

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

**ANA CAROLINA POMINI PINTO
LETÍCIA DALCÓL MEDEIROS**

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ
COMO ADSORVENTE PARA REMOÇÃO DE BTEX DE
ÁGUAS CONTAMINADAS COM COMBUSTÍVEL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PONTA GROSSA
2017**

**ANA CAROLINA POMINI PINTO
LETICIA DALCÓL MEDEIROS**

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ
COMO ADSORVENTE PARA REMOÇÃO DE BTEX DE
ÁGUAS CONTAMINADAS COM COMBUSTÍVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso, requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Químico, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elis Regina Duarte.

PONTA GROSSA

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa
Departamento Acadêmico de Engenharia
Química



TERMO DE APROVAÇÃO

Estudo da Utilização da Cinza da Casca de Arroz como Adsorvente para Remoção de BTEX de Águas Contaminadas com Combustível

por

Ana Carolina Pomini Pinto e Letícia Dalcól Medeiros

Monografia apresentada no dia 09 de novembro de 2017 ao Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Everton Moraes Matos
(UTFPR)

Prof. Dr. Wagner Scheidt
(UTFPR)

Prof.^a Dr.^a Elis Regina Duarte
(UTFPR)
Orientador

Prof.a. Dra. Juliana de Paula Martins
Responsável pelo TCC do Curso de Engenharia Química

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Química.

RESUMO

MEDEIROS, Letícia Dalcól; PINTO, Ana Carolina Pomini. **ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ COMO ADSORVENTE PARA REMOÇÃO DE BTEX DE ÁGUAS CONTAMINADAS COM COMBUSTÍVEL**. 2017. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

O processo de beneficiamento de grãos de arroz gera como principal resíduo a casca de arroz, que na maioria das vezes não é destinada corretamente, tornando-se um problema ambiental. Outro problema ambiental relevante é a contaminação de águas com hidrocarbonetos oriundos de petróleo e seus derivados, com destaque para benzeno, etilbenzeno, tolueno e xilenos, os BTEX, compostos de elevada toxicidade. Estudos anteriores a este trabalho apontam que a cinza da casca de arroz é um composto rico em sílica e que poderia ser utilizado como adsorvente. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivos a calcinação de uma amostra de casca de arroz para obtenção de suas cinzas e o estudo da aplicabilidade das cinzas para remoção de BTEX de água contaminada com gasolina. A metodologia de trabalho baseou-se na contaminação de água com uma amostra de gasolina comercial e testes de adsorção com a cinza da casca de arroz calcinada em laboratório, para observação da remoção de BTEX da amostra. Os resultados apontam que a cinza da casca de arroz pode ser utilizada como adsorvente para remoção destes compostos, com eficiência máxima de 54,87% para benzeno, 72,17% para etilbenzeno, 65,10% para tolueno e 74,04% para xilenos.

Palavras-chave: Cinza da casca de arroz, BTEX, água contaminada

ABSTRACT

MEDEIROS, Letícia Dalcól; PINTO, Ana Carolina Pomini. **ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ COMO ADSORVENTE PARA REMOÇÃO DE BTEX DE ÁGUAS CONTAMINADAS COM COMBUSTÍVEL**. 2017. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

The process of processing rice grains generates as main residue the rice husk, which in most cases is not correctly destined, becoming an environmental problem. Another relevant environmental problem is the water contamination with hydrocarbons derived from petroleum and its derivatives, with emphasis on benzene, ethylbenzene, toluene and xylenes, BTEX, compounds with high toxicity. Previous studies indicate that the ash of rice husk is a compound rich in silica and could be used as an adsorbent. In this sense, this study had as aims the calcination of a sample of rice husk to obtain its ashes and the study of the applicability of the ashes for the removal of BTEX from water with gasoline. The work methodology was based on the contamination of water with a sample of commercial gasoline and adsorption tests with the ash of the calcined rice husk in laboratory, to observe the removal of BTEX from the sample. The results indicate that the ash of rice husk can be used as adsorbent for removal of these compounds, with a maximum efficiency of 54.87% for benzene, 72.17% for ethylbenzene, 65.10% for toluene and 74.04% for xylenes.

Keywords: Rice husk ash, BTEX, contaminated water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Peneiras com diferentes aberturas.....	23
Figura 2 – Peneiras com agitador magnético utilizadas para análise granulométrica.....	23
Figura 3 – Filtração simples com a cinza da casca de arroz.....	29
Figura 4 – Cinza da casca de arroz em contato com a amostra de água contaminada com gasolina.....	30
Figura 5 – Cinza da casca de arroz resultante da calcinação.....	37
Figura 6 – Cinza da casca de arroz mais significativa, retida na peneira de número 30.....	38
Figura 7 – Teste para as amostras 6, 7 e 8: Cinza da casca de arroz em contato com água contaminada com gasolina.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conteúdo de cada amostra enviada ao laboratório Latam para leitura da concentração de BTEX em cromatógrafo gasoso.....	31
Tabela 2: Resultados para a análise de umidade da amostra 1, com retiradas para pesagem de 10 em 10 minutos.....	32
Tabela 3: Resultados para a análise de umidade da amostra 2, com retiradas para pesagem de 20 em 20 minutos.....	33
Tabela 4: Resultados para a análise de umidade da amostra 3, com retiradas para pesagem de 30 em 30 minutos.....	33
Tabela 5: Resultados para a análise de umidade da amostra 4, com retiradas para pesagem de 40 em 40 minutos.....	34
Tabela 6: Resultados para a análise de teor de cinzas da amostra 1, com retiradas para pesagem de 10 em 10 minutos.....	35
Tabela 7: Resultados para a análise do teor de cinzas da amostra 2, com retiradas para pesagem de 20 em 20 minutos.....	35
Tabela 8: Resultados para a análise do teor de cinzas da amostra 3, com retiradas para pesagem de 30 em 30 minutos.....	36
Tabela 9: Resultados para a análise do teor de cinzas da amostra 4, com retiradas para pesagem de 40 em 40 minutos.....	36
Tabela 10: Resultados da distribuição granulométrica.....	37
Tabela 11: Resultados para o teste de adsorção para BTEX utilizando a CCA.....	41
Tabela 12: Eficiência na adsorção de benzeno, considerando cinza da casca de arroz e filtro de papel.....	42
Tabela 13: Eficiência na adsorção de benzeno, considerando somente a ação da cinza da casca de arroz.....	42
Tabela 14: Eficiência na adsorção de etilbenzeno, considerando cinza da casca de arroz e filtro de papel.....	44
Tabela 15: Eficiência na adsorção de etilbenzeno, considerando somente a ação da cinza da casca de arroz.....	45
Tabela 16: Eficiência na adsorção de tolueno, considerando cinza da casca de arroz e filtro de papel.....	46
Tabela 17: Eficiência na adsorção de tolueno, considerando somente a ação da cinza da casca de arroz.....	47
Tabela 18: Eficiência na adsorção de xilenos, considerando cinza da casca de arroz e filtro de papel.....	47
Tabela 19: Eficiência na adsorção de xilenos, considerando somente a ação da cinza da casca de arroz.....	48

LISTA DE SÍMBOLOS

g	grama
$\mu\text{g/L}$	micrograma por litro
min	minuto
ml	mililitros
C_6H_6	Benzeno
C_7H_8	Tolueno
C_8H_{10}	Etilbenzeno
C_8H_{10}	Xilenos
SiO_2	Sílica/Dióxido de Silicio
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
g/L	gramas por litro
mm	milímetro

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CCA	Cinza da Casca de Arroz
BTEX	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEMP	Comissão de Estudos de Matérias Primas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 PRODUÇÃO E BENEFICIAMENTO DO ARROZ	15
2.2 CASCA DE ARROZ	15
2.3 CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA POR PETRÓLEO E DERIVADOS	17
2.3.1 Hidrocarbonetos Aromáticos	18
2.3.1.1 Benzeno	19
2.3.1.2 Etilbenzeno	19
2.3.1.1 Tolueno	19
2.3.1.1 Xilenos	20
2.4 ANÁLISE DO TEOR DE UMIDADE E CINZAS	20
2.5 CALCINAÇÃO DA CASCA DE ARROZ	21
2.6 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	22
2.6.1 Análise Granulométrica por Peneiramento	22
2.7 ADSORÇÃO	24
2.7.1 Casca de Arroz como Adsorvente	24
2.8 CROMATOGRAFIA	25
2.8.1 Cromatografia a gás	26
3 MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 OBJETO DE ESTUDO	27
3.2 LOCAL DA PESQUISA	27
3.3 MÉTODOS	27
3.3.1 Teor de Umidade e Teor de Cinzas da Casca de Arroz	27
3.3.2 Calcinação da Casca de Arroz para Obtenção da Cinza	28
3.3.3 Análise granulométrica	28
3.3.4 Teste da Cinza da Casca de Arroz como Adsorvente	28
3.3.5 Cromatografia a Gás	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32

4.1 TEOR DE UMIDADE E CINZAS	32
4.1.1 Determinação do teor de umidade da amostra de casca de arroz	32
4.1.2 Determinação do teor de cinzas da amostra de casca de arroz	34
4.2 CALCINAÇÃO DA CASCA DE ARROZ PARA OBTENÇÃO DA CINZA	36
4.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	37
4.4 TESTE DA CINZA DA CASCA DE ARROZ COMO ADSORVENTE	39
4.5 CROMATOGRAFIA A GÁS	39
5 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	51
ANEXO A – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 1	54
ANEXO B – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 2	55
ANEXO C – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 3	56
ANEXO D – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 4	57
ANEXO E – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 5	58
ANEXO F – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 6	59
ANEXO G – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 7	60
ANEXO H – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 8	61

1 INTRODUÇÃO

A previsão de consumo de arroz para os anos de 2015 e 2016 é de aproximadamente 470 milhões de toneladas em todo o mundo, ocupando o segundo lugar entre os produtos destinados à alimentação humana, atrás apenas do trigo (CONAB, 2015). A casca de arroz gera resíduos em grandes quantidades, porém não recebe destinação adequada por inúmeras vezes e isso está se tornando um grande problema ambiental o qual deve ser solucionado o quanto antes.

O processo para obtenção do arroz próprio para consumo compreende as etapas de beneficiamento e classificação, nas quais o arroz é descascado para separação da casca, do farelo e do grão. As indústrias beneficiadoras geram uma ampla variedade de resíduos, dentre eles a casca de arroz, sendo considerado o resíduo de maior aplicabilidade, pois corresponde a 22% da produção.

A compostagem e a queima não controlada a céu aberto da casca de arroz são os rumos mais frequentemente empregados para a casca após o beneficiamento. O primeiro método é aplicado de forma indireta, pois os produtores de arroz muitas vezes depositam a casca no solo como a única forma de disposição do resíduo e isso apresenta complicações por conta do tempo de decomposição ser aproximadamente cinco anos, além do grande volume de metano emanado e a baixa densidade, fazendo a casca se espalhar facilmente. Já a queima não controlada emite grande quantidade de monóxido de carbono e dióxido de carbono. Por conseguinte, é necessário encontrar aplicabilidade para este componente. Desta forma, legitimam-se os testes para avaliar a capacidade da cinza da casca de arroz como adsorvente.

Existem inúmeras pesquisas com a finalidade de encontrar utilidade para a casca de arroz, visto que em muitas ocasiões, o resíduo não recebe uma destinação adequada. Dentre as aplicações, destacam-se o uso para geração de energia devido ao alto poder calorífico, a produção de sílica pura, a produção de cimentos e o uso como adsorvente alternativo.

A casca de arroz é utilizada em formato de cinzas como um adsorvente e tem sido considerada uma opção interessante levando em consideração os aspectos de ser um material de baixo custo, possuir fibrosidade, ser gerado em grandes

quantidades e produzir uma quantidade elevada de cinza; além disso, os testes em escala laboratorial apontaram a casca de arroz como potencial adsorvente.

1.1 PROBLEMA

É necessário encontrar uma solução para evitar a destinação inadequada do resíduo casca de arroz e assim evitar problemas futuros ao meio ambiente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicabilidade da cinza da casca de arroz como adsorvente para remoção de BTEX de águas contaminadas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar calcinação da amostra de casca de arroz para obtenção de suas cinzas.
- Utilizar a cinza da casca de arroz como adsorvente para remoção de BTEX de água contaminada com gasolina.
- Investigar a eficiência da cinza da casca de arroz na função de adsorvente, determinando a concentração de BTEX nas amostras por análise em cromatógrafo gasoso para comparar antes e depois da adsorção.

1.3 JUSTIFICATIVA

O beneficiamento do arroz apresenta a casca de arroz como principal resíduo, que por sua vez não recebe destinação adequada por inúmeras vezes, tornando-se um problema ambiental. A compostagem e a queima não controlada a céu aberto são os rumos mais frequentemente empregados para a casca após o beneficiamento. Por conseguinte, é necessário encontrar aplicabilidade para este componente. Desta

forma, legitimam-se os testes para avaliar a capacidade da cinza da casca de arroz como adsorvente, visto que é uma aplicação pertinente deste resíduo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUÇÃO E BENEFICIAMENTO DE ARROZ

O relatório *Perspectivas para Agricultura para a safra 2015/2016*, da Companhia Nacional de Abastecimento, expõe os dados divulgados pelo *Foreign Agricultural Service (FAS) do United States Department of Agriculture (USDA)*, onde o consumo previsto era de 2.049,8 milhões de toneladas de grãos no mundo. O arroz, após o beneficiamento, representa o equivalente a 23,11% deste total e está entre os produtos destinados à alimentação humana com a segunda maior importância e influência, situando-se atrás apenas do trigo. Segundo o Ministério da Agricultura, o Brasil é o nono produtor mundial nesse cenário, com sua produção distribuída nos estados do Mato Grosso, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

O beneficiamento e a classificação do arroz são os processos para obter o arroz branco para o consumo, onde o farelo e a casca são retirados, gerando uma série de resíduos. O resíduo mais influente é a casca de arroz, pois correspondente a cerca de 20% da produção (AMATO, 2007).

Segundo Mayer, Hoffmann e Ruppenthal (2006), os destinos mais comumente utilizados para a casca de arroz são a compostagem e a queima não controlada em céu aberto, destinações que infelizmente geram um grande problema ambiental. O primeiro método é aplicado de forma indireta, onde os produtores de arroz muitas vezes depositam a casca no solo como única forma de disposição do resíduo e isso apresentam complicações como, por exemplo, o tempo de decomposição de aproximadamente cinco anos, o grande volume de metano emanado e a baixa densidade, fazendo a casca se espalhar facilmente. Já a queima não controlada emite grande quantidade de monóxido de carbono e dióxido de carbono. Portanto, é importante encontrar outras destinações para este resíduo.

2.2 CASCA DE ARROZ

Segundo Della, Kühn e Hotza (2001), com a elevação da demanda energética e o declínio das reservas naturais há a necessidade de desenvolver novas tecnologias utilizando fontes energéticas alternativas. O objetivo é buscar o domínio de novos processos reduzindo o impacto ambiental causado pelo ser humano na terra através

do uso inconsequente dos recursos naturais. Em meio a este contexto surge a idealização da casca de arroz como um resíduo altamente benéfico, principalmente em relação ao meio ambiente, pois graças ao seu alto poder calorífico (praticamente 16720 kJ/Kg) e ser de baixo custo (praticamente nulo), vêm se um adsorvente visado.

Alguns aspectos básicos devem ser levados em consideração para que um material possa ser utilizado como adsorvente, como alta seletividade, grandes quantidades, baixo custo, elevada capacidade e longa vida. Diversos adsorventes com estas características têm sido estudados em escala laboratorial e a casca de arroz, por conta de sua estrutura físico-química, foi considerada um grande adsorvente em potencial (FIGUEIREDO et al., 2000).

Fonseca (1999) ainda destaca algumas características da casca de arroz e seu beneficiamento. Como resultado do subproduto, a casca representa 23% do peso do arroz e, além de ser barato, possui dureza, fibrosidade, boa resistência e muita cinza.

Chandrasekar (2003) informa que a casca de arroz basicamente é constituída 40% de celulose, 18% de hemicelulose, 22% de lignina e 20% de resíduo inorgânico. O resíduo em especial é a cinza e é obtida após a queima da casca possuindo em média teor superior a 90% em peso de sílica na forma amorfa hidratada, bem como os demais óxidos.

A cinza provinda da casca de arroz é um produto de resíduos sólidos da indústria de geração de energia que pode ser utilizado não só para reciclagem como em outros meios para evitar que o meio ambiente danifique-se mais ainda. Como possui alto teor de sílica em sua cinza, o resíduo torna-se valioso devido a um vasto campo de aplicação. A sílica da casca de arroz é amorfa e torna-se sílica cristalina quando submetida a altas temperaturas. (REAL, et al. 1996; CHANDRASEKAR, et al. 2003).

Diante disto, a utilização da casca de arroz torna-se uma alternativa interessante como adsorvente por ser barata e possuir características necessárias para uma adsorção eficiente.

Assim, com objetivo de contribuir com o aproveitamento da casca de arroz, além de utilizá-la como adsorvente para remoção de poluentes em águas, este trabalho contribui para investigar a eficiência da casca de arroz na função de adsorvente.

2.3 CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA POR PETRÓLEO E SEUS DERIVADOS

De acordo com Tiburtius (2004), houve um grande aumento populacional nos últimos tempos e com isso vários setores cresceram. O mais influente e de maior crescimento foi o setor industrial, e por conta desta evolução, o setor acabou não tomando os devidos cuidados necessários para se desenvolver de forma ecologicamente correta, acarretando em vários problemas ambientais. Um fenômeno conhecido nesta questão ambiental é o de contaminação de águas, acarretado pela geração de inúmeros poluentes químicos. Dentre os poluentes contaminantes encontram-se como os principais os hidrocarbonetos oriundos de petróleo e seus derivados, principalmente o benzeno, tolueno e xilenos.

Em geral encontram-se com frequência estes eventos de contaminação marcados por uma alta toxicidade de alguns hidrocarbonetos. Por conta disto, utilizar a casca de arroz e seu potencial poder de adsorvente torna-se uma alternativa viável e ecológica para tentar evitar mais contaminações oriundas destas espécies de contaminantes químicos (TIBURTIUS, 2004).

Os vazamentos de petróleo e toda a sua contaminação são um problema mundialmente conhecido e com frequência ouve-se falar. Estes tipos de acidentes são responsáveis por cerca de despejo anual de 1 milhão de toneladas de óleo por ano no mundo. O óleo derramado forma uma superfície compacta que demora anos para ser absorvida e isso acarreta danos ao ambiente, pois impede a oxigenação da água matando fauna e flora e alterando o ecossistema (KETKAR, 2002; PESO-AGUIAR *et al.*, 2000).

No território brasileiro os piores acidentes ocorreram em oleodutos da Petrobrás. O relatório de comissão mista citou 33 acidentes com derrame de petróleo e seus derivados entre os anos de 1975 e 2001, somando milhões de litros de contaminação de água, solo e ar (TIBURTIUS, 2004).

A contaminação de águas e solos subterrâneos é causado, principalmente, por vazamentos e derrames durante o refinamento, exploração e transporte do petróleo e seus derivados. O maior problema de contaminação relaciona-se com dois grupos de hidrocarbonetos, os aromáticos e alifáticos, sendo os principais os

hidrocarbonetos aromáticos, como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos, os BTEX, que são o foco deste trabalho (BAIRD, 2000).

Existe um material conhecido como Turfa, que é um produto à base de fibras vegetais largamente utilizado em casos de derramamentos de óleos, podendo ser varrido em superfícies sólidas ou ser recolhido manualmente de águas contaminadas com uso de peneiras. Neste trabalho, visa-se estudar se a cinza da casca de arroz poderia ser utilizada da mesma maneira que a Turfa e com a mesma finalidade.

2.3.1 Hidrocarbonetos Aromáticos

A gasolina utilizada em automóveis consiste na mistura complexa de hidrocarbonetos voláteis e inflamáveis derivados do petróleo, predominantemente com 4 a 12 átomos de carbono e temperatura de ebulição entre 30 a 225°C. A gasolina proveniente da refinaria possui uma constituição balanceada que atende as especificações de comercialização e apresenta hidrocarbonetos aromáticos como Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e os isômeros do Xileno, conhecidos como BTEX em sua composição. (WIEDEMANN, D'AVILA, BRAZ, 2005).

Os hidrocarbonetos aromáticos são considerados os mais tóxicos em comparação com os alifáticos devido ao comportamento dos compostos orgânicos dependentes de sua densidade relativa a da água. Os BTEX são menos densos que a água e por conta disso formam uma massa que flutua sobre a parte superior do lençol freático. Possuem facilidade de se dissolverem na água formando pumas de água poluída que se movem na direção do fluxo e muitas vezes acabam contaminando todo o volume do local que estão depositados. Com isso se difundem rapidamente pela água atingindo mananciais de abastecimentos. Este é um fator demonstrado por parâmetros físico-químicos da mobilidade de hidrocarbonetos. Quanto maior a mobilidade em sistemas solo-água, maior a sua solubilidade e como consequência maior e mais rápida será a sua dissipação (TIBURTIUS, 2004).

Segundo Tiburtius (2004) a contaminação de águas com poluentes orgânicos, como os hidrocarbonetos acima relatados, origina um perigo potencial à saúde das populações, tornando-se necessário à avaliação constante dos níveis de concentração destas substâncias. Por conta disto é necessário o desenvolvimento de

técnicas de baixo custo para o monitoramento e cuidado na adsorção de águas contaminadas e para o controle de efluentes industriais.

2.3.1.1 Benzeno

Em condições normais o benzeno (C_6H_6) é um líquido incolor possuindo um odor característico. Possui alta pressão de vapor e um ponto de ebulição consideravelmente baixo ($80,1^\circ C$), isso faz com que tenha grande facilidade em evaporar-se a temperatura ambiente, além de ser altamente inflamável. É solúvel na maioria dos solventes orgânicos, porém possui pouca solubilidade em água (NARDI, 2002).

De todos os hidrocarbonetos aromáticos o benzeno é considerado o pior, pois ele é o mais tóxico, podendo causar câncer quando exposto em condições crônicas, principalmente por meio de via respiratórias. Pode ocorrer de forma natural oriundo do petróleo cru em níveis superiores a $4g/L$ ou pode ser produzido sinteticamente (NARDI, 2002).

2.3.1.2 Etilbenzeno

O Etilbenzeno ($C_6H_5C_2H_5$) é derivado do benzeno e sua formação acontece quando uma ligação de carbono rompe-se e o hidrogênio da ligação é substituído por um grupo etila (C_2H_5). Possui alto valor comercial e é utilizado na indústria química, petroquímica e farmacêutica. As aplicações mais usuais são como solventes de tintas e vernizes e como precursor de diversos outros produtos. Sua maior aplicabilidade é na manufatura do monômero estireno, utilizado na fabricação de polímeros e borrachas sintéticas (OLIVEIRA, 2005).

2.3.1.3 Tolueno

O tolueno (C_7H_8) é um hidrocarboneto aromático produzido em grandes quantidades por todo o mundo. Pode ser produzido tanto como componente de misturas quanto em sua forma pura. É um líquido incolor, explosivo no ar e volátil. Ele é um derivado de gerações de petróleo contando metil-ciclo hexano desidrogenadas.

A ingestão do tolueno causa efeitos diretamente cerebral ao ser humano, podendo causar dependências (NARDI, 2002).

2.3.1.4 Xilenos

O Xileno é formado por um anel aromático com um hidrogênio substituído por dois grupos metila. Ele é considerado o substituto mais seguro para o benzeno. Geralmente é utilizado como solvente para tintas, vernizes, indústrias de preparados farmacêuticos, indústrias plásticas, produção de fibras sintéticas, entre outros. Na indústria de petróleo, em específico, são utilizados como aditivos para combustíveis com alta octanagem e como solventes em análises laboratoriais (FINOTTI, et AL, 2001).

2.4 ANÁLISE DE TEOR DE UMIDADE E CINZAS

A análise de teor de umidade é importante porque está relacionada com a estabilidade e composição e pode afetar características de determinado componente. No trabalho em questão, o interesse principal está na utilização das cinzas da casca de arroz e não das cascas em seu estado bruto. A análise de cinzas foi a metodologia empregada para quantificar a cinza em relação à casca.

Segundo Skoog et al (2005), a composição de amostra sólida em laboratório é dependente da umidade relativa, ou seja, as amostras contêm geralmente água que estará em equilíbrio atmosférico. Por conta disso, cuidados especiais são necessários para não ocorrer alteração na composição da amostra e algumas práticas são comuns para tentar lidar com essa variabilidade, como a ação de remover a umidade antes da pesagem das amostras, ou, caso esse tipo de ação não seja possível realizar, tentam estabilizar os teores de água em um nível que consiga ser reproduzido mais tarde, caso solicitado. A remoção de umidade, por muito tempo, foi feita pelo método clássico de secagem em uma estufa convencional ou a vácuo e as vezes a umidade fixa era retirada pelo método de estocagem em um dessecador. Assim todos estes processos, consideravelmente demorados, são finalizados até que o material alcance uma massa constante. Para sua finalização muitas horas são necessárias e até mesmo dias, acarretando em uma grande demora e perda de tempo

na questão laboratorial. Por conta disso, novos métodos surgiram como a utilização de fornos de micro-ondas ou lâmpadas infravermelhas para a preparação de amostras. Existem várias empresas que começaram a trabalhar e oferecer equipamentos específicos para a realização deste tipo de tratamento de amostra.

Skoog et al (2005) ainda relatam sobre antes de começar uma análise pode-se, também, determinar a quantidade de água quando as amostras são pesadas e esta é considerada uma forma alternativa à secagem. Com este tipo de método é possível obter os resultados em relação aos dados de uma base seca, porém, independentemente do caso, para saber sobre a presença de água nas amostras, muitas análises são acompanhadas com tratamentos preliminares. Geralmente a forma mais segura de se obter os resultados em termo de base seca é determinando a umidade em um conjunto de amostras adotadas no mesmo tempo das amostras avaliadas. O método mais simples para se fazer isto está baseado no aquecimento da amostra, com alguma temperatura específica, até a massa da matéria seca tornar-se constante. Porém este método pode apresentar erros significativos, pois amostras podem produzir produtos de decomposição voláteis, além da água, e algumas podem obter umidade absorvida. Por conta disso alguns métodos de análise térmica avançados são mais usados, mesmo sendo mais caros.

2.5 CALCINAÇÃO DA CASCA DE ARROZ

Heck (2012) descreve a calcinação como um tratamento térmico de sólidos, de remoção de água e/ou gases ligados quimicamente a uma substância. Para o caso da retirada de água este método torna-se extremamente interessante, pois comprova-se que não existe uma fronteira visível entre água livre e água ligada quimicamente a um composto. Logo, a calcinação torna-se um processo claramente endotérmico e apto de causar transformações físico-químicas e, no caso deste trabalho, eliminando substâncias voláteis contidas na casca de arroz. Este método é de interesse porque para realizar os testes da casca de arroz como adsorvente é utilizada a cinza e não a casca em seu estado bruto.

Silva, Torrado e Abreu Junior (1999) utilizam a amostra previamente seca, a qual deve ser levada a mufla e aquecida pelo tempo pré-determinado. Com isso a

amostra consegue ser pesada posteriormente e a diferença do peso inicial e final consegue ser calculado, tornando-se possível verificar o teor da matéria orgânica.

2.6 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A cinza da casca de arroz apresenta partículas com uma grande variedade de tamanhos e faz-se necessário realizar uma seleção do tamanho das partículas utilizadas no procedimento posterior, realizado através de uma análise granulométrica.

Segundo Dias (2004), a análise granulométrica é uma técnica utilizada para analisar as dimensões das partículas individuais constituindo determinada amostra e a distribuição dessas dimensões quanto ao peso, ao volume e número de partículas em cada classe. As principais aplicações desta técnica estão relacionadas aos setores industriais alimentício, ambiental, farmacêutico e de papel e celulose.

Para sedimentos grosseiros, como cascalhos, a granulometria é realizada medindo individualmente cada um dos elementos, enquanto para sedimentos menos grosseiros, como cascalhos finos e areias, é aplicada uma separação mecânica em classes dimensionais e é determinado o peso em cada uma dessas classes para observar sua distribuição (DIAS, 2004).

2.6.1 Análise Granulométrica por Peneiramento

A análise granulométrica realizada através de peneiramento é a separação de um material granular não coeso em classes de tamanho de partículas, com uso de superfícies vazadas com aberturas de dimensões conhecidas. As peneiras possuem dimensões dadas em milímetro ou em aberturas por polegada linear (mesh). Essa separação por tamanho é basicamente por barreira mecânica, onde as barreiras são constituídas pelos fios da malha (LUZ, CARVALHO, 2005). A Figura 1 ilustra peneiras com diferentes aberturas.



Figura 1 – Peneiras com diferentes aberturas

Fonte: Peneiras... (2014)

O peneiramento poder ser realizado através de uma série de peneiras com agitador magnético, pesando o material retido em cada peneira e obtendo assim a distribuição do tamanho das partículas (CREMASCO, 2012). A Figura 2 representa o equipamento utilizado para análise granulométrica com peneiras e agitador magnético.



Figura 2 - Peneiras com agitador magnético utilizadas para análise granulométrica.

Fonte: Peneiras... (2014)

2.7 ADSORÇÃO

Um processo de separação muito utilizado é a adsorção e ocorre com a presença de uma fase sólida denominada adsorvente e uma fase fluida, onde encontra-se o material a ser adsorvido. Segundo Gomide (1988), a adsorção é uma operação de transferência de massa sólido-fluido, onde o adsorvente possui habilidade de reter certas substâncias presentes na fase fluida, gerando a separação.

Os materiais utilizados como adsorventes tem como característica uma alta porosidade e a adsorção ocorre principalmente nas paredes dos poros ou em pontos específicos da partícula. A separação se dá devido a diferenças de peso molecular ou polaridade, levando algumas moléculas a fixarem-se mais na superfície do sólido do que outras. Ao final do processo, o adsorvente pode ser regenerado e o adsorbato, material adsorvido, pode ser obtido (MCCABE, SMITH, HARRIOT, 2005).

Segundo Gomide (1988), a desumidificação de gases, a recuperação de vapores de solventes arrastados por gases, o branqueamento de soluções de açúcar, o fracionamento de hidrocarbonetos leves, a desodorização de esgotos, cozinhas e sanitários com uso de carvão ativado e a secagem de gases com uso de sílica-gel são algumas das inúmeras aplicações da adsorção.

2.7.1 Casca de Arroz como Adsorvente

Existem inúmeras pesquisas de aplicações sobre a casca de arroz ou sua cinza para se utilizar como adsorvente. Segundo Nakbanpote, Thiravetyan e Kalambaheti (2000), a cinza da casca de arroz obtida pela queima a 300°C pode ser utilizada no processo de pré-concentração de soluções de ouro de baixa concentração, em substituição ao carvão ativado, normalmente empregado neste processo.

Tarley e Arruda (2004) avaliaram as características morfológicas e a composição química de cascas de arroz através de espectroscopia e termogravimetria para a capacidade desse material como um descontaminante para remover metais pesados tóxicos de efluentes laboratoriais e encontraram resultados satisfatórios.

Feng et al. (2004) estudaram o uso da cinza da casca de arroz como adsorvente para remover chumbo e mercúrio de águas residuárias, avaliando a

adsorção como uma função dos tempos de contato, da força iônica, do tamanho da partícula e do pH. A capacidade de adsorção e a taxa de adsorção foram mais elevadas para íons de chumbo do que para os íons de mercúrio através da cinza da casca de arroz.

Cinzas de casca de arroz tem sido utilizadas como adsorvente em várias outras aplicações, como na remoção de mercúrio de efluentes, na remoção de ácidos graxos livres em óleo de soja e na remoção de corantes de efluentes (FOLETTTO et al., 2005).

Este trabalho tem como aplicação o uso da cinza da casca de arroz como adsorvente para remoção de BTEX de águas contaminadas.

2.8 CROMATOGRAFIA

A cromatografia é a transferência de um soluto presente em uma fase para outra fase, sendo uma das fases mantida fixa e a outra é móvel. A chamada fase móvel é caracterizada por um solvente movendo-se através de uma coluna e pode ser um líquido ou um gás. A fase estacionária é a fase fixa dentro da coluna, sendo um líquido viscoso ou partículas sólidas. A distribuição dos solutos entre as fases móvel e estacionária é o fator definitivo para a separação de substâncias (HARRIS, 2012).

Eluente é o fluido entrando na coluna, enquanto o fluido saindo da coluna é o eluato. O processo de um líquido ou gás passando por uma coluna cromatográfica é denominado eluição (HARRIS, 2012).

Existem diferentes mecanismos de interação entre o soluto e a fase estacionária, dividindo a cromatografia em categorias.

A cromatografia de adsorção utiliza uma fase estacionária e uma fase móvel líquida ou gasosa e o soluto é adsorvido nas partículas sólidas, em sua superfície. Já a cromatografia de partição possui uma fase estacionária líquida e uma superfície sólida, normalmente o interior de uma coluna cromatográfica de sílica (SiO_2) na cromatografia a gás. Há um equilíbrio entre a fase estacionária líquida e a fase móvel, sendo um gás com fluidez pela coluna na cromatografia a gás (HARRIS, 2012).

Ânions ou cátions ligam-se covalentemente a uma fase estacionária sólida na chamada cromatografia de troca iônica e esta fase estacionária costuma ser resina. A

fase móvel em questão é um líquido e íons do soluto normalmente possuem carga oposta à fase estacionária, sendo então atraídos (HARRIS, 2012).

Existe ainda a cromatografia de exclusão molecular, podendo ser denominada cromatografia de filtração em gel ou cromatografia de exclusão por tamanho e atua separando as moléculas por tamanho, com os solutos maiores passando com velocidade mais alta pela coluna. A fase móvel, pode ser líquida ou gasosa e passa através de um gel poroso, cujos poros são menores em comparação as maiores moléculas de soluto, fazendo tais moléculas maiores passarem pelo gel sem ficarem retidas, mas o mesmo não aconteça com as moléculas menores de soluto (HARRIS, 2012).

O tipo mais seletivo de cromatografia é a cromatografia de afinidade e está relacionada com as interações entre determinado tipo de molécula do soluto e uma segunda molécula encontrada na fase estacionária (HARRIS, 2012).

2.8.1 Cromatografia a Gás

A cromatografia a gás caracteriza-se por uma fase gasosa móvel, o gás de arraste, e um analito gasoso cujo transporte ocorre através da coluna. Em um cromatógrafo à gás, uma amostra líquida volátil ou gasosa é injetada através de um septo, semelhante a um disco de borracha, para dentro de uma entrada de injeção aquecida, onde é rapidamente vaporizada. O vapor é arrastado através da coluna pelo gás de arraste, podendo ser gás hélio, nitrogênio ou hidrogênio, e os analitos fluem pelo detector. Após o detector, os resultados podem ser observados em um software acoplado ao equipamento (HARRIS, 2012).

Neste caso, a cromatografia em fase gasosa com amostragem em headspace foi aplicada para medir a concentração de BTEX nas amostras antes e após os testes, devido à volatilidade dos componentes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 OBJETO DE ESTUDO

A pesquisa teve como objeto principal de estudo uma amostra de casca de arroz, obtida como resíduo de descascamento de grãos de arroz em um moinho da cidade de Ponta Grossa – PR.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa teve lugar na UTFPR Ponta Grossa, nos laboratórios de Química Analítica, Operações Unitárias e Química Instrumental.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Teor de Umidade e Teor de Cinzas da Casca de Arroz

A determinação do teor de umidade e do teor de cinzas da casca de arroz foi realizada de acordo com a norma ABNT NBR NM 8112 (FERNANDES et al, 2015). O teor de umidade foi realizado em estufa de secagem e esterilização da marca Fanem, modelo 320-SE de Circulação Mecânica, à 105°C até a massa da amostra se tornar constante. Um forno mufla da marca Quimis foi utilizado para a determinação do teor de cinzas, onde as amostras secas foram submetidas a uma temperatura de 700°C.

O teor de umidade contido na amostra pode ser calculado a partir da seguinte equação:

$$\%U = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100\%$$

onde:

M_i = Massa inicial da amostra.

M_f = Massa final da amostra depois de retirada da estufa e resfriada no dessecador.

%U = Percentagem de umidade contida na amostra.

O teor de cinzas contido na casca de arroz pode ser obtido com a equação:

$$\%C = \frac{M_R}{M_i} \times 100\%$$

onde:

%C=Teor de cinzas.

M_i = Massa inicial da amostra seca.

M_R = Massa do resíduo após a calcinação.

3.3.2 Calcinação da Casca de Arroz para Obtenção da Cinza

Como o adsorvente de interesse é a cinza da casca de arroz, é necessário realizar calcinação da amostra. Para isso, foi aplicado o Método de Calcinação de Baixa Ignição, na qual a amostra é deixada inicialmente em estufa a 105°C por aproximadamente 2 horas para realizar uma secagem inicial. Após este período, foi realizada a calcinação da casca em forno mufla a 500°C por aproximadamente 5 horas.

3.3.3 Análise Granulométrica

Foi realizada uma análise da distribuição granulométrica da cinza obtida por calcinação, de acordo com a Norma CEMP (Comissão de Estudos de Matérias Primas) 081, para identificar os tamanhos médios das partículas da amostra de interesse. Para isto, o equipamento empregado foi o agitador de peneiras do tipo magnético, por um período de quinze minutos, quantificando ao final a massa retida em cada peneira. Foram utilizadas as peneiras de número 6, 12, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 140, 200 e 270 da série padrão ABNT.

3.3.4 Teste da Cinza da Casca de Arroz como Adsorvente

O teste da cinza da casca de arroz como adsorvente foi realizado para a adsorção de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) em uma amostra de água contaminada com gasolina comercial da marca Petrobras.

Antes de iniciar o teste da cinza da casca de arroz propriamente dito, foi necessário preparar a mistura a ser testada. A contaminação da água foi feita com 50 ml de gasolina em 450 ml de água destilada, totalizando 500 ml. A mistura foi agitada

em agitador magnético por 30 minutos e deixada em repouso por outros 30 minutos em um funil de decantação. A alíquota abaixo da fase sobrenadante foi a parte utilizada para os testes.

Os testes de adsorção foram realizados em triplicata de duas maneiras distintas. Uma filtração simples foi aplicada para três amostras, com a cinza da casca de arroz depositada no filtro de papel, conforme a Figura 3.

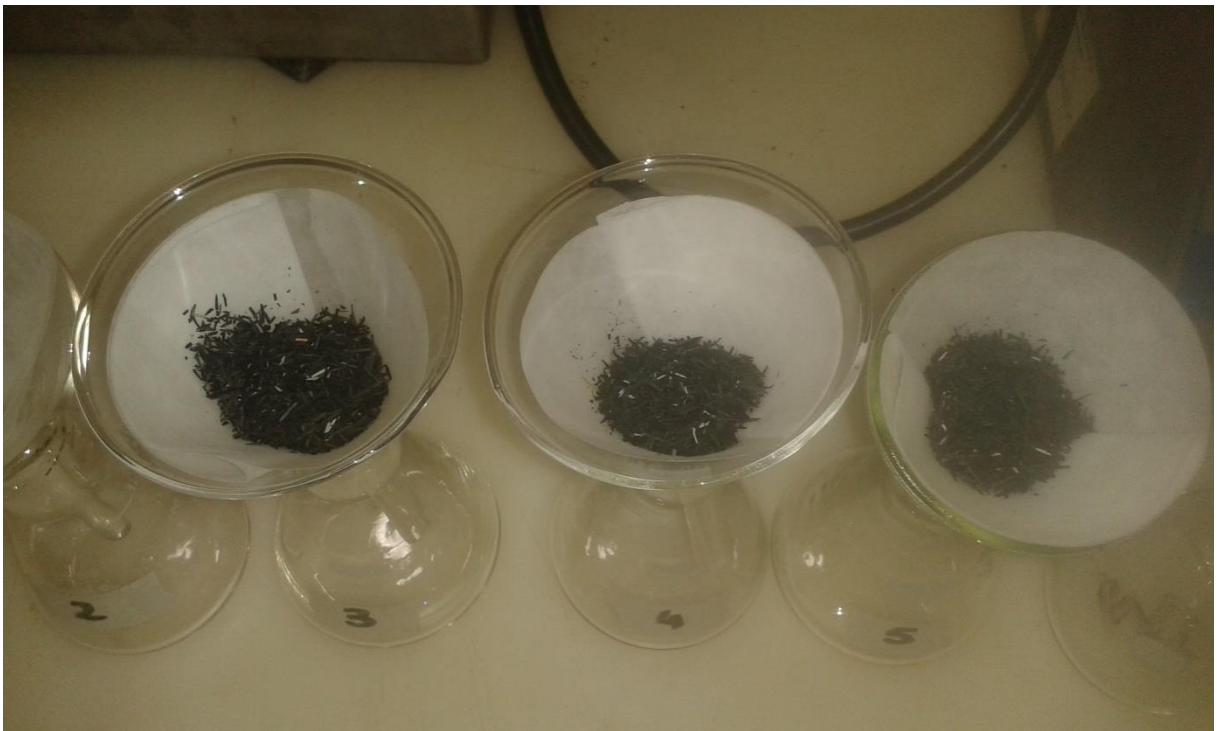


Figura 3 – Filtração simples com a cinza da casca de arroz.

Fonte: Autoria própria (2017).

O outro procedimento que foi aplicado nos testes foi o contato da cinza da casca de arroz com a mistura em três diferentes tempos: 5 minutos, 15 minutos e 30 minutos com posterior filtração para remoção dos resíduos da CCA em cada uma das outras três amostras. A Figura 4 ilustra o contato da CCA com a amostra.



Figura 4 – Cinza da casca de arroz em contato com a amostra de água contaminada com gasolina.

Fonte: Aatoria própria (2017).

Os líquidos resultantes da filtração foram colocados e lacrados em vials de 20 ml próprios para uso em cromatógrafo gasoso.

Para poder comparar a concentração da BTEX antes e depois da adsorção, foram lacrados também um vial contendo uma amostra da água contaminada com gasolina e um vial contendo uma amostra desta mistura filtrada somente no filtro de papel, sem a cinza da casca de arroz.

3.3.5 Cromatografia a Gás

O método aplicado para comparar a concentração de BTEX antes e depois da adsorção com a CCA foi a cromatografia em fase gasosa com amostragem em headspace conforme método EPA 3810. Oito amostras foram encaminhadas ao laboratório Latam, em Curitiba, onde foram feitas as leituras de concentração de BTEX em cada amostra.

A Tabela 1 descreve o conteúdo de cada amostra de acordo com sua numeração.

Tabela 1 – Conteúdo de cada amostra enviada ao laboratório Latam para leitura da concentração de BTEX em cromatógrafo gasoso.

AMOSTRA	CONTEÚDO
1	Água contaminada com gasolina
2	Mistura filtrada sem a CCA
3	Filtração com a CCA
4	Filtração com a CCA
5	Filtração com a CCA
6	Contato com a CCA 5min + filtração
7	Contato com a CCA 15min + filtração
8	Contato com a CCA 30min + filtração

Fonte: Autoria Própria (2017)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TEOR DE UMIDADE E TEOR DE CINZAS DA CASCA DE ARROZ

Para a determinação do teor de umidade e também para o teor de cinzas da casca de arroz, foram tomadas quatro alíquotas de aproximadamente uma grama para cada determinação.

4.1.1. Determinação do Teor de Umidade da Amostra de Casca de Arroz

Conforme citado anteriormente, a análise de umidade foi realizada em estufa a 105°C, em 4 amostras de aproximadamente 1 grama. Cada amostra foi retirada com intervalos de tempo diferentes da estufa para pesagem, até a estabilização da massa de amostra medida.

Com os dados de massa inicial e massa final é possível calcular a porcentagem de umidade presente na amostra, conforme a equação:

$$\%U = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100\%$$

onde:

M_i = Massa inicial da amostra.

M_f = Massa final da amostra depois de retirada da estufa e resfriada no dessecador.

$\%U$ = Porcentagem de umidade contida na amostra.

A Tabela 2 contém as massas de amostra antes e depois para a primeira amostra, com pesagem da massa a cada 10 minutos, bem como o resultado para umidade nesta amostra:

Tabela 2: Resultados para a análise de umidade da amostra 1, com retiradas para pesagem de 10 em 10 minutos.

TEMPO	M AMOSTRA (g)
0	0,9807
10	0,8586
20	0,8583
30	0,8580

TEMPO	M AMOSTRA (g)
40	0,8450
50	0,8386
60	0,8386
% UMIDADE	14,4897

Fonte: Aatoria Própria (2017).

A Tabela 3 contém as massas de amostra antes e depois para a segunda amostra, com pesagem da massa a cada 20 minutos, bem como o resultado para umidade nesta amostra:

Tabela 3: Resultados para a análise de umidade da amostra 2, com retiradas para pesagem de 20 em 20 minutos.

TEMPO	M AMOSTRA (g)
0	1,0104
20	0,8864
40	0,8832
60	0,8780
80	0,8780
% UMIDADE	13,1037

Fonte: Aatoria Própria (2017).

A Tabela 4 contém as massas de amostra antes e depois para a terceira amostra, com pesagem da massa a cada 30 minutos, bem como o resultado para umidade nesta amostra:

Tabela 4: Resultados para a análise de umidade da amostra 3, com retiradas para pesagem de 30 em 30 minutos.

TEMPO	M AMOSTRA (g)
0	0,9966
30	0,8799
60	0,8773
90	0,8683
120	0,8758
150	0,8758
% UMIDADE	12,1212

Fonte: Aatoria Própria (2017).

A Tabela 5 contém as massas de amostra antes e depois para a quarta amostra, com pesagem da massa a cada 40 minutos, bem como o resultado para umidade nesta amostra:

Tabela 5: Resultados para a análise de umidade da amostra 4, com retiradas para pesagem de 40 em 40 minutos.

TEMPO	M AMOSTRA (g)
0	1,0075
40	0,8960
80	0,8734
120	0,8731
160	0,8731
% UMIDADE	13,3400

Fonte: Aatoria própria (2017).

Com estes resultados, calculou-se o teor de umidade médio das amostras, com resultado igual a 13,2636%.

4.1.2 Determinação do Teor de Cinzas da Amostra de Casca de Arroz

A análise de cinzas foi realizada em mufla a 700°C, em 4 amostras de aproximadamente 1 grama. Cada amostra foi retirada com intervalos de tempo diferentes da mufla para pesagem, até a estabilização da massa de amostra medida.

Com os dados de massa inicial e massa final é possível calcular o teor de cinzas presente na amostra, conforme a equação:

$$\%C = \frac{M_R}{M_i} \times 100\%$$

onde:

%C=Teor de cinzas.

M_i = Massa inicial da amostra seca.

M_R = Massa do resíduo após a calcinação.

A Tabela 6 contém as massas de amostra antes e depois para a primeira amostra, com pesagem da massa a cada 10 minutos, bem como o resultado para o teor de cinzas nesta amostra:

Tabela 6: Resultados para a análise de teor de cinzas da amostra 1, com retiradas para pesagem de 10 em 10 minutos.

TEMPO	M AMOSTRA (g)
0	1,0187
10	0,2968
20	0,1642
30	0,1563
40	0,1542
50	0,1522
60	0,1522
% CINZAS	14,9406

Fonte: Autoria própria (2017).

A Tabela 7 contém as massas de amostra antes e depois para a segunda amostra, com pesagem da massa a cada 20 minutos, bem como o resultado o teor de cinzas nesta amostra:

Tabela 7: Resultados para a análise do teor de cinzas da amostra 2, com retiradas para pesagem de 20 em 20 minutos.

TEMPO	M AMOSTRA (g)
0	0,9555
20	0,1787
40	0,1722
60	0,1561
80	0,1499
100	0,1499
% CINZAS	15,6881

Fonte: Autoria própria (2017).

A Tabela 8 contém as massas de amostra antes e depois para a terceira amostra, com pesagem da massa a cada 30 minutos, bem como o resultado para o teor de cinzas nesta amostra:

Tabela 8: Resultados para a análise do teor de cinzas da amostra 3, com retiradas para pesagem de 30 em 30 minutos.

TEMPO	M AMOSTRA (g)
0	0,9706
30	0,1616
60	0,1593
90	0,1533
120	0,1533
% CINZAS	15,7944

Fonte: Aatoria própria (2017).

A Tabela 9 contém as massas de amostra antes e depois para a quarta amostra, com pesagem da massa a cada 40 minutos, bem como o resultado para teor de cinzas nesta amostra:

Tabela 9: Resultados para a análise do teor de cinzas da amostra 4, com retiradas para pesagem de 40 em 40 minutos.

TEMPO	M AMOSTRA (g)
0	0,9853
40	0,1526
80	0,1461
120	0,1461
% CINZAS	14,8280

Fonte: Aatoria própria (2017).

Com estes resultados, calculou-se o teor de cinzas médio das amostras, com resultado igual a 15,3128%. O conhecimento do teor de cinzas na casca de arroz é de extrema importância para a etapa de calcinação da casca, já que assim foi possível saber o mínimo de material que deveria ser calcinado ser utilizado para as etapas seguintes.

4.2 CALCINAÇÃO DA CASCA DE ARROZ PARA OBTENÇÃO DA CINZA

Os testes de adsorção tiveram como adsorvente a cinza da casca de arroz e o tratamento utilizado para transformar a casca de arroz em cinza foi a calcinação,

aplicando o Método de Baixa Ignição. É possível observar a cinza da casca de arroz, resultado da calcinação da casca, na Figura 5.



Figura 5: Cinza da casca de arroz resultante da calcinação.

Fonte: Aatoria própria (2017).

4.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Para a análise da distribuição granulométrica da cinza da casca de arroz foram utilizadas as peneiras 6, 12, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 140, 200 e 210 da série padrão ABNT. Uma amostra de aproximadamente 45 gramas de cinza foi aferida em balança analítica e transferida para o topo das peneiras, para ser utilizada no o ensaio. Os resultados para a retenção em cada peneira estão dispostos na Tabela 10.

Tabela 10: Resultados da distribuição granulométrica

PENEIRAS ABNT		PESO PENEIRA VAZIA (g)	PESO PENEIRA + MATERIAL (g)	RETENÇÃO (g)	RETENÇÃO (%)
MALHA (mm)	Nº MALHA				
3,350	6	286,32	286,61	0,29	0,68
1,700	12	301,08	301,48	0,40	0,93
0,850	20	312,50	316,00	3,50	8,15
0,600	30	271,81	280,86	9,05	21,08
0,425	40	275,67	277,97	2,30	5,36
0,300	50	268,48	274,40	5,92	13,79
0,212	70	255,25	260,71	5,46	12,72
0,150	100	245,83	252,02	6,19	14,42
0,106	140	247,95	250,63	2,68	6,24

PENEIRAS ABNT		PESO PENEIRA VAZIA (g)	PESO PENEIRA + MATERIAL (g)	RETENÇÃO (g)	RETENÇÃO (%)
MALHA (mm)	Nº MALHA				
0,075	200	239,94	241,95	2,01	4,68
0,053	270	235,12	236,28	1,16	2,70
Prato	Prato	318,65	322,62	3,97	9,25
		SOMA		42,93	100,00

Fonte: A autoria própria (2017).

É possível observar que a peneira com maior quantidade de material retido foi a de número 30, com aproximadamente 21,08% da massa total retida. Também é possível observar que houve uma perda de aproximadamente 2,07 gramas da amostra na transferência do béquer em que foi aferida a massa para a série de peneiras.

O objetivo desta etapa do estudo era encontrar a faixa em que se encontra a maior parte das partículas da CCA e utilizar partículas nesta faixa para a etapa de teste de adsorção. Sendo assim, a cinza retida na peneira de número 30, ilustrada na Figura 6, foi a utilizada na etapa posterior.



Figura 6: Cinza da casca de arroz mais significativa, retida na peneira de número 30.

Fonte: A autoria própria (2017).

4.4 TESTE DA CINZA DA CASCA DE ARROZ COMO ADSORVENTE

Conforme citado anteriormente, o teste da cinza da casca de arroz como adsorvente foi realizado para a adsorção de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) em uma amostra de água contaminada com gasolina comercial da marca Petrobras.

Foi possível observar visualmente que a cinza da casca de arroz reteu boa parte do combustível que estava presente nas amostras, tanto para os casos de contato da cinza com a água contaminada como nos casos de filtração simples. A confirmação desta constatação e quantificação dos resultados foi realizada na etapa seguinte, com a leitura das amostras em cromatógrafo gasoso, no laboratório Latam, em Curitiba.

4.5 CROMATOGRAFIA A GÁS

A Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ) da gasolina disponibilizada pela distribuidora não apresenta a concentração exata de BTEX. Portanto não é possível calcular a concentração destes componentes na amostra de água contaminada com gasolina. Para solucionar este caso a primeira amostra enviada ao laboratório para leitura da concentração de BTEX em cromatógrafo gasoso foi de água contaminada com gasolina, com o objetivo de conhecer a concentração destes componentes antes da adsorção com a CCA.

A segunda amostra enviada ao laboratório foi uma amostra de água contaminada com gasolina que passou por filtração simples sem presença da cinza da casca de arroz. O objetivo desta amostra era ter conhecimento se o filtro de papel utilizado adsorveu BTEX e, em caso afirmativo, considerar este resultado no cálculo da eficiência da adsorção com a CCA.

As amostras de números 3, 4 e 5 foram testadas da mesma maneira. Foi realizada uma filtração simples, com aproximadamente 1,35 gramas de CCA no filtro de papel. O líquido resultante da filtração foi o resultado enviado para o laboratório para leitura.

O tratamento para as amostras 6, 7 e 8 foi deixar a CCA em contato com a amostra contaminada por três tempos diferentes, com posterior filtração simples.

Como os BTEX são compostos extremamente voláteis, esta etapa de contato foi realizada em recipiente fechado, conforme mostra a Figura 7. Para a amostra 6 o tempo de contato foi de 5 minutos, para a amostra 7 foi 15 minutos e para a amostra 8 foi 30 minutos.



Figura 7: Teste para as amostras 6, 7 e 8: Cinza da casca de arroz em contato com água contaminada com gasolina.

Fonte: A autoria própria (2017).

Conforme o laudo do laboratório Latam, as amostras foram lidas utilizando cromatografia gasosa com amostragem em headspace. Os resultados das leituras para benzeno, etilbenzeno, tolueno e xilenos em cada amostra pode ser observado na tabela 11, além da quantidade de CCA utilizada em cada caso e do volume de cada amostra:

Tabela 11: Resultados para o teste de adsorção para BTEX utilizando a CCA.

Nº AMOSTRA	MASSA DE CCA (g)	VOLUME DA AMOSTRA (ml)	BENZENO (µg/L)	ETILBENZENO (µg/L)	TOLUENO (µg/L)	XILENOS (orto, meta, para) (µg/L)
1	0	20	564,6	32,7	484,5	181,4
2	0	20	426,9	29,5	407,6	172,7
3	1,3515	30	248,5	14,3	217,3	87,6
4	1,3526	30	160,5	9,6	144,1	57,8
5	1,3555	30	127,5	6,4	108,9	40,5
6	1,3576	30	165,8	10,1	145,5	63,3
7	1,3674	30	152,9	8	127,6	49,5
8	1,3514	30	117,1	5,9	92,2	38,4

Fonte: Laboratório Latam (2017).

Analisando os resultados, a primeira observação é que o filtro de papel por si só já adsorveu uma parte dos BTEX da amostra e deve-se considerar este fato para calcular a eficiência da adsorção das demais amostras.

Considerando a eficiência na adsorção de benzeno, os dados podem ser observados de duas maneiras. Na Tabela 12 foi considerada a eficiência total no teste, considerando a remoção na cinza da casca de arroz e no filtro de papel. Na Tabela 13 foi considerada a eficiência somente da CCA, descontando o valor correspondente ao papel.

Tabela 12: Eficiência na adsorção de benzeno, considerando cinza da casca de arroz e filtro de papel.

Nº AMOSTRA	BENZENO INICIAL ($\mu\text{g/L}$)	BENZENO REMOVIDO ($\mu\text{g/L}$)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
1	564,6	0	-
2	564,6	137,7	24,39
3	564,6	316,1	55,99
4	564,6	404,1	71,57
5	564,6	437,1	77,42
6	564,6	398,8	70,63
7	564,6	411,7	72,92
8	564,6	447,5	79,26

Fonte: Autoria própria (2017).

Tabela 13: Eficiência na adsorção de benzeno, considerando somente a ação da cinza da casca de arroz.

Nº AMOSTRA	BENZENO INICIAL ($\mu\text{g/L}$)	BENZENO REMOVIDO ($\mu\text{g/L}$)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
1	564,6	0	-
2	564,6	137,7	24,39
3	564,6	178,4	31,60
4	564,6	266,4	47,18

Nº AMOSTRA	BENZENO INICIAL (µg/L)	BENZENO REMOVIDO (µg/L)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
5	564,6	299,4	53,03
6	564,6	261,1	46,25
7	564,6	274	48,53
8	564,6	309,8	54,87

Fonte: Autoria própria (2017).

Em todas as amostras ocorreu filtração simples com filtro de papel, sendo que nas amostras 3, 4 e 5 a cinza estava depositada no filtro e nas amostras 6, 7 e 8 o objetivo da filtração era retirar a cinza que ficou em contato com a amostra. Considerando então o resultado para a amostra 2, que foi somente a filtração em cinza, a eficiência da adsorção de benzeno foi de aproximadamente 24%. Uma possível explicação para esta ocorrência é a composição celulósica do papel filtro, que pode ter sido a responsável pela retenção de benzeno.

Nas amostras 3, 4 e 5 o procedimento foi o mesmo para a adsorção, entretanto a eficiência foi mais significativa na amostra 5, com eficiência total de remoção de benzeno de aproximadamente 77%. O volume de amostra de água contaminada foi o mesmo para os três casos, porém a massa de CCA adicionada não foi exatamente igual, o que pode ter causado a diferença nos resultados. Na amostra 3, a massa adicionada foi 1,3515 gramas e a eficiência obtida foi 55,98%; na amostra 4 a massa adicionada foi 1,3526 gramas e a eficiência obtida foi 71,57% e na amostra 5 a massa adicionada foi 1,3555 gramas e a eficiência obtida foi 77,42%. Considerando esta análise, a eficiência na retenção foi maior conforme a massa de cinza da casca de arroz utilizada na filtração foi maior.

Nas amostras 6, 7 e 8 foram utilizados diferentes tempos de contato da CCA com a amostra de água contaminada, 5 minutos, 15 minutos e 30 minutos, respectivamente. Os resultados de retenção de benzeno foram 70,63%, 72,92% e

79,26%, respectivamente. Pode-se concluir que, quando maior o tempo de contato da CCA com a amostra de água contaminada, mais eficiente é a remoção de benzeno.

Seguindo o mesmo raciocínio utilizado para o benzeno, as Tabelas 14 e 15 apresentam os resultados para adsorção de etilbenzeno, considerando a eficiência total e a eficiência somente da CCA descontando o valor do filtro de papel.

Tabela 14: Eficiência na adsorção de etilbenzeno, considerando cinza da casca de arroz e filtro de papel.

Nº AMOSTRA	ETILBENZENO INICIAL (µg/L)	ETILBENZENO REMOVIDO (µg/L)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
1	32,7	0	-
2	32,7	3,2	9,79
3	32,7	18,4	56,27
4	32,7	23,1	70,64
5	32,7	26,3	80,43
6	32,7	22,6	69,11
7	32,7	24,7	75,54
8	32,7	26,8	81,96

Fonte: Autoria própria (2017).

Tabela 15: Eficiência na adsorção de etilbenzeno, considerando somente a ação da cinza da casca de arroz.

Nº AMOSTRA	ETILBENZENO INICIAL (µg/L)	ETILBENZENO REMOVIDO (µg/L)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
1	32,7	0	-
2	32,7	3,2	9,79
3	32,7	15,2	46,48
4	32,7	19,9	60,86
5	32,7	23,1	70,64
6	32,7	19,4	59,33
7	32,7	21,5	65,75
8	32,7	23,6	72,17

Fonte: Autoria própria (2017).

Os resultados para o etilbenzeno foram condizentes com os resultados para o benzeno, sendo que agora a eficiência de adsorção a ser considerada para o filtro de papel foi de 9.79%. Novamente os melhores resultados foram das amostras 5 e 8, com eficiências de 80,43% e 81,96%, respectivamente.

A observação da adsorção de tolueno está demonstrada nas Tabelas 16 e 17, sendo a primeira os resultados para a eficiência total e a segunda somente da cinza da casca de arroz, descontando a porção retida no filtro de papel.

Tabela 16: Eficiência na adsorção de tolueno, considerando cinza da casca de arroz e filtro de papel.

Nº AMOSTRA	TOLUENO INICIAL (µg/L)	TOLUENO REMOVIDO (µg/L)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
1	484,5	0	-
2	484,5	76,9	15,87
3	484,5	267,2	55,15
4	484,5	340,4	70,26
5	484,5	375,6	77,52
6	484,5	339	69,97
7	484,5	356,9	73,66
8	484,5	392,3	80,97

Fonte: Autoria própria (2017).

Tabela 17: Eficiência na adsorção de tolueno, considerando somente a ação da cinza da casca de arroz.

Nº AMOSTRA	TOLUENO INICIAL (µg/L)	TOLUENO REMOVIDO (µg/L)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
1	484,5	0	-
2	484,5	76,9	15,87
3	484,5	190,3	39,28
4	484,5	263,5	54,39

Nº AMOSTRA	TOLUENO INICIAL (µg/L)	TOLUENO REMOVIDO (µg/L)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
5	484,5	298,7	61,65
6	484,5	262,1	54,10
7	484,5	280	57,79
8	484,5	315,4	65,10

Fonte: Aatoria própria (2017).

Os resultados para o tolueno apontam uma retenção de 15,87% no filtro de papel e um comportamento semelhante ao benzeno e etilbenzeno, onde as eficiências de adsorção mais altas foram nas amostras 5 e 8, com 77,52% e 80,97%, respectivamente.

De maneira análoga ao benzeno, etilbenzeno e tolueno, os resultados para os xilenos estão dispostos nas Tabelas 18 e 19.

Tabela 18: Eficiência na adsorção de xilenos, considerando cinza da casca de arroz e filtro de papel.

Nº AMOSTRA	XILENOS INICIAL (orto, meta, para) (µg/L)	XILENOS REMOVIDOS (orto, meta, para) (µg/L)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
1	181,4	0	-
2	181,4	8,7	4,80
3	181,4	93,8	51,71
4	181,4	123,6	68,14
5	181,4	140,9	77,67

Nº AMOSTRA	XILENOS INICIAL (orto, meta, para) (µg/L)	XILENOS REMOVEDOS (orto, meta, para) (µg/L)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
6	181,4	118,1	65,11
7	181,4	131,9	72,71
8	181,4	143	78,83

Fonte: Autoria própria (2017).

Tabela 19: Eficiência na adsorção de xilenos, considerando somente a ação da cinza da casca de arroz.

Nº AMOSTRA	XILENOS INICIAL (orto, meta, para) (µg/L)	XILENOS REMOVEDOS (orto, meta, para) (µg/L)	EFICIÊNCIA ADSORÇÃO (%)
1	181,4	0	-
2	181,4	8,7	4,80
3	181,4	85,1	46,91
4	181,4	114,9	63,34
5	181,4	132,2	72,88
6	181,4	109,4	60,31
7	181,4	123,2	67,92
8	181,4	134,3	74,04

Fonte: Autoria própria (2017).

O filtro de papel reteu 4,79% dos xilenos presentes na amostra e, novamente, as amostras 5 e 8 apresentaram as eficiências de adsorção mais altas, com 77,67% e 78,83%, respectivamente.

É possível observar que a adsorção ocorreu de maneira semelhante para os quatro componentes analisados e que a cinza da casca de arroz funciona como adsorvente para estes compostos.

Comparando as amostras 3, 4 e 5, que foram testadas com o mesmo procedimento porém com massas de CCA ligeiramente diferentes, observou-se que quanto maior a quantidade de CCA utilizada no filtro, maior a adsorção.

Comparando as amostras 6, 7 e 8, conclui-se que quanto maior o tempo de contato da CCA com a água contaminada, maior é a eficiência de adsorção.

Com os testes realizados, não é possível afirmar com certeza qual método é mais eficiente, a filtração simples com CCA no filtro ou o contato da CCA por um tempo estabelecido com posterior filtração.

A granulometria escolhida foi a mais significativa, porém poderia ser avaliado em uma pesquisa futura se há influência da granulometria na adsorção, realizando os testes para diferentes tamanhos de partícula.

Segundo Della, Kühn e Hotza (2001), a cinza da casca de arroz é rica em sílica, com teor superior a 90%, o que explica o comportamento adsorvente testado neste trabalho, já que a sílica é um dos mais conhecidos e utilizados adsorventes.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de utilizar a cinza da casca de arroz como adsorvente para remoção de benzeno, etilbenzeno, tolueno e xilenos de uma amostra de água contaminada com gasolina.

Com base nos resultados obtidos é possível estabelecer algumas considerações. A cinza da casca de arroz funciona como adsorvente para remoção de BTEX conforme apontaram os testes, porém é importante considerar que o filtro de papel utilizado na filtração também retém uma pequena parte destes componentes.

A quantidade de CCA utilizada na adsorção e o tempo de contato do adsorvente com a amostra de água contaminada são dois fatores relevantes e diretamente proporcionais à eficiência. Porém, são necessários experimentos adicionais para otimizar a adsorção, quantificando a massa de adsorvente ideal e o tempo de contato ideal.

Outro ponto que pode ser considerado em pesquisas relacionadas ao tema é a viabilidade econômica da utilização da cinza, considerando possíveis ajustes do método de preparação da cinza para diminuir o custo envolvido no processo.

Conclui-se então que a cinza da casca de arroz pode ser utilizada como adsorvente para remoção de BTEX de água contaminada com gasolina, abrindo espaço para pesquisas futuras com objetivo de encontrar a melhor condição de adsorção, considerando a quantidade de adsorvente, o tempo de contato do adsorvente com a amostra, método empregado e influência da granulometria escolhida.

REFERÊNCIAS

AMATO, Gilberto. **Beneficiamento**. 2007. Disponível em: <http://www.sindarroz-sc.com.br/default.php?pg=conteudo_2010&area=Beneficiamento>. Acesso em: 08 set. 2016.

BRITO, Flavia do Vale et al. **Estudo da Contaminação de Águas Subterrâneas por BTEX oriundas de postos de distribuição no Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3., 2005, Salvador. Salvador: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - Ibp, 2005.

CHANDRASEKAR, S.; SATYANARAYANA, K. G.; PRAMADA, P.M.; RAGHAVAN, P.; GUPTA, T. N.; **Processing, Properties and Applications of Reactive Silica from Rice Husk — an Overview**. Journal of Materials Science, v. 38, p. 3159-3168, 2003.

COLIN, B. **Química Ambiental 2a edição**, p.485, 2002.

COSTA, Ediani P. et al. Uso da casca de arroz como adsorvente na remoção do corante têxtil vermelho remazol 5R. **Cadernos de Pesquisa**, São Luis, v. 16, n. 2, p.44-50, abr. 2009.

CREMASCO, M.A. **Operações Unitárias em Sistemas Particulados e Fluidomecânicos**. São Paulo. Blucher, 2012.

DELLA, Viviana Possamai; KÜHN, Ingeborg; HOTZA, Dachamir. CARACTERIZAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ PARA USO COMO MATÉRIA-PRIMA NA FABRICAÇÃO DE REFRAATÓRIOS DE SÍLICA. **Química Nova**, Florianópolis, v. 24, n. 6, p.778-782, maio 2001.

DIAS, J. Alveirinho. Análise Granulométrica. In: DIAS, J. Alveirinho. **A ANÁLISE SEDIMENTAR E O CONHECIMENTOS DOS SISTEMAS MARINHOS**. Faro: Universidade do Algarve, 2004. p. 10-27. Disponível em: <http://www.oceanografia.ufba.br/ftp/Sedimentologia/Bibliografia/Alverino_Dias_Analise Sedimentar Sistemas Marinhos_2004.pdf>. Acesso em: 13 set. 2016.

DIRETRIZ TÉCNICA Nº 002/2011 – DIRTEC: GESTÃO DE RESÍDUOS CARACTERIZADOS COMO CASCA DE ARROZ E CINZAS RESULTANTES DO PROCESSO DE QUEIMA DA CASCA. Porto Alegre: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler/rs, 2011.

FENG, Qingge et al. Adsorption of lead and mercury by rice husk ash. **Journal Of Colloid And Interface Science**, [s.l.], v. 278, n. 1, p.1-8, out. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2004.05.030>.

FIGUEIREDO, S.A.; BOAVENTURA, R.A.; LOUREIRO, J.M. **Color removal with natural adsorbents: modeling, simulation and experimental**. Separation and Purification Technology 20, p. 129-141, 2000.

FINOTTI, Alexandra R. et AL. **Contaminações subterrâneas com combustível derivado de petróleo: toxicidade e a legislação brasileira.** Revista brasileira de recursos hídricos, Porto Alegre, v.6, número 2, 2001.

Fonseca, M.R.G.; **Tese de Doutorado**; UFRGS, Porto Alegre, RS, 1999.

FOLETTTO, Edson Luiz et al. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p.1055-1060, ago. 2005.

GOMIDE, R. **Operações unitárias: operações de transferência de massa.** 1ª ed. São Paulo: Dag Gráfica e Editora Ltda., 1988 v. 4, p. 311 – 315.

HARRIS, Daniel C. **Análise Química Quantitativa.** 8. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2012.

HECK, Nestor Cezar. Calcinação. In: HECK, Nestor Cezar. **Metalurgia Extrativa dos Metais Não-Ferrosos.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. p. 4-6.

KETKAR, K. W. **The Oil Pollution Act of 1990: A Decade Later. Spill Science & Technology Bulletin.**v.7, p.45-52, 2002

LORENZETT, Daniel Benitti; NEUHAUS, Mauricio; SCHWAB, Natalia Teixeira. Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Gestão Industrial**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.219-232, 9 maio 2012. Universidade Tecnológica Federal do Parana (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/s1808-04482012000100011>.

LUZ, José Aurélio Medeiros da; CARVALHO, Simão Célio de. Modelamento matemático de peneiramento vibratório (Parte 1): dimensionamento clássico. **Rem: Revista Escola de Minas**, [s.l.], v. 58, n. 1, p.57-60, mar. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0370-44672005000100010>.

MAYER, F.D.; HOFFMANN, R.; RUPPENTHAL, J. E. **Gestão Energética, Econômica e Ambiental do Resíduo Casca de Arroz em Pequenas e Médias Agroindústrias de Arroz.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNESP, 13. Bauru, SP. Anais eletrônicos. Bauru: UNESP, 2006.

MCCABE, Warren L.; SMITH, Julian C.; HARRIOT, Peter. **Unit Operations of Chemical Engineering.** 7. ed. New York: Mcgraw-hill, 2005.

NAKBANPOTE, W.; THIRAVETYAN, P.; KALAMBAHETI, C..Preconcentration of gold by rice husk ash. **Minerals Engineering**, Cornwall, v. 13, n. 4, p.391-400, abr. 2000.

NARDI, I. R. **Degradação de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) em reator anaeróbio horizontal de leito fixo (RAHLF).** Tese de doutorado. EESC-USP. São Carlos, 2002.

OLIVEIRA, Alcineia C. et AL. **Efeito do cromo nas propriedades catalíticas da MCM-41**, Química Nova, São Paulo, v.28, número 1, 2005.

PENEIRAS Granulométricas: Ideal para medição do tamanho de partículas. 2014. Disponível em: <<http://www.splabor.com.br/blog/peneiras/peneiras-granulometricas-ideal-para-a-medicao-do-tamanho-de-particulas/>>. Acesso em: 20 set. 2016.

PERSPECTIVAS PARA A AGROPECUÁRIA: Safra 2015/2016 - Produtos de Verão. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2015.

RIBEIRO JUNIOR, Elson Heraldo; PENTEADO, Rosangela de Fatima Stankowitz. **Modelo para formatação de trabalhos acadêmicos da UTFPR.** Ponta Grossa, 2011. (Apostila).

SAIDELLES, Ana Paula Fleig et al. Gestão de resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 5, n. 5, p.904-916, 2012.

SILVA, Alexandre Christófaro; TORRADO, Pablo Vidal; ABREU JUNIOR, José de Souza. MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO. **R. Un. Alfenas**, Alfenas, v. 5, p.21-26, 1999.

SKOOG, Douglas A. et al. **Fundamentos da Química Analítica:** Tradução da 8a. edição norte-americana. 8. ed. São Paulo: Editora Pioneira, 2005.

SOUZA, A.A.U.; MELO, A.R.; SOUZA, S.M.A.G.U. **Re-utilisation conditions of wastewaters from textiles industries, resources.** Conservation and Recycling 49, p. 1-13, 2006.


TARLEY, C. R.; ARRUDA, M. A.. Biosorption of heavy metals using rice milling by-products. Characterisation and application for removal of metals from aqueous effluents. **Chemosphere**, Los Angeles, v. 54, n. 7, p.987-995, fev. 2004.

TIBURTIUS, E. R. L. **Degradação de benzeno, tolueno e xilenos (BTX) via processos oxidativos avançados.** Dissertação. Setor de Ciências Exatas - UFPR. Curitiba, 2004.

TRELLESE, Arthur Gomes et al. **Estudo da degradação de BTEX em água empregando-se reator batelada com aeração por meio de processo foto-fenton.** Mauá: Escola de Engenharia Mauá, 2013.

Wiedemann, L. S. M.; d'Avila, L. A.; Azevedo, D. A.; *J. Braz. Chem.Soc.* 2005, 16, 139)

ANEXO A – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 1



LATAM[®]
Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais

LAUDO 65911/17
Página 1 de 1

SEGMENTO: AMBIENTE

1. LOCAL DA AMOSTRAGEM:
LETICIA DALCÓL MEDEIROS
RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
PONTA GROSSA - PR

2. EMPRESA SOLICITANTE:
LETICIA DALCÓL MEDEIROS
RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
PONTA GROSSA - PR

3. AMOSTRAGEM EFETUADA POR: LETICIA DALCÓL MEDEIROS

4. DADOS DA AMOSTRAGEM:
DATA DA AMOSTRAGEM: 06/10/2017 HORÁRIO: 15h 00min TIPO DE AMOSTRA: OUTROS
DATA ENTRADA DA AMOSTRA: 08/10/2017 HORÁRIO: 14h 00min OBSERVAÇÕES: NI
CONDIÇÕES DO TEMPO: BOM TEMP.: NI CÓDIGO DA AMOSTRA: A-1938/17

5. PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 01

6. RESULTADOS:

ANALITOS	RESULTADOS	REFERÊNCIAS DA QUALIDADE			UNIDADES
		RESOLUÇÃO 021/2011 SEMA	SMA DEC. 1193/04 (ANEXO I)		
			RIAPAC/S	I	
Benzeno	564,8	3	5	30	µg/L
Etilbenzeno	32,7	300	150	200	µg/L
Tolueno	484,5	700	170	1000	µg/L
Xileno (ort, meta, para)	161,4	500	70	300	µg/L

LEGENDAS: NE - Não estabelecido I - Industrial
 NI - Não indicado R - residencial
 NA - Não analisado S - serviços
 ppt - Partes por milhão A - agrícola
 ppb - Partes por bilhão C - comercial


OBSERVAÇÃO: OS RESULTADOS EXPRESSOS NESTE LAUDO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA COLETADA E/OU RECEBIDA PELO LABORATÓRIO, CABENDO AO CLIENTE A EXTRAPOLAÇÃO DESTES DADOS A TODA POPULAÇÃO

7. PERFORMANCE ANALÍTICA:

Análise	Limites de detecção do método µg/L	Limites de quantificação do método µg/L	% de recuperação do método
Surogato	X	X	86,4%
Benzeno	0,3	2,0	83,3%
Tolueno	0,3	2,0	85,9%
Etilbenzeno	0,4	2,0	87,2%
Xileno	0,3	2,0	82,4%


8. REFERÊNCIAS:
 PAHs – CROMATOGRÁFIA EM FASE GASOSA, CONFORME EPA METHOD 8100, SEPTEMBER 1988
 STEK – CROMATOGRÁFIA EM FASE GASOSA COM AMOSTRAGEM EM HEADSPACE, CONFORME EPA METHOD 3810, REVISION 3, SEPTEMBER 1986

CURITIBA, 18 DE OUTUBRO DE 2017.



FÁBIO ROBERTO GODINHO DE CASTRO
CRF19 - 3022

LATAM - Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.
 Av. Senador Salgado Filho, 3207 - Uberaba - CEP 81570-000 - Curitiba - Paraná
 CNPJ: 01.508.200/0001-37 Inscrição Municipal: 04 02 475.535-5
 Fone/Fax (41) 3014-3953 - www.lablatam.com.br - e-mail: lablatam@lablatam.com.br F-089_Rev. 04



ANEXO B – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 2


LATAM

Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais

LAUDO 65912/17

Página 1 de 1

SEGMENTO: AMBIENTE

 1. LOCAL DA AMOSTRAGEM:
 LETICIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE: (41) 99128-2299
 CONTATO: SRA. LETICIA
 CEP: 84.072-815

 2. EMPRESA SOLICITANTE:
 LETICIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE: (41) 99128-2299
 CONTATO: SRA. LETICIA
 CEP: 84.072-815

3. AMOSTRAGEM EFETUADA POR: LETICIA DALCOL MEDEIROS

4. DADOS DA AMOSTRAGEM:

DATA DA AMOSTRAGEM: 05/10/2017

HORÁRIO: 15h 02min

TIPO DE AMOSTRA: OUTROS

DATA ENTRADA DA AMOSTRA: 06/10/2017

HORÁRIO: 14h 09min

OBSERVAÇÕES: NI

CONDIÇÕES DO TEMPO: 80M

TEMP: NI

CÓDIGO DA AMOSTRA: A-194017

5. PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 02

6. RESULTADOS:

ANALITOS	RESULTADOS	REFERÊNCIAS DA QUALIDADE			UNIDADES
		RESOLUÇÃO 07/12/2011 SEMA	SMAA DEC. 1159/04 (ANEXO II)		
			RUAFACIS	I	
Benzeno	420,9	5	5	30	µg/L
Etilbenzeno	26,5	300	150	200	µg/L
Tolueno	407,6	700	170	1000	µg/L
Xileno (m, p, o)	172,7	500	70	300	µg/L

LEGENDAS: NE - Não estabelecido I - Industrial
 NI - Não indicado R - residencial
 NA - Não analisado S - serviços
 ppm - Partes por milhão A - agrícola
 ppb - Partes por bilhão C - comercial

OBSERVAÇÃO: OS RESULTADOS EXPRESSOS NESTE LAUDO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA COLETADA E/OU RECEBIDA PELO LABORATÓRIO, CABENDO AO CLIENTE A EXTRAPOLAÇÃO DESTES DADOS A TODA POPULAÇÃO.

7. PERFORMANCE ANALÍTICA:

Análise	Limites de detecção do método µg/L	Limites de quantificação do método µg/L	% de recuperação do método
Sulfopato	x	x	88,4%
Benzeno	0,5	2,0	83,5%
Tolueno	0,2	2,0	65,8%
Etilbenzeno	0,4	2,0	97,2%
Xileno	0,5	2,0	92,4%

8. REFERÊNCIAS:

PAHS - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA, CONFORME EPA METHOD 8100, SEPTEMBER 1996

BTEX - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA COM AMOSTRAGEM EM HEADSPACE, CONFORME EPA METHOD 3810 REVISION 2, SEPTEMBER 1990

CURITIBA, 18 DE OUTUBRO DE 2017

 FÁBIO BRANCO GODINHO DE CASTRO
 CRF nº - 3022

LATAM - Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.
 Av. Senador Saigado Filho, 3207 - Uberaba - CEP 81570-000 - Curitiba - Paraná
 CNPJ: 07.908.200/0001-37 Inscrição Municipal: 04.02.475.535-5
 Fone/Fax (41) 3014-3953 - www.lablata.com.br - e-mail: lablatam@lablatam.com.br

R-089_Rev. 04



ANEXO C – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 3



LATAM[®]
Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais

LAUDO 65913/17

Página 1 de 1

SEGMENTO: AMBIENTE

1. LOCAL DA AMOSTRAGEM:

LETICIA DALCOL MEDEIROS
RUA OLGA ALEDA CAVIGNARI, 227
PONTA GROSSA - PR

FONE: (42) 99128-2299
CONTATO: SRA. LETICIA
CEP: 84.072-815

2. EMPRESA SOLICITANTE:

LETICIA DALCOL MEDEIROS
RUA OLGA ALEDA CAVIGNARI, 227
PONTA GROSSA - PR

FONE: (42) 99128-2299
CONTATO: SRA. LETICIA
CEP: 84.072-815

3. AMOSTRAGEM EFETUADA POR: LETICIA DALCOL MEDEIROS

4. DADOS DA AMOSTRAGEM:

DATA DA AMOSTRAGEM: 05/10/2017 HORÁRIO: 15h 04min
DATA ENTRADA DA AMOSTRA: 05/10/2017 HORÁRIO: 14h 00min
CONDIÇÕES DO TEMPO: BOM TEMP: HI

TIPO DE AMOSTRA: OUTROS
OBSERVAÇÕES: NI
CÓDIGO DA AMOSTRA: A-1941/17

5. PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 03

6. RESULTADOS:

ANALITOS	RESULTADOS	REFERÊNCIAS DA QUALIDADE			UNIDADES
		RESOLUÇÃO 021/2011 SEMA	SMMA DEC. 1190/04 (ANEXO II)		
			RIAPAG/S	I	
Benzeno	248,5	5	5	30	µg/L
Etilbenzeno	14,3	300	150	200	µg/L
Tolueno	217,3	700	170	1000	µg/L
Xileno (orto, meta, para)	67,8	500	70	300	µg/L

LEGENDAS: NI - Não estabelecido I - Industrial
NI - Não indicado R - residencial
NA - Não analisado S - serviços
ppm - Partes por milhão A - agrícola
ppb - Partes por bilhão C - comercial

OBSERVAÇÃO: OS RESULTADOS EXPRESSOS NESTE LAUDO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA COLETADA E/OU RECEBIDA PELO LABORATÓRIO, CABENDO AO CLIENTE A EXTRAPOLAÇÃO DESTES DADOS A TODA POPULAÇÃO

7. PERFORMANCE ANALÍTICA:


Análise	Limites de detecção do método µg/L	Limites de quantificação do método µg/L	% de recuperação do método
Surrogate	1	5	98,4%
Benzeno	0,5	2,0	93,5%
Tolueno	0,2	2,0	95,6%
Etilbenzeno	0,4	2,0	97,2%
Xileno	0,3	2,0	92,4%

8. REFERÊNCIAS:

PAHs - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA, CONFORME EPA METHOD 8160, SEPTEMBER 1995

BTEX - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA COM AMOSTRAGEM EM HEADSPACE, CONFORME EPA METHOD 3510, REVISION 0, SEPTEMBER 1995

CURTIBA, 13 DE OUTUBRO DE 2017


Fábio Branco Góssimo de Castro
CRF/R - 3022

LATAM - Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.
Av. Senador Saigado Filho, 3207 - Uberaba - CEP 81570-000 - Curitiba - Paraná
CNPJ: 01.508.200/0001-37 Inscrição Municipal: 04 02 475.535-5
Fone/Fax (41) 3014-3953 - www.labiataam.com.br - e-mail: labiataam@labiataam.com.br

F-089_Rev. 04



ANEXO D – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 4



LATAM
Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais

LAUDO 65914/17

Página 1 de 1

SECTOR: AMBIENTE

1. LOCAL DA AMOSTRAGEM:
LETICIA DALCOL MEDEIROS
RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
PONTA GROSSA - PR

FONE: (42) 99128-2299
CONTATO: SRA. LETICIA
CEP: 84 072-815

2. EMPRESA SOLICITANTE:
LETICIA DALCOL MEDEIROS
RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
PONTA GROSSA - PR

FONE: (42) 99128-2299
CONTATO: SRA. LETICIA
CEP: 84 072-815

3. AMOSTRAGEM EFETUADA POR: LETICIA DALCOL MEDEIROS

4. DADOS DA AMOSTRAGEM:

DATA DA AMOSTRAGEM: 25/10/2017

HORÁRIO: 15h 05min

TIPO DE AMOSTRA: OUTROS

DATA ENTRADA DA AMOSTRA: 09/10/2017

HORÁRIO: 14h 00min

OBSERVAÇÕES: NI

CONDIÇÕES DO TEMPO: BOM

TEMP: NI

CÓDIGO DA AMOSTRA: A-194217

5. PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 04

6. RESULTADOS:

ANÁLISES	RESULTADOS	REFERÊNCIAS DA QUALIDADE			UNIDADES
		RESOLUÇÃO 021/2011 SEMA	SMA DEC 1196/04 (ANEXO II)		
			ROPA/C/S	I	
Benzeno	155,5	5	5	20	µg/L
Etilbenzeno	6,9	300	150	200	µg/L
Tolueno	144,1	100	170	1000	µg/L
Xileno (orto, meta, para)	57,8	300	70	300	µg/L

LEGENDAS:

NI - Não estabelecido
NI - Não indicado
NA - Não analisado
ppm - Partes por milhão
ppb - Partes por bilhão

I - Industrial
R - residencial
S - serviços
A - agrícola
C - comercial

OBSERVAÇÃO: OS RESULTADOS EXPRESSOS NESTE LAUDO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA COLETADA E/OU RECEBIDA PELO LABORATÓRIO, CABENDO AO CLIENTE A EXTRAPOLAÇÃO DESTES DADOS A TODA POPULAÇÃO.

7. PERFORMANCE ANALÍTICA:

Análise	Limites de detecção do método µg/L	Limites de quantificação do método µg/L	% de recuperação do método
Somente	x	s	98,4%
Benzeno	0,5	2,0	93,5%
Tolueno	0,2	2,0	95,8%
Etilbenzeno	0,4	2,0	97,2%
Xileno	0,5	2,0	92,4%

8. REFERÊNCIAS:

PAHS - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA, CONFORME EPA METHOD 8103, SEPTEMBER 1995

STEX - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA COM AMOSTRAGEM EM HEADSPACE, CONFORME EPA METHOD 3910, REVISION 0, SEPTEMBER 1995

CURITIBA - 13 DE OUTUBRO DE 2017.

FABIO BRANCO GODINHO DE CASTRO
CRF 19 - 3022

LATAM - Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.
Av. Senador Salgado Filho, 3207 - Uberaba - CEP 81570-000 - Curitiba - Paraná
CNPJ: 01.505.200/0001-37 Inscrição Municipal: 04 02 475.535-5
Fone/Fax (41) 3014-3953 - www.lablatam.com.br - e-mail: lablatam@lablatam.com.br

F-089_Rev. 04



ANEXO E –LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 5


LATAM[®]

Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais

LAUDO 65915/17

Página 1 de 1

SEGMENTO: AMBIENTE

1. LOCAL DA AMOSTRAGEM:

 LETICIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE (42) 99128-2299
 CONTATO SRA LETICIA
 CEP 84 072-815

2. EMPRESA SOLICITANTE:

 LETICIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE (42) 99128-2299
 CONTATO SRA LETICIA
 CEP 84 072-815

3. AMOSTRAGEM EFETUADA POR: LETICIA DALCOL MEDEIROS

4. DADOS DA AMOSTRAGEM:

 DATA DA AMOSTRAGEM: 05/10/2017 HORÁRIO: 15h 08min
 DATA ENTRADA DA AMOSTRA: 06/10/2017 HORÁRIO: 14h 50min
 CONDIÇÕES DO TEMPO: BOM TEMP: N

 TIPO DE AMOSTRA: OUTROS
 OBSERVAÇÕES: N
 CÓDIGO DA AMOSTRA: A-1943/17

5. PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 05

6. RESULTADOS:

ANALITOS	RESULTADOS	REFERÊNCIAS DA QUALIDADE			UNIDADES
		RESOLUÇÃO 021/2011 SEMA	SMAA DEC 11/2004 (ANEXO I)		
			RUAFVCS	I	
Benzeno	127,5	5	5	30	µg/L
Etilbenzeno	5,4	200	150	200	µg/L
Tolueno	328,0	700	170	1200	µg/L
Xileno (orto, meta, para)	40,5	500	75	300	µg/L

LEGENDAS: NE - Não estabelecido I - Industrial
 NI - Não indicado R - residencial
 NA - Não analisado S - serviços
 ppm - Partes por milhão A - agrícola
 ppb - Partes por bilhão C - comercial

OBSERVAÇÃO: OS RESULTADOS EXPRESSOS NESTE LAUDO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA COLETADA E/OU RECEBIDA PELO LABORATÓRIO, CABENDO AO CLIENTE A EXTRAPOLAÇÃO DESTES DADOS A TODA POPULAÇÃO.

7. PERFORMANCE ANALÍTICA:


Análise	Limites de detecção do método µg/L	Limites de quantificação do método µg/L	% de recuperação do método
Amoagem	n	n	98,4%
Benzeno	0,3	2,0	83,5%
Tolueno	0,2	2,0	85,0%
Etilbenzeno	0,4	2,0	87,2%
Xileno	0,5	2,0	82,4%

8. REFERÊNCIAS:

PAHs - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA, CONFORME EPA METHOD 8100, SEPTEMBER 1995

BTEX - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA COM AMOSTRAGEM EM HEADSPACE, CONFORME EPA METHOD 3813, REVISION 0 SEPTEMBER 1995

CURTIBA, 18 DE OUTUBRO DE 2017


 FÁBIO BRANCO GODINHO DE CASTRO
 CPF: 9 - 3022

LATAM - Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.
 Av. Senador Salgado Filho, 3207 - Uberaba - CEP 81570-000 - Curitiba - Paraná
 CNPJ: 07.509.200/0001-37 Inscrição Municipal: 04 02 475.525-5
 Fone/Fax (41) 3014-3953 - www.lablatam.com.br - e-mail: lablatam@lablatam.com.br

F-069_Rev. 04



ANEXO F – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 6


LATAM[®]

Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais

LAUDO 65916/17

Página 1 de 1

SEGMENTO: AMBIENTE

1. LOCAL DA AMOSTRAGEM:

 LETÍCIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE: (41) 99128-2299
 CONTATO: SRA. LETÍCIA
 CEP: 84 072-815

2. EMPRESA SOLICITANTE:

 LETÍCIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE: (41) 99128-2299
 CONTATO: SRA. LETÍCIA
 CEP: 84 072-815

3. AMOSTRAGEM EFETUADA POR: LETÍCIA DALCOL MEDEIROS

4. DADOS DA AMOSTRAGEM:

 DATA DA AMOSTRAGEM: 05/10/2017 HORÁRIO: 15h 10min
 DATA ENTRADA DA AMOSTRA: 06/10/2017 HORÁRIO: 14h 00min
 CONDIÇÕES DO TEMPO: BOM TEMP.: M

 TIPO DE AMOSTRA: OUTROS
 OBSERVAÇÕES: NI
 CÓDIGO DA AMOSTRA: A-1544/17

5. PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 06

6. RESULTADOS:

ANÁLITOS	RESULTADOS	REFERÊNCIAS DA QUALIDADE			UNIDADES
		RESOLUÇÃO 02/120/11 SEMA	SMAA DEC 1193/04 (ANEXO I)		
			RA/RVCS	I	
Benzeno	155,8	5	5	30	µg/L
Etilbenzeno	10,1	300	150	200	µg/L
Tolueno	145,5	700	170	1000	µg/L
Xileno (oto, meta, para)	03,3	300	75	300	µg/L

LEGENDAS: NE - Não estabelecido I - Industrial
 NI - Não indicado R - residencial
 NA - Não analisado S - serviços
 ppm - Partes por milhão A - agrícola
 ppb - Partes por bilhão C - comercial

OBSERVAÇÃO: OS RESULTADOS EXPRESSOS NESTE LAUDO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA COLETADA E/OU RECEBIDA PELO LABORATÓRIO, CABENDO AO CLIENTE A EXTRAPOLAÇÃO DESTES DADOS A TODA POPULAÇÃO.

7. PERFORMANCE ANALÍTICA:

Análitos	Limites de detecção do método µg/L	Limites de quantificação do método µg/L	% de recuperação do método
Sulfato	1	1	95,4%
Benzeno	0,5	2,0	93,5%
Tolueno	0,2	2,0	95,8%
Etilbenzeno	0,4	2,0	97,2%
Xileno	0,5	2,0	92,4%

8. REFERÊNCIAS:

PAHs - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA, CONFORME EPA METHOD 8100, SEPTEMBER 1996

BTEX - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA COM AMOSTRAGEM EM HEADSPACE, CONFORME EPA METHOD 3810, REVISION 0, SEPTEMBER 1988

CURITIBA, 18 DE OUTUBRO DE 2017

 FÁBIO BRANCO GODINHO DE CASTRO
 CRF 19 - 3022


ANEXO G – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 7


LATAM[®]

Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais

LAUDO 65917/17

Página 1 de 1

SEGMENTO: AMBIENTE

1. LOCAL DA AMOSTRAGEM:

 LETICIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE (41) 99128-2289
 CONTATO: SRA. LETICIA
 CEP: 84.072-815

2. EMPRESA SOLICITANTE:

 LETICIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE (41) 99128-2289
 CONTATO: SRA. LETICIA
 CEP: 84.072-815

3. AMOSTRAGEM EFETUADA POR: LETICIA DALCOL MEDEIROS

4. DADOS DA AMOSTRAGEM:

 DATA DA AMOSTRAGEM: 05/10/2017 HORÁRIO: 15h 12min TIPO DE AMOSTRA: OUTROS
 DATA ENTRADA DA AMOSTRA: 05/10/2017 HORÁRIO: 14h 00min OBSERVAÇÕES: NI
 CONDIÇÕES DO TEMPO: BOM TEMP: NI CÓDIGO DA AMOSTRA: A-194517

5. PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 07

6. RESULTADOS:

ANALITOS	RESULTADOS	REFERÊNCIAS DA QUALIDADE				UNIDADES
		RESOLUÇÃO 821/2011 SEMA	SMAA DEC. 1199/04 (ANEXO II)			
			RUA/RCS	I		
Benzeno	152,0	5	5	35	µg/L	
Etilbenzeno	8	300	150	200	µg/L	
Tolueno	127,8	700	170	1000	µg/L	
Xileno (orto, meta, para)	48,5	500	70	300	µg/L	

 LEGENDAS: NI - Não estabelecido I - Industrial
 NI - Não indicado R - residencial
 NA - Não analisado S - serviços
 ppm - Partes por milhão A - agrícola
 ppb - Partes por bilhão C - comercial

OBSERVAÇÃO: OS RESULTADOS EXPRESSOS NESTE LAUDO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA COLETADA E/OU RECEBIDA PELO LABORATÓRIO, CABENDO AO CLIENTE A EXTRAPOLAÇÃO DESTES DADOS A TODA POPULAÇÃO.

7. PERFORMANCE ANALÍTICA:


Análise	Limites de detecção do método µg/L	Limites de quantificação do método µg/L	% de recuperação do método
Substrato	x	x	85,4%
Benzeno	0,5	2,0	83,3%
Tolueno	0,5	2,0	85,9%
Etilbenzeno	0,4	2,0	87,2%
Xileno	0,5	2,0	82,4%

8. REFERÊNCIAS:

PAHS - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA, CONFORME EPA METHOD 8100, SEPTEMBER 1998.

BTEX - CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA COM AMOSTRAGEM EM HEADSPACE, CONFORME EPA METHOD 3816, REVISION D, SEPTEMBER 1998.

CURITIBA, 16 DE OUTUBRO DE 2017.


 FABIO BRUNO GODINHO DE CASTRO
 CPF: 9.302

 LATAM - Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.
 Av. Senador Salgado Filho, 3207 - Uberaba - CEP 81570-000 - Curitiba - Paraná
 CNPJ: 07.509.200/0001-37 Inscrição Municipal: 04 02 475.535-5
 Fone/Fax (41) 3014-3953 - www.lablatam.com.br - e-mail: lablatam@lablatam.com.br

F-069_Rev. 04



ANEXO H – LAUDO DO LABORATÓRIO LATAM PARA A AMOSTRA 8


LATAM[®]

Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais

LAUDO 65918/17

Página 1 de 1

SEGMENTO: AMBIENTE

1. LOCAL DA AMOSTRAGEM: -

 LETICIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE (42) 99128-2299
 CONTATO: SRA. LETICIA
 CEP 84.672-815

2. EMPRESA SOLICITANTE:

 LETICIA DALCOL MEDEIROS
 RUA OLGA ALEDA CAVAGNARI, 227
 PONTA GROSSA - PR

 FONE (42) 99128-2299
 CONTATO: SRA. LETICIA
 CEP 84.672-815

3. AMOSTRAGEM EFETUADA POR: LETICIA DALCOL MEDEIROS

4. DADOS DA AMOSTRAGEM:

DATA DA AMOSTRAGEM: 05/10/2017	HORÁRIO: 15h 15min	TIPO DE AMOSTRA: OUTROS
DATA ENTRADA DA AMOSTRA: 06/10/2017	HORÁRIO: 14h 00min	OBSERVAÇÕES: NI
CONDIÇÕES DO TEMPO: SOM	TEMP: NI	CÓDIGO DA AMOSTRA: A-194917

5. PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 08

6. RESULTADOS:

ANÁLISES	RESULTADOS	REFERÊNCIAS DA QUALIDADE			UNIDADES
		RESOLUÇÃO 221/2011 SEMA	SMAA DEC. 1193/04 (ANEXO I)		
			RIAPACS	I	
Benzeno	117,1	5	5	30	µg/L
Etilbenzeno	5,6	300	150	250	µg/L
Tolueno	82,2	700	170	1000	µg/L
Xileno (orto, meta, para)	38,4	500	70	350	µg/L

LEGENDAS: NI - Não estabelecido I - Industrial
 NI - Não indicado R - residencial
 NA - Não analisado S - serviços
 ppm - Partes por milhão A - agrícola
 ppb - Partes por bilhão C - comercial

OBSERVAÇÃO: OS RESULTADOS EXPRESSOS NESTE LAUDO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA COLETADA E/OU RECEBIDA PELO LABORATÓRIO, CABENDO AO CLIENTE A EXTRAPOLAÇÃO DESTES DADOS A TODA POPULAÇÃO

7. PERFORMANCE ANALÍTICA:

Análise	Limites de detecção do método µg/L	Limites de quantificação do método µg/L	% de recuperação do método
Butileno	x	x	88,4%
Benzeno	0,3	2,0	83,5%
Tolueno	0,2	2,0	85,0%
Etilbenzeno	0,4	2,0	87,2%
Xileno	0,5	2,0	82,4%

8. REFERÊNCIAS:

PAHS – CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA, CONFORME EPA METHOD 8100, SEPTEMBER 1995

BTEX – CROMATOGRAFIA EM FASE GASOSA COM AMOSTRAGEM EM HEADSPACE, CONFORME EPA METHOD 3810, REVISION 0, SEPTEMBER 1996

CURITIBA, 16 DE OUTUBRO DE 2017


 FÁBIO BRANCO GODINHO DE CASTRO
 CRF/R - 3022

LATAM - Laboratório de Análises Toxicológicas e Ambientais Ltda.
 Av. Senador Salgado Filho, 3207 - Uberaba - CEP 81570-000 - Curitiba - Paraná
 CNPJ: 01.509.200/0001-37 Inscrição Municipal: 04 02 475.535-5
 Fone/Fax (41) 3014-3953 - www.lablatam.com.br - e-mail: lablatam@lablatam.com.br

F-089_Rev. 04

