

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL

Daiane Luiza Schwarz
Larissa Ferreira Caldeira
Laura Fernanda Borck Larroza
Naoma de Castro Américo
Sophia Cardoso

**ANÁLISE DA ADSORÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ PARA REMOÇÃO
DO CORANTE TÊXTIL AZUL DE METILENO.**

Jaraguá do Sul
Novembro/2013

DAIANE LUIZA SCHWARZ
LARISSA FERREIRA CALDEIRA
LAURA FERNANDA BORCK LARROZA
NAOMA DE CASTRO AMÉRICO
SOPHIA CARDOSO

**ANÁLISE DA ADSORÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ PARA REMOÇÃO DO
CORANTE TÊXTIL AZUL DE METILENO.**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando os Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul.

Orientador(a): Giovani Pakuszewski.

Coordenador: Júlio Eduardo Bortolini.

Jaraguá do Sul

Novembro/2013

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Concentrações utilizadas nos experimentos.....	13
Tabela 2	Tempo e adsorbância da solução 1 com cinza da casca de arroz.....	14
Tabela 3	Tempo e adsorbância da solução 2 com cinza da casca de arroz.....	15
Tabela 4	Tempo e adsorbância da solução 3 com cinza da casca de arroz.....	15
Tabela 5	Tempo e adsorbância da solução 4 com cinza da casca de arroz.....	16
Tabela 6	Tempo e adsorbância da solução 5 com cinza da casca de arroz.....	16
Tabela 7	Tempo e adsorbância da solução 6 com cinza da casca de arroz.....	17
Tabela 8	Tempo e adsorbância da solução 7 com cinza da casca de arroz.....	17
Tabela 9	Tempo e adsorbância da solução com carvão ativado	20
Tabela 10	Tempo e adsorbância com cinza da casca de arroz.	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Teste realizado com filtração.	20
Figura 2 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 1.	22
Figura 3 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 2.	22
Figura 4 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 3.	23
Figura 5 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 4.	23
Figura 6 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 5.	24
Figura 7 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 6.	24
Figura 8 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 7.	25
Figura 9 Comparação das soluções a tempo zero (esquerda) até tempo 240min (direita) da solução 6.	26

RESUMO

O trabalho tem por objetivo principal comparar a eficiência da cinza da casca de arroz na adsorção de corante em relação ao carvão ativado, foi realizada uma visita a uma indústria de beneficiamento de arroz para compreender o processo e coletar amostras de cinza de casca de arroz para posteriormente fazer análises laboratoriais. No laboratório foram feitas soluções do corante azul de metileno em diversas concentrações e colocadas em contato com 5g do adsorvente (cinza da casca do arroz) sob agitação constante. Os resultados laboratoriais apontaram para uma eficiência da cinza da casca de arroz, mas numa proporção de 5g em massa para 1g de carvão ativado. Ressalta-se que a cinza da casca de arroz não recebeu nenhum tratamento prévio antes da adsorção. São necessários estudos posteriores para apresentação de resultados quantitativos.

Palavras chave: Adsorção; Cinza da casca de arroz; Azul de metileno.

SUMÁRIO

1.Introdução.....	7
2.Revisão Bibliográfica.....	9
3.Metodologia.....	13
3.1 Materiais.....	13
3.2 Resultados.....	13
3.3 Discussão dos objetivos.....	15
3.4 Discussão dos resultados.....	15
4.Conclusão.....	28
5.Referências.....	29

1. INTRODUÇÃO

Para relacionar o tema com a vida, foi baseada no objetivo de ligar a grande quantidade de casca de arroz, subproduto gerado por indústrias de beneficiamento de arroz, à grande quantidade de efluentes, provenientes de indústrias têxteis, sendo que ambas as indústrias são muito presentes em nossa região.

Estima-se que aproximadamente 90% dos produtos químicos utilizados no processo de coloração de fibras são eliminados nos efluentes após cumprirem suas funções, e estes efluentes muitas vezes não são tratados adequadamente, assim seu conteúdo tóxico vem comprometendo a qualidade da água e do solo e agravando diversos problemas, tanto ecológicos como a saúde humana.

Como estes efluentes são provenientes de indústrias têxteis, apresentam como principal característica a cor, resultante dos corantes utilizados no processo de tingimento, esta cor apresenta grande risco à vida aquática, pois dificulta a transmissão de luz solar para dentro da água, interferindo na atividade de fotossíntese das plantas presentes neste ecossistema e também prejudica o processo respiratório dos organismos vivos ali presentes, pois consome o oxigênio dissolvido na água através de sua degradação, além dos malefícios que esta água ingerida direta ou indiretamente causa a saúde humana.

Todos estes agravantes causados pelo mau tratamento dos efluentes provenientes de indústrias têxteis têm despertado necessidades de novas técnicas que visam à remoção dos agentes tóxicos presentes nestes efluentes de uma forma econômica e sustentável, como a utilização de bioadsorventes que cumprem este papel, reaproveitando material orgânico sem utilidade.

Depois da queima da casca de arroz, a cinza pode ser usada como adubo ou vendida como carga inerte para fabricação de pneu e cimento. Também a cinza pode ser utilizada como adsorvente devida as suas propriedades que dependem significativamente do processo de queima da mesma. O processo pode gerar cinzas com estruturas variáveis (amorfas e/ou cristalinas) o que depende do tipo de equipamento utilizado, do tempo de exposição da casca do arroz e da temperatura de queima. Uma casca de arroz mais escura (preta) é rica em carbonos fixos e é obtida em baixas temperaturas ou um tempo de queima

curto, já uma cinza mais clara (cinza) indica a oxidação de carbonos fixos da cinza. A queima ideal da casca do arroz é necessária para que a cinza possa ser usada como adsorvente, para isso, tem que apresentar uma boa estabilidade química, alta resistência e possuir uma estrutura granular e porosa.

Neste trabalho utilizou-se a cinza da casca de arroz como adsorvente do corante azul de metileno, onde sua eficiência foi comparada com a do carvão ativado, analisando a possibilidade da substituição deste pela cinza da casca de arroz em estações de tratamento de efluentes e/ou afluentes. Estas análises foram feitas a partir da comparação das propriedades físico-químicas de ambos.

Foi realizada uma visita técnica em uma indústria de beneficiamento de arroz e levantada a quantidade de resíduo de casca de arroz produzida durante seu beneficiamento e qual é o destino dado pelas agroindústrias da região a este rejeito.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O carvão ativado é obtido a partir da queima, com temperatura controlada, de certos tipos de matéria orgânica. É composto por carbono e tratado com oxigênio que abre espaços entre os átomos de carbono, aumentando sua área para ligação e assim aumentando sua capacidade adsorvente. É utilizado na remoção de substâncias em soluções, que tenham como base o carbono, ou também o cloro, sendo eventualmente usado também para filtrar gases. Como o carbono tem um limite de ligações, no momento em que todos os pontos de ligações estiverem preenchidos, o filtro satura, num período de aproximadamente um ano, e para de funcionar, tendo que ser substituído.

A casca de arroz é um produto fibroso, composto por celulose, lignina e matéria orgânica. A cinza da casca de arroz contém grupos com potencial de adsorção, o que contribui para o processo de remoção de impurezas da água. Sendo assim, a cinza da casca de arroz pode ser considerada um bioadsorvente.

Bioadsorventes são em sua grande maioria, matérias que a princípio são resíduos de algum processo da produção industrial, mas que acaba sendo comumente reutilizado processo de remoção de impurezas.

Segundo o dicionário Houaiss (2009 p.6), absorção é: “processo químico em que uma substância é retida no interior de outra”.

Já adsorção, segundo o dicionário da língua portuguesa Houaiss (pág.16), é um “processo químico em que íons, átomos ou moléculas são retidos na superfície de um sólido ou líquido”. Ou seja, adsorção é o ato de fixar partículas de uma solução na superfície do adsorvente até se obter uma condição de equilíbrio.

O processo utilizado na remoção de corantes e pigmentos quando o material utilizado é a cinza da casca de arroz, é o de adsorção. Porém existem dois tipos de adsorção, a química e a física.

A adsorção química acontece quando há o compartilhamento ou troca de elétrons entre o adsorbato, material que se une à superfície e o adsorvente, para isso, ocorrem ligações não tão fortes como as ligações atômicas ou moleculares, mas que necessitariam de energia para reverter o processo (Mucciato, 2006 p. 5).

Já na adsorção física, a natureza do adsorvente não é alterada. Neste processo a adesão do adsorbato no adsorvente se dá pelas forças atrativas chamadas de Van der Waals e a reversibilidade deste processo depende da intensidade das forças atrativas entre o adsorbato e o adsorvente, ou seja, se esta for fraca o processo será facilitado (Mucciaccito, 2006 p. 5).

Foi pesquisado que em indústrias têxteis no processo de beneficiamento da matéria prima para a confecção de tecidos existem muitas etapas, entre elas o tingimento, processo que modifica a cor da fibra. Para isso são utilizados compostos orgânicos que tem capacidade de colorir a matéria utilizada, na maioria esses processos são feitos na presença de água, resíduos de corantes ficam na mesma. Esses corantes em sua maioria são tóxicos e não biodegradável. Essas indústrias apresentam grandes riscos, tanto ambientais como sociais, visto que, se não realizado o descarte correto os efluentes podem contaminar rios, lagos, solo e até a atmosfera.

Pode-se afirmar que em Jaraguá do Sul existe um número consideravelmente grande de indústrias que atuam neste ramo. Outro ramo industrial presente na cidade é a indústria de beneficiamento de arroz. Nesse processo, um dos subprodutos gerados é a casca de arroz. De acordo com informações coletadas durante a visita técnica o processo de beneficiamento de arroz gera cerca de 18% de casca de arroz do produto total. Considerando que a produção mensal é de 900.000kg de arroz parbolizado pode-se concluir que são gerados aproximadamente 200.000kg de casca de arroz. São consumidas cerca de cinco toneladas de casca de arroz por hora pelas caldeiras, onde são queimadas para a geração de energia calorífica para a produção de vapor superaquecido na caldeira para a secagem do arroz e o excedente para a produção de energia elétrica. Essa quantidade de energia elétrica produzida supre em parte a necessidade de energia elétrica da empresa.

O subproduto gerado da queima da casca de arroz é a cinza, que pode ser utilizada de varias maneira, sendo a mais comum à venda para a produção de cimento e pneus, e também utilizada como adubo. Mas o objetivo do trabalho é encontrar uma nova utilidade para a cinza da casca de arroz que é sua utilização com adsorvente de corantes. Em torno de 90% dos produtos químicos utilizados no processo de coloração de fibras são eliminados nos efluentes após cumprirem suas funções, estes efluentes muitas vezes não são tratados adequadamente e

seu conteúdo tóxico compromete a qualidade da água, solo e do ambiente onde foram descartados, agravando diversos problemas ambientais e de saúde pública.

A água para consumo indireto pelo Homem é aquela utilizada para o trato de animais, irrigação de plantas e uso domiciliar. Já água potável é a água ingerida diretamente pelo Homem e entra em contato com seu organismo. Esta possui padrões rigorosos a serem seguidos para atestar a sua qualidade.

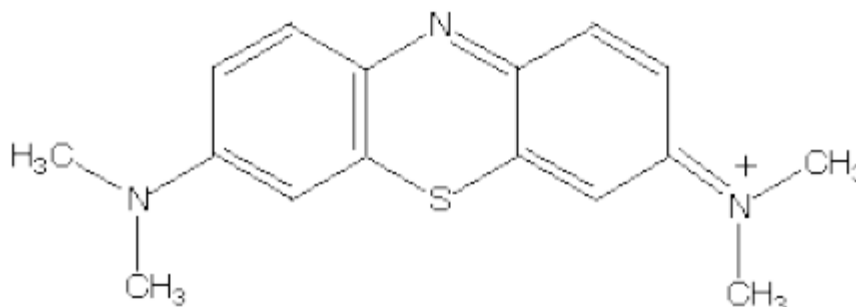
Certas propriedades do corante azul de metileno tornam o tratamento do efluente mais complexo e sendo catiônico tem alta reatividade, podendo reagir com vários substratos. Conforme a Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (2009) o azul de metileno é um corante básico, orgânico, aromático, bastante solúvel em álcool e água e pertencente à classe das fenotiazinas. Seu ponto de fusão é entre 100°C a 110°C e sofre decomposição térmica próximo ao seu ponto de ebulição, gerando óxidos de nitrogênio, enxofre e carbono. Em condições normais o uso e o armazenamento são estáveis.

Bastante empregado nas indústrias têxteis é usado para tingir materiais como poliésteres e nylons. Quando despejado no rio, se torna tóxico para o meio aquático, pois quando aquecido pode se transformar em óxido de enxofre e óxido nítrico diminuindo a quantidade de oxigênio e modificando as propriedades físico-químicas da água.

Quando inalado, o corante não causa grandes problemas, mas quando ingerido causa queimaduras na boca, provoca vômito, náuseas entre outros. São cristais esverdeados, não possui odor. Seu ponto de fusão é bastante alto, assim quando jogado no meio ambiente não ocorre à produção dos óxidos. O azul de metileno quando é jogado no ar tem afinidade e reagir com os radicais de hidroxilas produzidas fotoquimicamente.

Fórmula molecular do azul de metileno: $[C_{16}H_{18}N_3S] Cl \cdot 3H_2O$

Forma estrutural do azul de metileno catiônico:



Para analisar a capacidade de adsorção da cinza da casca de arroz foi utilizado um espectrofotômetro.

Espectrofotômetros são instrumentos capazes de registrar dados de absorvância ou transmitância em função do comprimento de onda. A espectrofotometria visível e a ultravioleta são um dos métodos mais usados para determinações analíticas em diversas áreas. É aplicada em determinações de compostos orgânicos e inorgânicos, como, por exemplo, na identificação do princípio ativo de alguns fármacos. A adsorção da região visível e ultravioleta depende, em primeiro lugar, do número e do arranjo dos elétrons nas moléculas ou íons adsorventes. Como consequência, o pico de adsorção pode ser correlacionado com o tipo de ligação que existe na espécie que está sendo estudada.

Segundo pesquisas já feitas nessa área o comprimento de onda do azul de metileno captada no aparelho é de 665nm e para que haja uma precisão na leitura, o valor lido pelo aparelho deve estar entre 0,030 e 1,000. Caso o valor esteja fora desta faixa o aparelho pode apresentar medidas errôneas.

Uma interferência importante nos resultados de adsorbância está relacionada à presença de partículas dispersas na solução analisada, podendo ocasionar o efeito Tyndall. Segundo Varanda e Jafelicci (1999):

“Colóides são misturas heterogêneas de pelo menos duas fases diferentes, com a matéria de uma das fases na forma finamente dividida (sólido, líquido ou gás), denominada fase dispersa, misturada com a fase contínua (sólido, líquido ou gás), denominada meio de dispersão. A ciência dos colóides está relacionada com o estudo dos sistemas nos quais pelo menos um dos componentes da mistura apresenta uma dimensão no intervalo de 1 a 1000 nanômetros (1 nm = 10⁻⁹ m)”.

3.METODOLOGIA

3.1 Materiais:

Os adsorventes utilizados foram a cinza da casca de arroz, com granulação indefinida, que foi obtida numa indústria de beneficiamento de arroz local e o carvão ativado com granulação de 4micras.

Para o preparo das soluções foi utilizado o corante azul de metileno (de massa $373,9 \text{ g.mol}^{-1}$ e fórmula molecular $[\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{S}] \text{ Cl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), diluído, em diferentes concentrações em água destilada.

Para a pesagem dos adsorventes foram utilizadas balanças semi-analíticas com precisão de duas casas decimais. Já para a pesagem dos corantes, utilizaram-se balanças analíticas com precisão de quatro casas decimais.

Durantes os ensaios laboratoriais foram utilizados o agitador magnético e banho termostatizado para manter a solução de azul de metileno em contato com todo o adsorvente e garantir a uniformidade do processo de adsorção.

Depois de determinados intervalos de tempo, foram coletadas alíquotas das soluções que estavam em contato com o adsorvente, posterior diluição e após, efetuadas as análises espectrofotométricas e leituras do valor das adsorbâncias.

3.2 Resultados:

Inicialmente peneirou-se a cinza para eliminação de partículas maiores. Após, pesou-se 7 erlenmeyers, 5g de cinza da casca de arroz em cada um.

Utilizando a balança analítica, foram pesadas as quantidades necessárias de corante para preparar as soluções, conforme a tabela abaixo:

Tabela 1 Concentrações utilizadas nos experimentos.

Soluções	Concentrações (Mol.L⁻¹)	Massa (g)
1	0,00149	0,1392
2	0,006	0,56085
3	0,00198	0,1850
4	0,004002	0,3740
5	0,002502	0,2338
6	0,003	0,2804
7	0,0005	0,0467

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Depois de pesados, foram diluídos em água destilada, obtendo assim 250ml de cada solução, chamadas de soluções mães.

Destas soluções mães foram retiradas amostras de 50ml de cada uma e estas mesmas foram postas em contato com os 5g de adsorvente nos erlenmeyers. Estes erlenmeyers foram colocados em banho termostaticado, onde eram agitados durante todo o processo.

Logo após a solução entrar em contato com o adsorvente o cronômetro era disparado e em tempos predefinidos eram coletadas alíquotas de 0,2ml da solução que eram diluídas em água destilada avolumando para 100ml. Desta solução diluída, era lida sua adsorbância no espectrofotômetro, tendo assim valores de adsorbância contra o tempo. Este valor também foi lido no tempo zero, quando ainda não havia entrado em contato com o adsorvente, para que pudesse ser feita uma comparação com os demais tempos. Estes valores, depois de tabelados foram plotados em gráficos de adsorbância X tempo.

Os intervalos de tempo em que as alíquotas eram coletadas foram de 5min, 15min, 30min, 60min, 90min, 120min, podendo chegar ao 180min ou até 300min dependendo da concentração da solução, que interferia no tempo necessário para que a reação entrasse em equilíbrio. Os valores da adsorbância encontrados, em função do tempo, foram os seguintes:

Tabela 2 Tempo e adsorbância da solução 1 ($0,00149 \text{ Mol.L}^{-1}$) com cinza da casca de arroz

Tempo (m)	Absorbância
0	0,240
5	0,068
15	0,047
30	0,027
60	0,020
90	0,023
120	0,020

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Tabela 3 Tempo e adsorbância da solução 2 ($0,006 \text{ Mol.L}^{-1}$) com cinza da casca de arroz

Tempo (m)	Absorbância
0	0,796
5	0,457
15	0,528
30	0,505
60	0,545
90	0,483
120	0,537
150	0,458
180	0,483

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Tabela 4 Tempo e adsorbância da solução 3 ($0,00198 \text{ Mol.L}^{-1}$) com cinza da casca de arroz

Tempo (m)	Absorbância
0	0,273
5	0,091
15	0,069
30	0,029
60	0,023
90	0,027
120	0,016

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Tabela 5 Tempo e adsorbância da solução 4 ($0,004002 \text{ Mol.L}^{-1}$) com cinza da casca de arroz

Tempo (m)	Absorbância
0	0,615
5	0,441
15	0,363
30	0,303
60	0,330
90	0,328
120	0,257
180	0,197
240	0,175
300	0,171

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Tabela 6 Tempo e adsorbância da solução 5 ($0,002502 \text{ Mol.L}^{-1}$) com cinza da casca de arroz

Tempo (m)	Absorbância
0	0,377
5	0,200
15	0,172
30	0,140
60	0,119
90	0,096
120	0,084
180	0,027
240	0,017

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Tabela 7 Tempo e adsorbância da solução 6 (0,003 Mol.L⁻¹) com cinza da casca de arroz

Tempo (m)	Absorbância
0	0,442
5	0,288
15	0,232
30	0,209
60	0,176
90	0,137
120	0,144
180	0,150
240	0,143

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Tabela 8 Tempo e adsorbância da solução 7 (0,0005 Mol.L⁻¹) com cinza da casca de arroz

Tempo (m)	Absorbância
0	0,104
1	0,037
2	0,027
3	0,032
5	0,017
10	0,020
15	0,021
30	0,019
60	0,018

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

3.3 Discussão dos objetivos:

No projeto inicial foram estipulados objetivos, além do específico, para a realização do trabalho. Estes objetivos eram realizar visitas técnicas a indústrias de beneficiamento de arroz e estações de tratamento de efluentes têxteis onde nestas visitas e com o auxílio de algumas literaturas seriam feitos levantamentos da quantidade de resíduo de casca de arroz produzida durante o processo de beneficiamento e qual seria seu destino, quais seriam os principais corantes utilizados na indústria têxtil e por fim a realização de ensaios laboratoriais com o intuito de analisar a eficiência do carvão ativado e da cinza da casca de arroz como adsorvente, e quais corantes têxteis seriam melhores adsorvidos.

Dependendo dos resultados obtidos seria analisada a possibilidade da troca do carvão ativado pela cinza da casca de arroz no tratamento de efluentes têxteis, já que seria um processo mais sustentável, pois usaria um subproduto já formado evitando a compra ou até mesmo a produção do carvão ativado.

Quando foi retomado o projeto para dar continuidade, verificou-se a necessidade de alteração de alguns dos objetivos devido à falta de tempo para a realização do trabalho que até então era muito abrangente. A principal destas alterações foi à substituição dos corantes têxteis pelo corante azul de metileno, pois a construção da curva de calibração do espectrofotômetro envolvia estudos e funções que não seriam compatíveis com o curto espaço de tempo fornecido. Porém, o objetivo de analisar a adsorbância dos corantes mais utilizados em indústrias têxteis não foi abandonado, pretendendo dar continuidade no projeto de pesquisa posterior. Portanto, com esta troca descartou-se a necessidade de fazer visitas técnicas a estações de tratamento de efluentes têxteis e de levantar os corantes mais utilizados por estas indústrias.

Na indústria de beneficiamento de arroz que se conseguiu a cinza que foi utilizada em todo o trabalho. Conheceu-se todo o processo de beneficiamento, respondendo as dúvidas do grupo.

3.4 Discussão dos resultados:

O primeiro teste realizado foi com a cinza da casca de arroz com 50ml da primeira solução em um erlenmeyer junto com 1g do adsorvente no agitador magnético.

Alíquotas de 1ml eram coletadas e avolumadas em balão de 50ml, a concentração continuava muito acima do qual o aparelho podia ler, então a solução foi diluída mais uma vez para 100ml e depois para 250ml e mesmo assim o resultado foi de 1,585 no tempo de 1min, ultrapassando o limite de 1. Os testes prosseguiram para que houvesse a certeza de que a cinza realmente adsorvia. No tempo de 3min esse número já caiu para 0,831 e em 5min foi para 0,885 o que comprovou que adsorve, porém os valores não puderam ser utilizados por terem ultrapassado o limite de leitura do espectrofotômetro. Então verificou-se que a solução ainda estava muito concentrada, descartando-as. Notou-se também que no tempo de 5min o valor da adsorbância aumentou, a princípio pensou-se ser apenas um erro de leitura, deixando estas soluções e seus respectivos valores de adsorção de lado e passou-se a fazer novos testes.

O primeiro teste foi com o carvão ativado utilizando a mesma solução mãe. Ao decorrer do tempo coletando amostras, foi notado que, como o carvão é muito fino algumas de suas partículas eram coletadas juntamente com as alíquotas da solução, formando uma dispersão coloidal que interferia na leitura da adsorbância.

O carvão ativado tinha cerca de 4micras e mesmo assim ficava disperso em solução o que se aproxima muito de colóides, já que essas partículas suspensas acabavam dispersando a luz, isso denomina-se efeito Tyndall. As soluções tratadas com carvão ativado ficavam em repouso, porém não ocorreu a precipitação.

Com a cinza verificou-se um aumento relativamente pequeno, mas considerável adsorbância das alíquotas coletadas aos 10min, mas posteriormente voltou a diminuir a adsorbância. Com a cinza também notou-se que houve uma pequena quantidade dispersa, porém essa precipitou em menos de cinco minutos e assim conseguiu-se fazer a leitura sem interferência perceptível.

A partir disto foram formuladas hipóteses, para tentar explicar o resultado inesperado obtido e para encontrar algumas formas de diminuir a quantidade de cinza dispersa na solução.

Para tentar eliminar a interferência das partículas dispersas efetuou-se a filtração, porém observou-se que o elemento filtrante (papel filtro ou algodão) competiam com o adsorvente pela adsorção do corante provocando falso resultado positivo.



Figura 1 Teste realizado com filtração.
 FONTE: Foto tirada pelo grupo.

Por consequência de reter a cor, os valores de adsorbância encontrados apresentavam diferença quando filtrados e não filtrados: com filtração = 0,136; sem filtração = 0,237. Decidiu-se então fazer todas as leituras sem filtrar e os dados coletados que podem ser observados abaixo:

Tabela 9 Tempo e adsorbância da solução com carvão ativado

Tempo (m)	Absorbância
0	0,062
5	0,067
15	0,066
30	0,066
60	0,073
120	0,069

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Tabela 10 Tempo e adsorbância com cinza da casca de arroz.

Tempo (m)	Absorbância
0	0,237
5	0,160
15	0,217
30	0,194
60	0,198
120	0,177
180	0,171
360	0,142
1020	0,137
1380	0,140

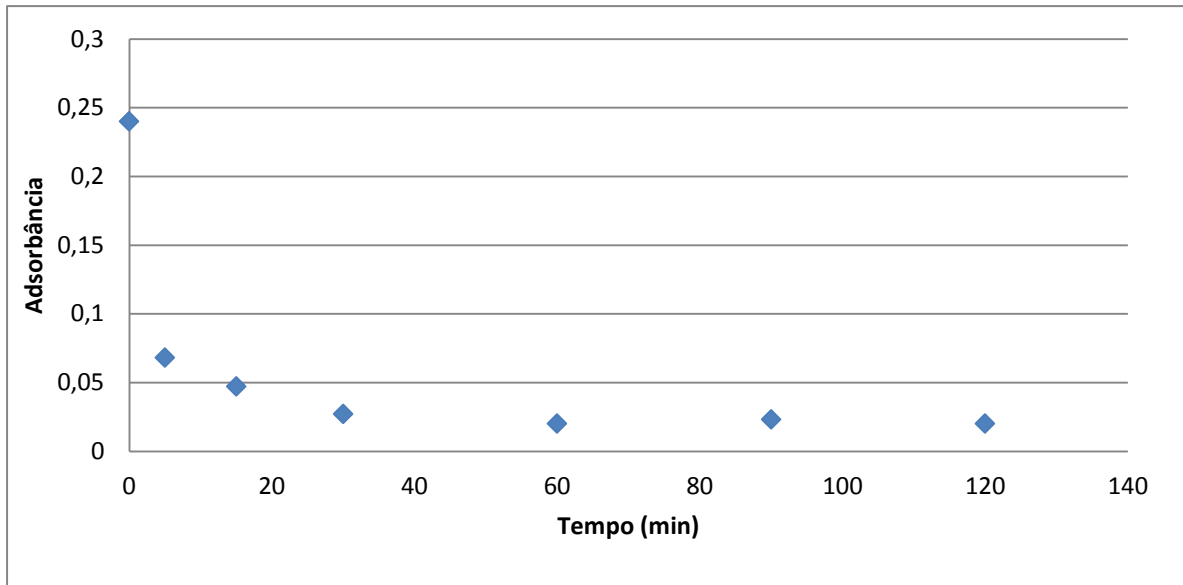
FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Reparou-se também que os valores de adsorbância coletados nas amostragens que reagiam com o carvão ativado permaneceram quase constantes, mas como havia dispersão coloidal, os valores coletados foram invalidados por não apresentarem confiabilidade. Apesar disso foram usados os resultados de maneira qualitativa apenas se ter uma ideia de qual seria a proporção de cinza da casca de arroz necessária para alcançar a eficiência do carvão ativado.

Os resultado do carvão ativado foram obtidos em cerca de uma hora, já os testes com a cinza da casca do arroz foram feitos durante 23 horas até alcançar o equilíbrio, então, como forma de diminuir esse tempo, foi aumentada a quantidade de adsorvente que reagiria com a solução. Assim, passou-se a utilizar 3g de cinza de casca de arroz, o que levou cerca de 9 horas até chegar ao equilíbrio e posteriormente elevando para 5g, que levou aproximadamente 2 horas.

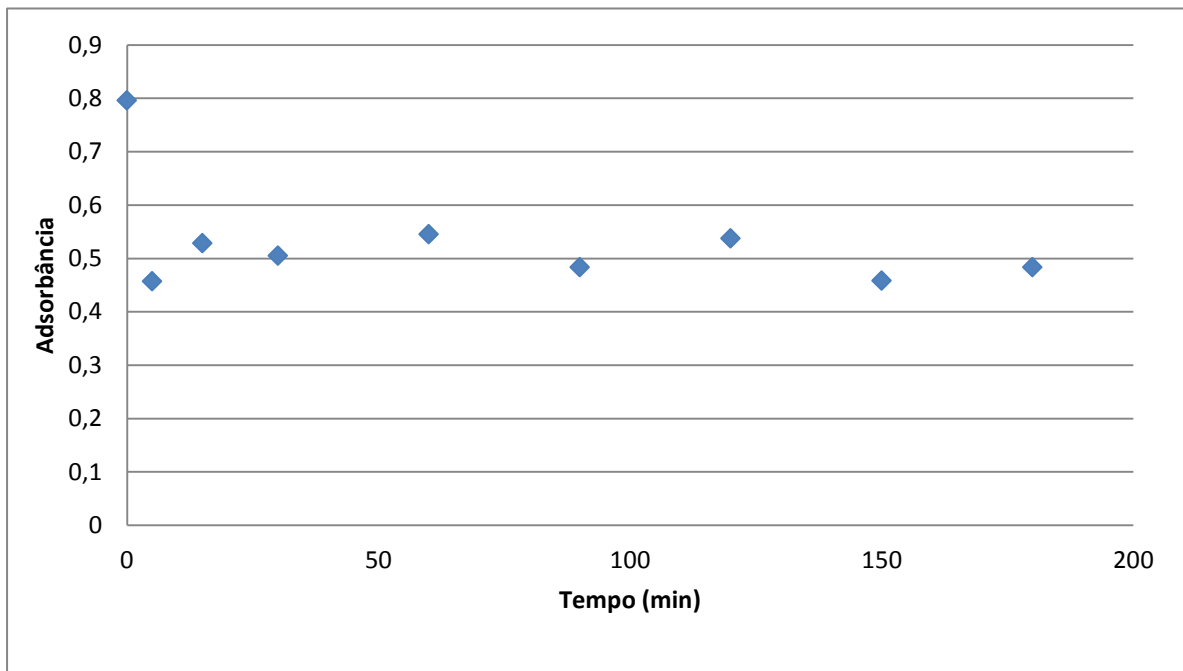
Já com os valores de adsorbância das sete soluções em seus respectivos tempos tabelados, foram plotados gráficos de adsorbância x tempo onde observa-se um decaimento exponencial na concentração do corante a desenvoltura da reação desde o tempo zero até que a reação estabilizasse, conforme apresentado abaixo.

Figura 2 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 1.

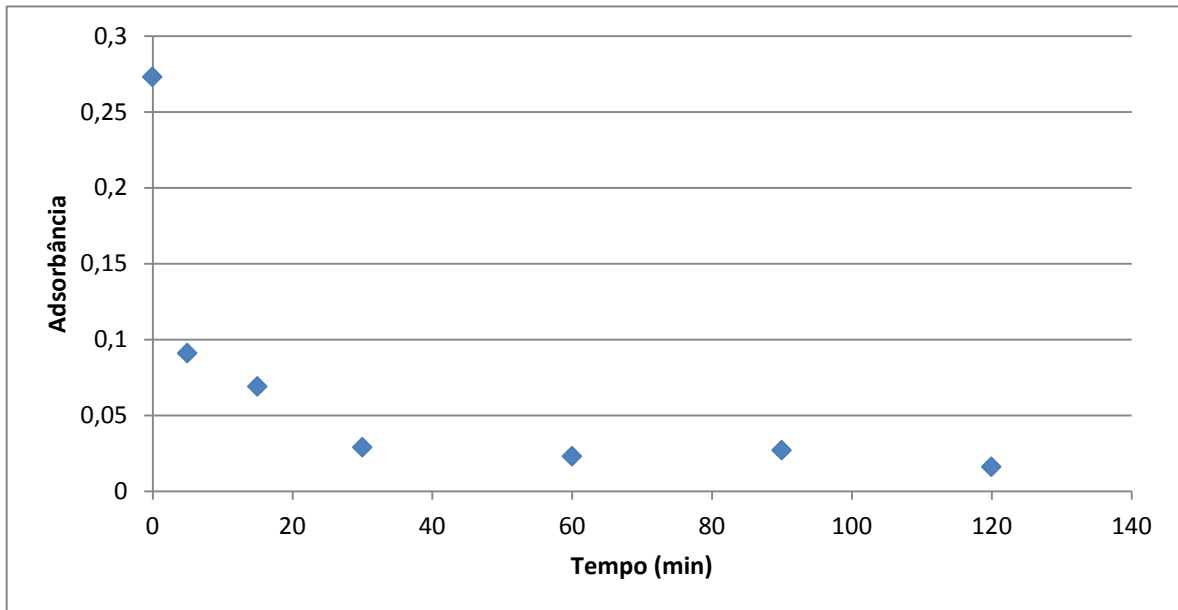


FONTE: Gráfico elaborado pela equipe.

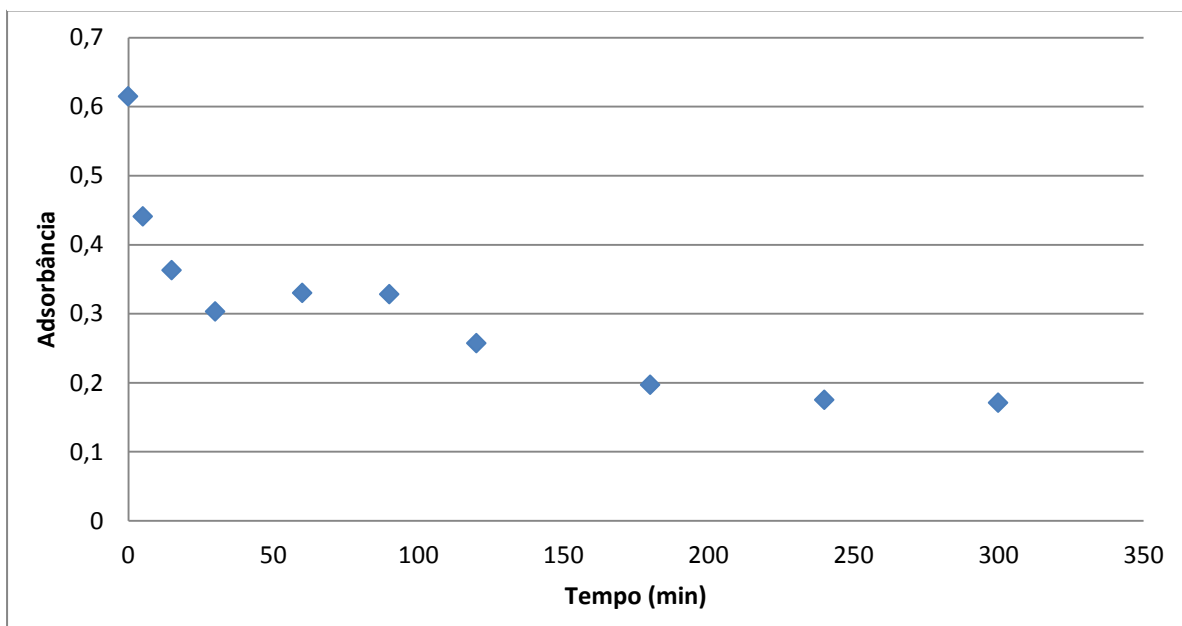
Figura 3 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 2.



FONTE: Gráfico elaborado pela equipe.

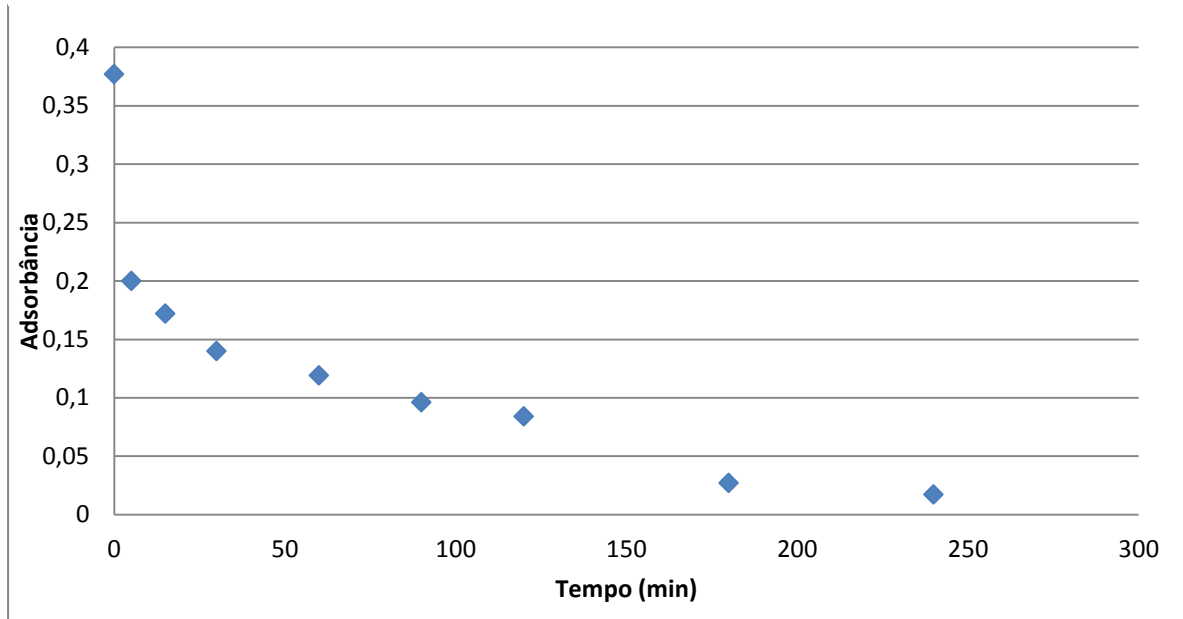
Figura 4 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 3.

FONTE: Gráfico elaborado pela equipe.

Figura 5 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 4.

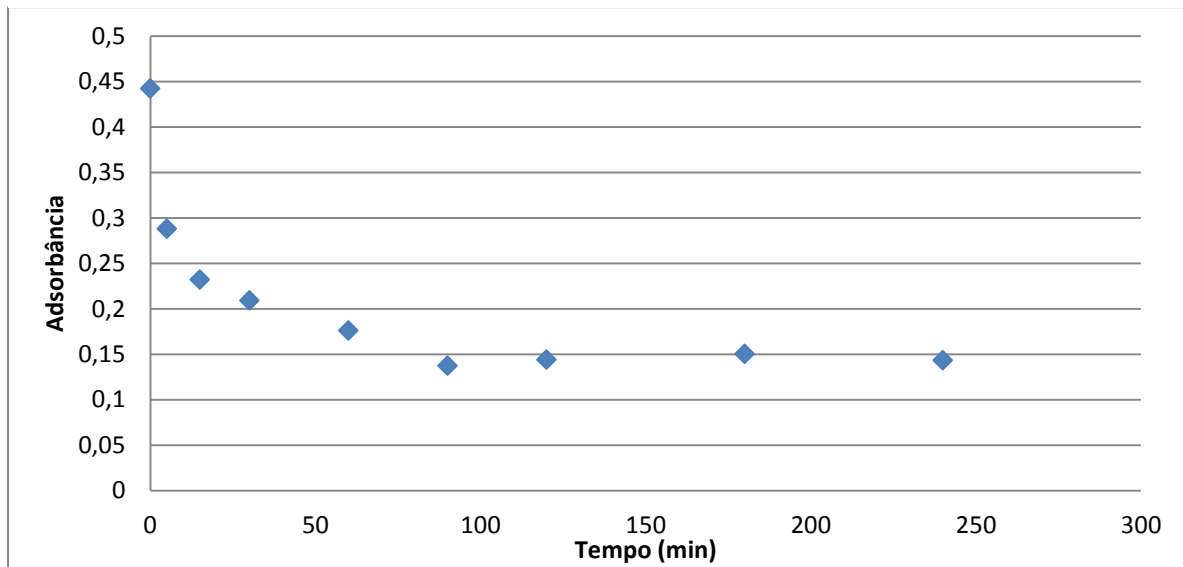
FONTE: Gráfico elaborado pela equipe.

Figura 6 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 5.

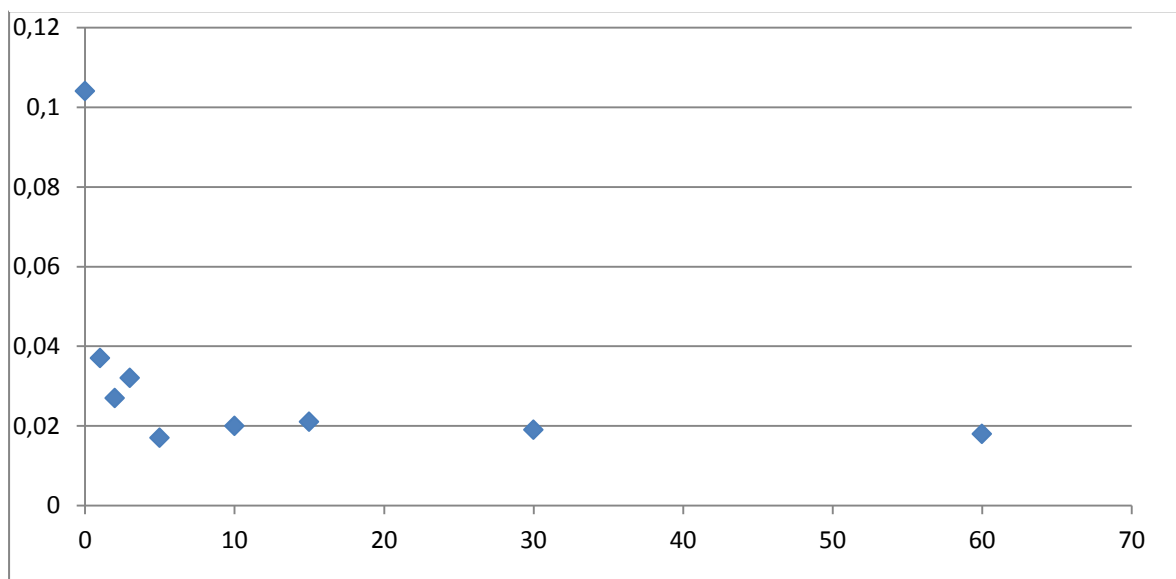


FONTE: Gráfico elaborado pela equipe.

Figura 7 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 6.



FONTE: Gráfico elaborado pela equipe.

Figura 8 Gráfico da adsorbância x Tempo da solução 7.

FONTE: Gráfico elaborado pela equipe.

Observou-se que com o passar do tempo, mesmo que com variações, a adsorbância das soluções analisadas diminuía mostrando assim que a cinza da casca de arroz estava agindo como adsorvente e conseqüentemente descolorindo as soluções. Esta afirmação pôde ser visualizada também a olho nu, quando eram comparadas as soluções coletadas e diluídas no tempo zero com a última solução coletada, conforme a imagem abaixo. Como o objetivo do trabalho, que era avaliar qualitativamente, e não quantitativamente, a adsorção do corante pela cinza da casca de arroz, verificou-se uma diminuição considerável nas concentrações do corante nas soluções após o contato com a cinza da casca de arroz.



Figura 9 Comparação das soluções a tempo zero (esquerda) até tempo 240min (direita) da solução 6.

FONTE: Foto tirada pela equipe.

Pôde-se notar também que em todas as leituras, havia sempre um ponto em que a adsorbância voltava a subir, sempre no mesmo ponto. Uma das hipóteses levantadas para o ocorrido foi de que durante o processo ocorre não somente a adsorção, mas também a absorção e outra pode ser a formação de dupla camada. Por isso, depois de um tempo, aumentava a concentração de corante na solução, mas voltava a cair em seguida.

Segundo os resultados apresentados acima, pode-se ter ideia do valor máximo de concentração que a cinza da casca de arroz é capaz de adsorver, pois na solução 2, que era a mais concentrada não teve muita alteração. Assim como a menos concentrada (solução 7) teve que sofrer algumas alterações nos intervalos de tempo em que eram retiradas as alíquotas, pois por ser pouco concentrada, as alterações foram muito rápidas e portanto, medidas em intervalos de tempo menores. Ou seja, acredita-se que os valores encontrados nas soluções mais concentradas apresentam um comportamento tão distinto por estarem no limite de concentração que o adsorvente tem capacidade de adsorver, ou até mesmo acima deste, apresentando-se constante e estável ao decorrer do tempo.

Mas apesar dos erros, pode ser afirmado com certeza de que a cinza da casca de arroz age sim como adsorvente do corante azul de metileno, o que nos da

à possibilidade de continuar com pesquisas deste material como adsorvente em um estudo futuro.

3. CONCLUSÃO

Quanto às propriedades da cinza da casca de arroz, quando comparada ao carvão ativado, pode-se dizer que são semelhantes, tendo vantagens e desvantagens. O carvão ativado adsorve com muito mais velocidade, enquanto que a cinza da casca de arroz para atingir essa velocidade necessita quintuplicar sua quantidade. Porém o resíduo de cinza da casca de arroz que dispersava na solução, precipitava com grande facilidade e desta forma não interferindo na leitura da adsorbância das amostras, enquanto as pequenas partículas de carvão ativado dispersas levavam muito tempo para que ocorresse a precipitação, formando uma dispersão coloidal que nos impossibilitou de fazer as leituras das amostras com carvão ativado já que influenciava na leitura no espectrofotômetro.

A problematização inicial era se existia viabilidade quanto à substituição do carvão ativado pela cinza da casca de arroz e qual as adaptações necessárias para a utilização desse material como adsorvente dos corantes.

Contudo, podemos concluir que a cinza da casca de arroz pode sim ser usada para adsorver colorações em soluções, porém tudo depende da concentração inicial do corante na solução e que embora necessite de uma maior quantidade de cinza para que atinja a mesma eficiência do carvão ativado pode ser utilizada em filtros, substituindo o mesmo ou até utilizando os dois adsorventes em um mesmo filtro.

Não foi possível determinar o tempo de saturação da cinza da casca de arroz, devido à falta de tempo. Também foi visto que existem outros fins dados à casca de arroz, e uma delas é dentro da própria indústria de beneficiamento, para gerar energia, e com isso a casca é transformada em cinza.

Foi pensado também em qual seria a destinação dos resíduos gerados após o processo de adsorção, que seria a cinza da casca de arroz contaminada com o corante, já que quando está apenas na forma de cinza, ela não é um resíduo perigoso, porém depois de saturada, acaba se tornando tóxico para o meio. Mas como o carvão ativado depois de saturado também tem um destino, o da cinza contaminada seria o mesmo: aterro industrial.

Essas foram às conclusões que conseguimos de acordo com os nossos objetivos.

4. REFERÊNCIAS

BRANDÃO L. Paulo Vitor; GROGÓRIO M. Airton; OTONI. Emiret; DA SILVA. Paulo Roberto; KRAUSER. Maike de Oliveira; HOLZBACH. Juliana C. Estudo da adsorção do corante azul de metileno em resíduos de babaçu. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. Vol. 3, N. 4: p. 166-171. Novembro, 2012.

HOUAISS, Antônio; VILLAS, Mauro de Salles; FRANCO, Francisco Manoel de Mello. *Houaiss*, minidicionário da língua portuguesa. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2009. Pág. 6 e 16.

HOWSTUFFWORKS. O que é carvão ativado e por que ele é usado em filtros?. 2000.

JEFELICCI J. Miguel; VARANDA. Laudemir C. O Mundo dos Coloides. **Química Nova na Escola**, n. 9, maio 1999.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Metodologia do trabalho científico. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MACHADO L. Alice; PAIVA N. Aline; JESSER S. Hecson; ALEXANDRE D. Isabel; PAPPIS. Lauren; TEIXAIRA N. Leticia; VIGNOLES N. Louise. Espectroscopia Visível e Ultravioleta. Santa Maria, RS.2009

MATTAR, *Maurício da Silva*; DA COSTA, *Helber Barcellos* e BELISÁRIO, *Marciela*. Emprego de bioadsorventes na remoção de corantes de efluentes provenientes de indústrias têxteis. Vitória, ES.

MAYER, Flávio Dias; HOFFMANN, Ronaldo; RUPPENTHAL, Janis E. Gestão energética, econômica e ambiental do resíduo casca de arroz em pequenas e médias agroindústrias de arroz. Bauru, SP. 2006.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 25ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

MUCCIACITO, João Carlos. Conceitos e aplicações do carvão ativado. Ano V, 22ª ed. Santo André, SP. 2006

POGGERE. Paula A; DAVIS. Rafael; MONTANHER. Silvana F; LOBO. Viviane da S. Azul de Metileno: Propriedades e Tratamentos. Toledo, PR. 2011.

POSSAMAI, Viviana. Reciclagem de resíduos agroindustriais: cinza de casca de arroz como fonte alternativa de sílica. Florianópolis, SC. 2005

RUDIO, Franz Victor; Introdução ao projeto de pesquisa científica. 36ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 23ª ed. São Paulo, 2007.

Agradecimentos: Laís Tomaselli Krause e Mayara da Silva e Fabiana Schramm Ferreira (Consultora Ambiental).