semelhança nos grupos orgânicos existentes, TAB. 4. Porém alguns tipos de cascas apresentaram sinais mais acentuados.

A análise inicial dos espectros permite identificar sinais característicos de aminoácidos e ácidos orgânicos na

região entre  $\delta$  0,80 e 4,00, carboidratos na faixa entre  $\delta$  4,00 e 5,50, e açúcares na região de  $\delta$  2,00 e 5,50.

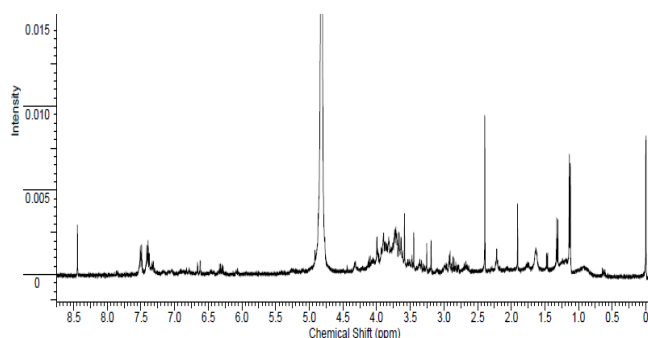


Figura 9 - RMN-H da casca de banana tipo Caturra

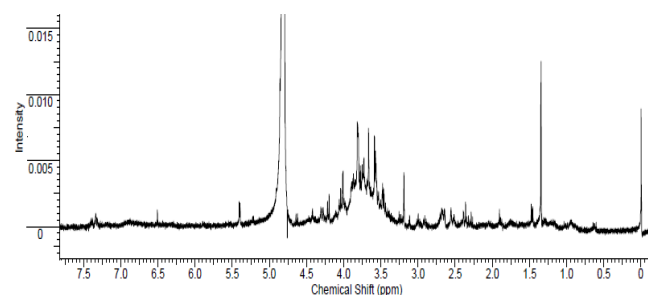


Figura 10 - RMN-H da casca de banana tipo Maçã

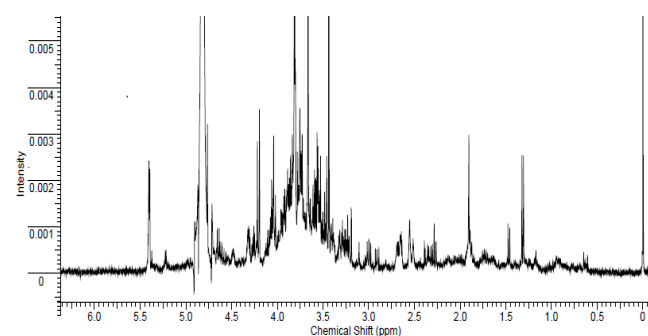


Figura 11 - RMN-H da casca de banana tipo Prata

Tabela 4

Grupos orgânicos existentes nas cascas de banana, verificados pelo RMN

Grupo	Tipos de Bananas	Presença de Sinais Característicos no RMN
Açúcar	Maçã	+
	Caturra	+
	Prata	+
Aminoácido	Maçã	+
	Caturra	+
	Prata	+
Carboidratos	Maçã	+
	Caturra	+
	Prata	+
Ácidos Orgânicos	Maçã	+
	Caturra	+
	Prata	+
Fenilpropanóides/ Flavonóides	Maçã	+
	Caturra	+
	Prata	+
Ácidos Graxos	Maçã	+
	Caturra	+
	Prata	+
Outros Compostos	Maçã	+
	Caturra	+
	Prata	+

### 5.2 AZUL DE METILENO

A máxima absorvância do azul de metileno ocorreu a 660 nanômetros. A curva de calibração (GRAF. 1) foi obtida nesse comprimento de onda, com comportamento linear ( $R^2 = 0,9991$ ).

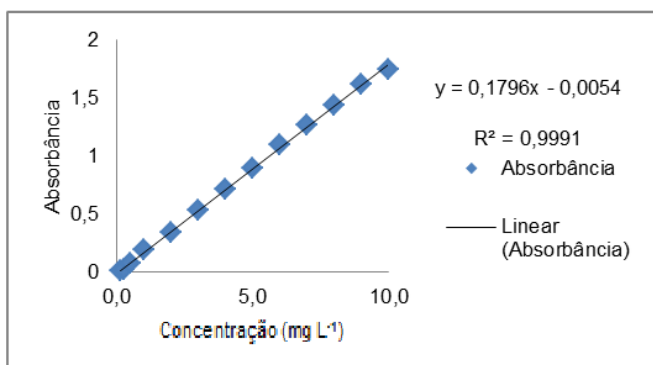


Gráfico 1 – Curva de calibração do Azul de Metileno

Os valores da absorvância após o teste de adsorção do azul de metileno com os três biossorventes foram utilizados para o cálculo da concentração final do corante na solução. Com este valor foram determinadas as porcentagens de remoção, pela Eq. 1, expressa no GRAF. 2.

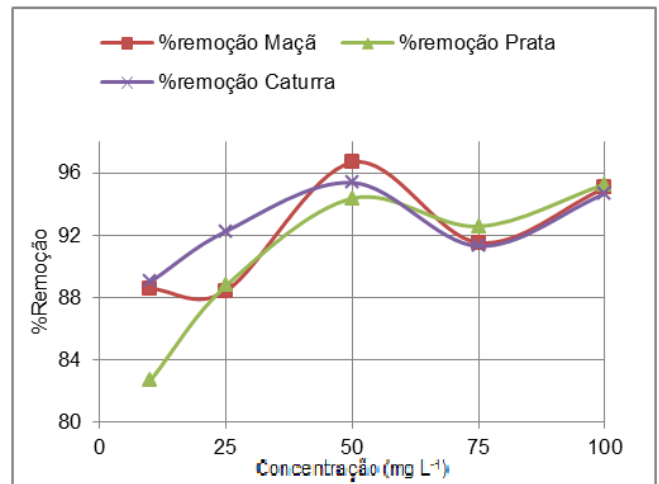


Gráfico 2 – % Remoção do Azul de Metileno

Os três tipos de casca de banana apresentaram boas porcentagens de remoção do azul de metileno, com valores mais próximos em concentrações mais altas. As maiores remoções ocorreram na concentração de 50 mg L<sup>-1</sup> pelas bananas maçã e caturra.

Em concentrações mais baixas a banana caturra apresentou melhor remoção; na concentração de 50 mg L<sup>-1</sup> a banana maçã e nas demais a banana prata.

A FIG. 12 representa as soluções após a adsorção pelos biossorventes (pó de banana maçã, banana caturra e banana prata, respectivamente da esquerda para a direita), onde as concentrações são: (a) 10 mg L<sup>-1</sup>, (b) 25 mg L<sup>-1</sup>, (c) 50 mg L<sup>-1</sup>, (d) 75 mg L<sup>-1</sup>, (e) 100 mg L<sup>-1</sup>.



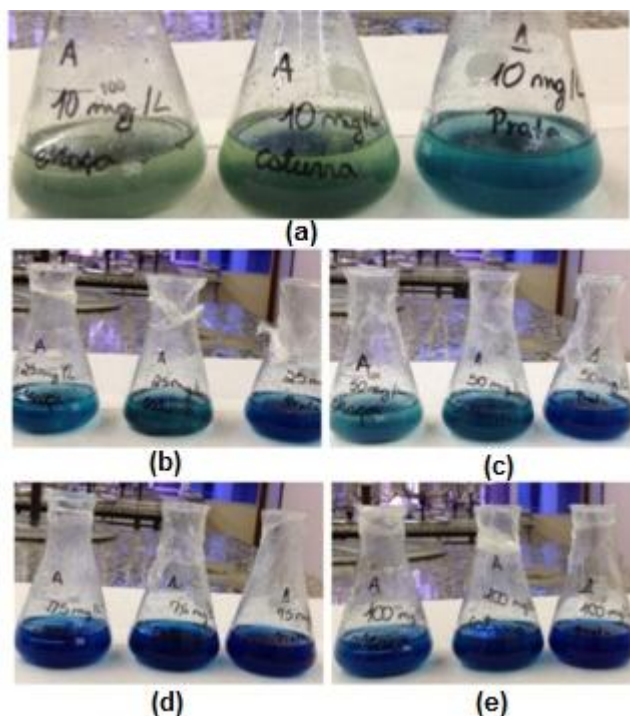


Figura 12 - Soluções de Azul de Metileno após a adsorção

### 5.3 CROMATO DE POTÁSSIO

A máxima absorvância do cromato de potássio ocorreu a 360 nanômetros. O GRAF.3 expressa sua curva de calibração, com comportamento linear ( $R^2 = 0,986$ ).

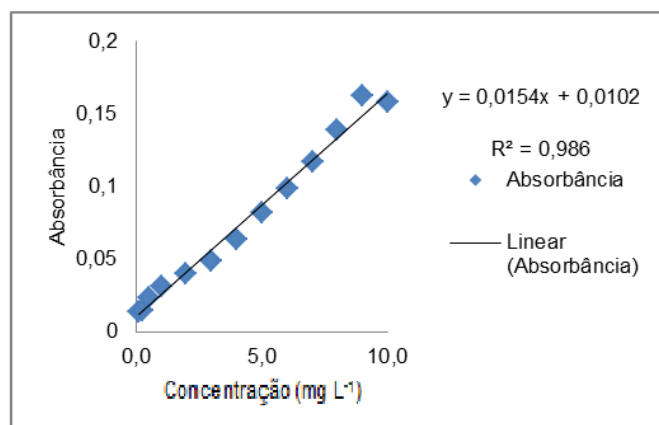


Gráfico 3 – Curva de calibração do Cromato de Potássio

Com os valores da absorvância obtidos após o teste de adsorção, foram calculadas as concentrações finais

das soluções e determinada a porcentagem de remoção, pela Eq. 1, expressa no GRAF.4.

A FIG. 13 representa as soluções após a adsorção pelos biossorventes (pó de banana maçã, banana caturra e banana prata, respectivamente da esquerda para a direita), onde as concentrações são: (a) 25 mg L<sup>-1</sup>, (b) 50 mg L<sup>-1</sup>, (c) 75 mg L<sup>-1</sup>, (d) 100 mg L<sup>-1</sup>.

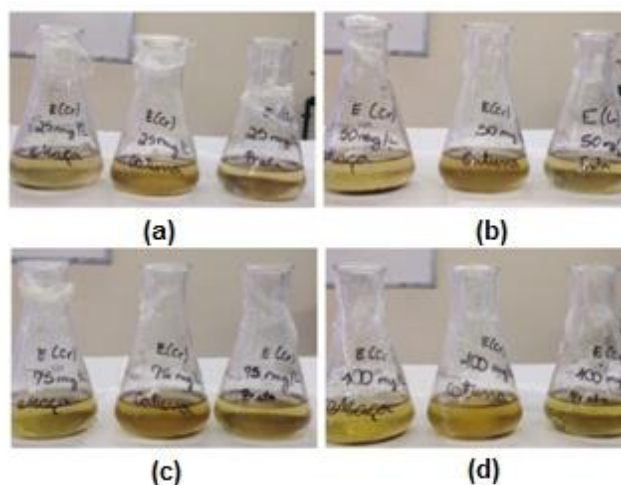


Figura 13 - Soluções de Cromato de Potássio após a adsorção

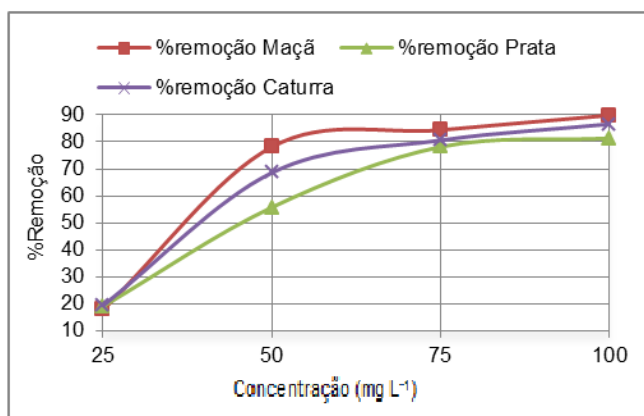


Gráfico 4 – % Remoção do Cromato de Potássio

Na remoção do metal Cr, as soluções de 10 mg L<sup>-1</sup> não apresentaram remoção, e as de 25 mg L<sup>-1</sup> obtiveram a menor remoção, se comparada às demais mais concentradas.

As três cascas de banana apresentaram comportamento semelhante na remoção do metal Cr, sendo que a banana maçã apresentou melhores remoções e a banana prata um desempenho inferior às demais.

### 5.4 PERMANGANATO DE POTÁSSIO

A absorvância máxima do Permanganato de Potássio ocorreu a 546 nanômetros. A curva de calibração resultante está demonstrada no GRAF. 5, com comportamento linear ( $R^2 = 0,9964$ ).

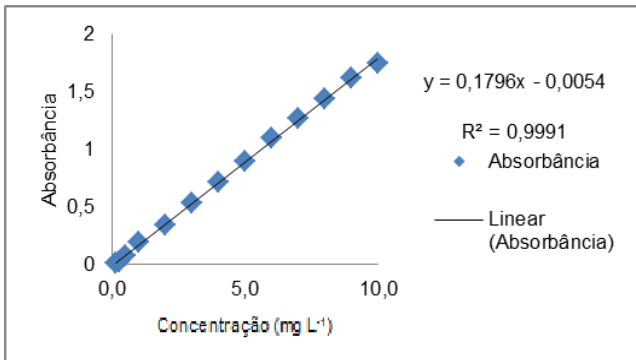


Gráfico 5 – Curva de calibração do Permanganato de Potássio

Com os valores da absorvância obtidos após o teste de adsorção, foram calculadas as concentrações finais das soluções e determinadas as porcentagens de remoção, pela Eq. 1, expressa no GRAF.6.

A FIG. 14 representa as soluções após a adsorção pelos biossorventes (pó de banana maçã, banana caturra e banana prata, respectivamente da esquerda para a direita), onde as concentrações são: (a) 10 mg L<sup>-1</sup>, (b) 25 mg L<sup>-1</sup>, (c) 50 mg L<sup>-1</sup>, (d) 75 mg L<sup>-1</sup>, (e) 100 mg L<sup>-1</sup>.

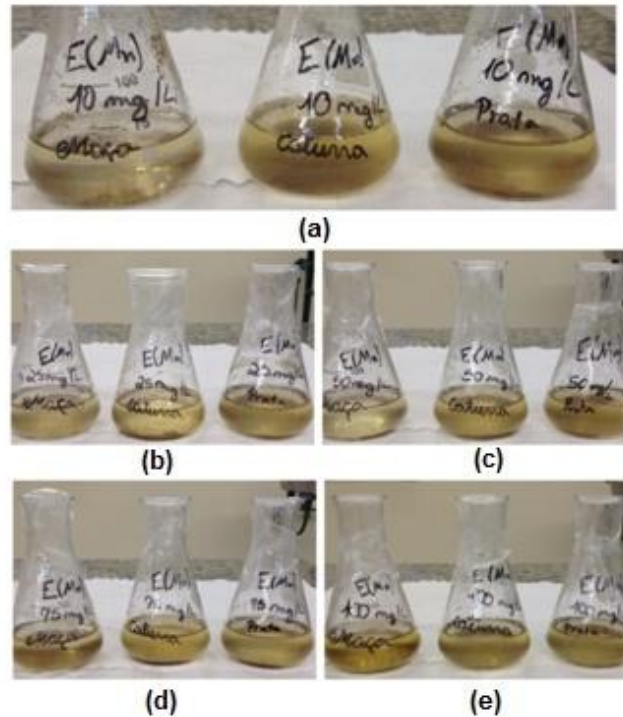


Figura 14 - Soluções de Permanganato de Potássio após adsorção

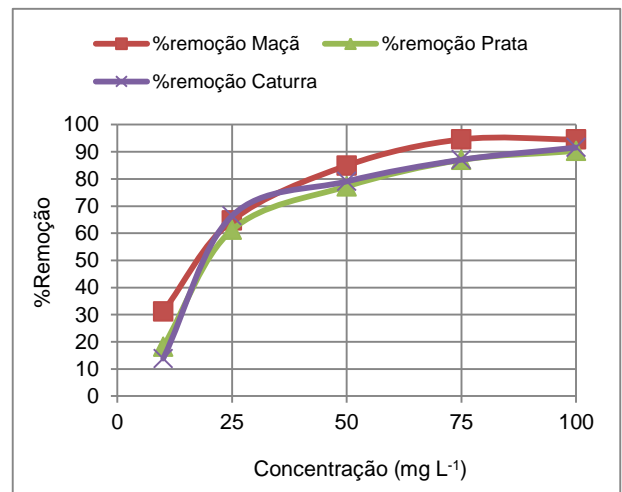


Gráfico 6 - % Remoção do Permanganato de Potássio

As soluções de 10 mg L<sup>-1</sup> apresentaram menor remoção que as demais, sendo que para essa concentração a banana maçã obteve a maior remoção, valor muito acima das outras bananas. Os tipos de casca apresentaram comportamento semelhante na

remoção do metal Mn, como pode ser observado no gráfico acima, com destaque para a banana maçã.

## 6 CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos podemos concluir que os diferentes tipos de pó de casca de banana apresentaram boas características para serem utilizadas como bioissorventes. Pois além de removerem boas porcentagens dos metais em estudo, chegando a valores acima de 80%, as cascas possuem baixo custo, não necessitam de modificação química superficial, e podem ser recuperadas, juntamente com o metal adsorvido, pelo processo de dessorção pela adição de soluções ácidas. Mesmo alcançando resultados satisfatórios alguns desses podem ter sofrido pequenas interferências causadas pela imprecisão do maquinário e imperícia de seus operadores.

As cascas apresentaram diferentes comportamentos de remoção, quanto ao tipo de metal e suas concentrações. Em suma, os estudos apontam que o melhor bioissorvente para a adsorção dos metais pesados em estudo é o pó da casca de banana do tipo maçã. Através dos resultados obtidos nos espectros de RMN, não foi possível justificar o porquê do destaque da banana maçã, vistos que os três tipos de banana

apresentaram semelhança nos grupos orgânicos existentes.

Não consideramos se a coloração de cada casca de banana comprometeu os resultados obtidos nas análises de espectroscopia, quando comparadas umas às outras, pois as mesmas liberam coloração à solução após serem submetidas à agitação.

Para trabalhos futuros seria ideal o estudo de adsorção com uma mistura dos três tipos de banana, para analisar se a remoção será semelhante ou superior às apresentadas pelas cascas de banana separadamente. Visto que em Minas Gerais a banana maçã representa 3,6 % do total produzido, o que dificultaria a obtenção da biomassa para utilizar em larga escala.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a professora orientadora, Maria Elena Walter, que honrou seu compromisso conosco, através do seu profissionalismo, suas orientações e também cobranças. Aos professores Alan Rodrigues Teixeira Machado e Magali Maria de Araújo Barroso, pela contribuição para execução e finalização do trabalho. Ao aluno de Iniciação Científica Lucas Gabriel F. Inácio e ao amigo Alisson Henrique F. Vilela, pelo auxílio na execução do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALFAYA, A. S.; CRUZ, M. A.; GUERRA, A. R.; ISHIKAWA, D. N.; ALFAYA, V. S. **Farinha da casca de banana: um bioissorvente para metais pesados de baixo custo.** Universidade Estadual de Londrina, Departamento de química. Paraná, 2002.

ALVARENGA, R. M. **Avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardentes de banana.** Tese de pós-graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal de Minas Gerais,

2011. Disponível em: [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8MXMYN/tese\\_raquel\\_alvarenga.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8MXMYN/tese_raquel_alvarenga.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 21 mar. 2014.

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.

**BANDEIRA, L. F. M. Remoção de metal pesado de efluente aquoso através da combinação dos processos de osmose inversa e adsorção.**

Dissertação de Pós-graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2007.

BESTANI B. *et al.* Methylene blue and iodine adsorption onto an activated desert plant.

**Biosourcetechnology**, Bera, v. 99, n. 17, p. 8441-8444, Nov. 2008.

BEZERRA, V. S.; DIAS, J. S. C. **Avaliação físico-química de frutos de bananeiras.** Acta Amazônica, 2009. Disponível em:

<https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/392/PDF/v39n2a22.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

BONIOLO, M. R. **Biossorção de urânio nas cascas de banana.** Dissertação de mestrado em Ciências na área de tecnologia nuclear – Materiais. São Paulo, 2008.

CALFA, B. A.; TOREM, M. L. **Uso de Biomassa em Processo Combinado Biossorção/Flotação para Remoção de Metais Pesados.** Relatório de Atividades do Projeto de Iniciação científica, 01 de agosto de 2004 a 31 de julho de 2007. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

CETESB, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ficha de Informação Toxicológica do Manganês.** Divisão de Toxicologia, Genotoxicidade e Microbiologia Ambiental. São Paulo, 2012. Disponível em:

<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/manganes.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2014.

CHEIS, D. **Os danos que o Cromo Hexavalente pode causar á saúde.** Revista TAE, especializada em tratamento de água e efluentes. Disponível em: <http://revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=6928&genero=11>. Acesso em: 27 ago. 2014.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011.** Brasília, DF.

COSTA, F. O.; SILVA, A. M.; CARVALHO, E. S.; SILVA, V. L. M. M.; LIMA, L. M. R. **Uso da casca da banana como bioadsorvente em leito Diferencial na adsorção de compostos orgânicos.** Paraíba: UEPB, 2012. Disponível em: [http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/f038abf38ac6f44249b441ca54804696\\_161.pdf](http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/f038abf38ac6f44249b441ca54804696_161.pdf). Acesso em: 25 mar. 2014.

EMBRAPA, **Fermentação.** Ageitec–Agência Embrapa de Informação Tecnológica. s.d. Disponível em: [\[decucar/arvore/CONTAG01\\\_105\\\_22122006154841.html\]\(http://decucar/arvore/CONTAG01\_105\_22122006154841.html\). Acesso em: 25 mar. 2014.](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

FIORAVANÇO, J. C. **Mercado mundial da Banana: produção, comércio e participação Brasileira.** Disponível em:

<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/publicacoes/pdf/tec2-1003.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

GOULART, C. M.; MARINHO, I. M. L.; SOUZA, M. M. **Estudo da remoção de metais pesados utilizando como Biossorventes resíduos agrícolas.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais: Barbacena;2012. Disponível em:

[https://www.ufmg.br/proex/ddc/ufmgjovem2012/docs/mtrab/07-remocao\\_metais\\_pesados.pdf](https://www.ufmg.br/proex/ddc/ufmgjovem2012/docs/mtrab/07-remocao_metais_pesados.pdf). Acesso em: 25 mar. 2014.

J. FILHO, C.; MOTA, D. L. F.; SEOLLATO, A. A. **Avaliação da eficiência da adsorção de chumbo, cádmio e cromo pela biomassa da casca do pequi (Caryocar brasiliense Camb.).** Goiás: UFG, s.d.

Disponível em:

[http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pibic/trabalhos/CARLOS\\_J.PDF](http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pibic/trabalhos/CARLOS_J.PDF). Acesso em: 25 mar. 2014.

LAUDEANO, A. C. G.; BOSCO, T. C. D.; PRATES, K. V. M. C.; AUTOR DO TRABALHO. **Proposta de gerenciamento de resíduos químicos para Laboratórios de instituições de ensino.** In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2011, Londrina. 1 – 10. Disponível em <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/IX-008.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

LIMA, A. G. B.; NEBRA, S. A.; QUEIROZA, M. R. **Aspectos científico e tecnológico da banana.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.2, nº1, 2000.

LIMA, L. C.; COSTA, S. M.; DIAS, M. S. C.; MARTINS, R. N.; RIBEIRO JUNIOR, P. M. **Controle do amadurecimento da banana “Prata-ana” armazenada sob refrigeração e atmosfera modificada passiva com uso do 1-metilciclopropeno.** Cienc. Agrotec. vol.29 nº2 Lavras, 2005.

MORAES, A. B. V. D.; RIBEIRO, A. M. C.; PRADO, B. G.; ALMEIDA, C. B. S.; LUZ, C. P.; CINALLI, D. P.; DANIEL, F. A.; SARAVALLI, F. M.; CHAVES, M. L. C.; DANIEL, M. S. **Biossorção de Metais Pesados.** In: IX SIMPÓSIO DE BASE EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS NATURAIS, 2011. Universidade Federal do ABC. 1 – 2. Disponível em:

[http://becn.ufabc.edu.br/guias/processos\\_transformacao/resumo/PT\\_E2\\_D\\_02.pdf](http://becn.ufabc.edu.br/guias/processos_transformacao/resumo/PT_E2_D_02.pdf). Acesso em: 23 abr. 2014.



NIEDERSBERG, C. **Ensaio de adsorção com carvão ativado produzido a partir da casca do Tungue (*Aleuritesfordii*), resíduo do processo de óleo.** Dissertação de Pós-graduação em Tecnologia ambiental, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, 2012.

PEREIRA, L. V.; ANDRADE, J. C.; FRÁGUAS, J. C.; ABRAHÃO, E.; ALVARENGA, A. A. **Análise do comércio de bananas em Lavras – Minas Gerais.** Minas Gerais: UFLA, 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542009000300028](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000300028). Acesso em: 25 mar. 2014.

PINO, G. A. H. **Biossorção de metais pesados utilizando pó da casca de coco verde (*cocos nucifera*).** Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2005.

PRASAD, S.; LEITE, V. D. **Estudo da formação de complexos pelo processo de biossorção.** Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2006. Disponível em: [http://www.ppgq.quimica.ufpb.br/teses/AldreJMB\\_Tese%20de%20Doutorado.pdf](http://www.ppgq.quimica.ufpb.br/teses/AldreJMB_Tese%20de%20Doutorado.pdf). Acesso em: 27 mai. 2014.

RIBEIRO, I. C. M.; ROSOLEM, J. C.; GRUBHOFER, N. J.; ANDRADES, S. A. **O cromo e o meio ambiente. Seminário de Química Ambiental.** Centro Universitário Franciscano. Curitiba, 2009.

ROSSO, S. R. **Aproveitamento do resíduo da agroindústria da banana: caracterização química e levantamento de parâmetros termodinâmicos.** Dissertação de pós-graduação em Engenharia de Alimentos. Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

SANTO, D. M. **Desenvolvimento de um modelo “in vitro” para o estudo do mecanismo de toxicidade do manganês a nível do sistema nervoso central.** Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa. Lisboa, 2007.

SANTOS, M. **Casca de banana é usada na despoluição da água.** São Paulo: USP, 2013. Disponível em: <http://www.usp.br/agen/?p=135446>. Acesso em: 25 mar. 2014.

SEAPA, SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Perfil da Fruticultura 2014, Base de dados de 2012 e 1013.** Minas Gerais, 2014. Disponível em: [http://www.agricultura.mg.gov.br/images/files/perfil/perfil\\_fruticultura\\_2014.pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/files/perfil/perfil_fruticultura_2014.pdf). Acesso em: 06 ago. 2014.

SILVA, E.P. **Biossorção de cádmio utilizando o *Aspergillus Niger*.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2002, Natal. Disponível em: [http://www.anp.gov.br/CapitalHumano/Arquivos/PRH14/Edmilson-Pinto-da-Silva\\_PRH14\\_UFRN\\_G.PDF](http://www.anp.gov.br/CapitalHumano/Arquivos/PRH14/Edmilson-Pinto-da-Silva_PRH14_UFRN_G.PDF). Acesso em: 27 mai. 2014.

VITTI, A. **Análise da competitividade da fruticultura brasileira frente à mundial.** Artigo apresentado no XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (Sober); Rio Branco – AC, 2008. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/pdf/2008%20Competitividade%20da%20fruticultura.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2014.

VITTA, P. B. D. **Gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa: procedimentos gerais.** Instituto de química da Universidade de São Paulo, s.d. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/met/images/arquivos/17MET/minicursos/minicurso%20patricia%20texto.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2014.

VIZU, J. F.; SILVA, B. C.; ALVES, E. C.; GERVÁSIO, A. K. N. **Beneficiamento da casca de banana em produção de doces em pasta agregando valor nutritivo.** Seminário de Iniciação Científica, 2012. Departamento de pesquisa, inovação e pós-graduação. Disponível em: [http://www.ifrocolorado.com.br/download/anais/iisic/Resumo\\_expandido\\_Juliana\\_Vizu.pdf](http://www.ifrocolorado.com.br/download/anais/iisic/Resumo_expandido_Juliana_Vizu.pdf). Acesso em: 15 mai. 2014.