10º **ENTEC – Encontro de Tecnologia: 28 de novembro a 3 de dezembro de 2016**

# UTILIZAÇÃO DE CINZAS DE CARVÃO PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

## COAL ASH USE FOR INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT

ANDRADE, Gabriella Machado [1]; SOARES, Mariana Dias [2]; MOURA, Nayara Aparecida [3]; VASCONCELOS, Rafaela Silva [4]; SILVA, Thamires Teobaldo da [5]; MARINS, Tiago Henrique [6]; LIMA, Fernanda Ferraz [7].

[1,2,3,4,5,6,7] - Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química, Campus Aeroporto, Avenida Nenê Sabino, 1801, Bairro Universitário,
CEP: 38055-500, Uberaba–MG,
Brasil
e-mail[3] nayara_230994@hotmail.com

**Resumo**

Os problemas ambientais do planeta são múltiplos e de enorme gravidade, prejudicando todos os seus biomas, entre eles, os descartes industriais indevidos. Diante dessa realidade, o presente trabalho relaciona a atual falta de economia de água das indústrias e a respectiva necessidade do reaproveitamento da mesma devido à problemática ambiental envolvendo o tema água. A proposto foi um embasamento teórico para a construção de uma estação de tratamento de efluentes simplificada e usando a cinzas de carvão no tratamento, baseando-se em uma ETE já existente, em busca de conscientizar a população da importância do tratamento da água para o planeta. Coloca na segunda etapa, as cinzas de carvão, tem a propriedade de remover os metais que ainda restam, depois que os efluentes passaram por uma etapa primária de tratamento. As cinzas têm a vantagem de adsorver os metais, impedindo que os efluentes aquosos alcancem o corpo hídrico com a presença desses metais. Sendo também um processo bastante econômico e viável. As análises foram referentes à temperatura, pH, fenóis, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), cloro livre e oxigênio dissolvido (OD). Os resultados obtidos foram coerentes com os esperados pela legislação, como prova da eficiência dos processos para tratamento de resíduos antes do descarte da água de indústrias no meio ambiente.
.

**Palavras-chave:** ETE. Conscientização. Economia. Metais.

## 1. Introdução

O planeta possui cerca de três quartos da superfície coberto por água, sendo que somente 0,5% da água doce em estado líquido está acessível na superfície. E cerca de 70% da água doce disponível no Brasil está na Bacia Amazônica (FELIX, 2015).

As indústrias do Brasil consomem cerca de 100 mil litros de água por

segundo e vários estudos já apontam que a água poderá se tornar o bem mais rara caso continue ocorrendo desperdício, uma vez que em algumas regiões do mundo, principalmente nas mais pobres, já acontece a falta de água (FELIX, 2015).

A escassez de água deve-se não apenas às irregularidades da distribuição, mas ao aumento da demanda. Segundo Rebouças "[...] a única solução aos problemas de escassez local e ocasional de água é o aumento da sua oferta. Porém, o que mais preocupa [...] é que o quadro sanitário nas cidades do Brasil não tem merecido a devida atenção das autoridades constituídas [...]" (REBOUÇAS, BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador, p. 341, 2003).

Outro aspecto que tem contribuído significativamente para a escassez de água em todo o planeta tem sido a produção excessiva de resíduos e o descarte irregular destes na natureza (GADELHA; ROCHA; RIBEIRO; BARROS, 2009).

O setor industrial é um dos maiores consumidores de água potável do mundo, representando 20% da demanda total. O problema é que nem toda a água usada pelas industrias tem recebido o tratamento adequado antes de ser devolvida ao meio ambiente. Dentre estes efluentes compreendem esgoto doméstico, água de refrigeração e pluvial poluídas e emanações de processo industrial. (FERREIRA, 2014).

Entre os perigos da falta de tratamento destes materiais, encontram-se modificações nas características do solo e da água e a contaminação do meio ambiente. (CIMM, 2015).

No Brasil existem leis federais que regulamentam o descarte correto dos efluentes líquidos industriais, essas leis foram estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). E, além disso, é importante frisar que a legislação pode ser federal, estadual e municipal, pois os padrões de lançamentos são diferentes em cada estado. Para tanto, as empresas dispõem das alternativas de tratar seus efluentes in loco (por meio da construção de estações de tratamento de efluentes próprias) ou ainda contratar os serviços de uma empresa especializada, passando a responsabilidade sobre os resíduos para profissionais competentes da área. É imprescindível que o processo, nos dois casos, vá de encontro às normas estipuladas pela legislação ambiental (CONAMA, 2011).

Diante dos inúmeros efeitos negativos do descarte de resíduos no meio ambiente, soluções para amenizar esse cenário foram propostas e até criadas, no caso do estudo, a utilização das cinzas de carvão vegetal, pelas ETE's, para a remoção de metais em baixa concentração. As cinzas de carvão têm a propriedade, quando colocadas na segunda etapa de tratamento, de remover os metais que ainda restam, depois que os efluentes passaram por uma etapa primária (química) de tratamento. As cinzas têm a vantagem de adsorver os metais, impedindo que os efluentes aquosos alcancem o corpo hídrico com a presença desses metais. Sendo também um processo bastante econômico e viável (TRINDADE; SOARES, 2012).

As cinzas possuem propriedades alcalinas capazes de elevar o pH durante o tratamento de efluentes, podendo substituir até mesmo outros reagentes utilizados durante o processo (PRADO; NASCIMENTO; YOKOYAMA, 2014).

Um exemplo do avanço das pesquisas relacionadas à aplicação das cinzas de carvão são os pesquisadores do Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), do Ministério da Ciência e Tecnologia, que estão patenteando a aplicação de cinzas de carvão mineral no tratamento de metais de efluentes aquosos que podem alcançar corpos hídricos, de forma a reduzir o impacto no meio ambiente (TRINDADE; SOARES, 2012).

De acordo com o estudo teórico prévio realizado através dos artigos coletados, pode-se verificar a importância de implantações de estações de tratamento nos setores industriais para amenizar o impacto dos rejeitos no meio ambiente e garantir o consumo consciente de água.

O presente trabalho propõe a utilização das cinzas de carvão para melhorias físicas e químicas do processo secundário de tratamento de efluentes.

## 2. Materiais

- ✓Fitas de pH;
- ✓Sulfato de alumínio;
- ✓Cinzas de carvão;
- ✓Efluente de uma indústria de cosmético;
- ✓Protótipo de uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE) Simplificada.
- ✓Digestor Chemetrics da série A-0201;
- ✓Fotômetro Chemetrics da série V-2000;
- ✓pHmetro com termômetro acoplado;
- ✓Ampolas a vácuo e tubos de ensaio contendo soluções de pronto uso Vacu-vials e COD- vials.

## 3. Metodologia

### 3.1 – Processos e aplicações

O tratamento inicia-se na caixa de decantação e floculação, onde deságua o material da caixa de coleta e são adicionadas substâncias para idealizar a água ao tratamento, como sulfato de alumínio e cal, por exemplo, com o auxílio de pás giratórias para o começo da oxigenação. A cal é bastante utilizada para este tipo de tratamento devido ao seu baixo custo, no entanto, o objetivo do presente trabalho é a substituição da cal pela lixivia das cinzas de carvão. A quantidade de cinzas utilizada é a necessária para elevar o pH do efluente, anteriormente acidificado, e chegar ao pH 7 (FARRUGIA, 2013), como demonstrado na figura 01.

Além disso, é importante sinalizar que é nessa caixa também que ocorre a adição de polímeros, que são responsáveis por formar os flocos no material analisado. Vale ressaltar que é nessa etapa que ocorre a formação do lodo (resíduo sólido formado) (FARRUGIA, 2013), demonstrado na figura 03.

O lodo segue para um recipiente que irá armazená-lo e ficará exposto ao calor do ambiente para a desidratação, e posterior descarte. Esse descarte é feito pela coleta do lodo por empresas especializadas em tratamentos desses resíduos e autorizadas a darem um fim adequado ao mesmo (FARRUGIA, 2013).

O tratamento do efluente é demonstrado pelo protótipo de uma ETE a seguir.

Figura 01: Utilização das cinzas no tratamento do efluente




Fonte: Os autores

**1.** Despejo do efluente;
**2.** Coleta do efluente previamente decantado;
**3.** Alcalinizando o meio previamente acidificado até atingir o pH neutro, 7;
**4.** Efluente com presença das cinzas de carvão e sulfato de alumínio;
**5.** Adição de polímero no meio para a floculação e decantação;
**6.** Decantação final do resíduo industrial (formação do lodo).

### 3.2 - Análises Realizadas

As amostras analisadas são coletadas antes de sua entrada na ETE compacta, na caixa de coleta, a chamada análise de entrada e após o sistema de tratamento do efluente tratado da indústria de cosméticos, no reservatório de oxigenação ou no tanque de filtragem, análise de saída. Os parâmetros estudados são:

- ✓Demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
- ✓Demanda química de oxigênio (DQO);
- ✓Fenóis;
- ✓Oxigênio dissolvido (OD);
- ✓pH;
- ✓Temperatura.

As análises citadas acima são realizadas devido a sua importância de acordo com os insumos que são adicionados no decorrer da produção dos cosméticos e cuja suas quantificações são importantes no ponto de vista ambiental, sentença válida também para qualquer tipo de indústria.

Vale ressaltar que indústrias de grande porte e de elevadas vazões o melhor método, economicamente viável, será fazer as próprias soluções para as análises do efluente ao invés de comprá-las para pronto uso. No caso da indústria em estudo, utilizou-se de soluções de pronto uso, as chamadas ampolas a vácuo.

### 3.3 - Análises de entrada e saída de efluente

As análises a seguir foram feitas a partir das especificações do fabricante. São elas:

- ✓ **DQO:** Pipetou-se 2 mL do efluente e despejou o líquido dentro de um ampola. Em seguida, colocou-a no biodigestor e aguardou 4 horas (2 para a entrada e 2 para a saída). E por fim, fez-se a leitura da solução final no fotômetro.
- ✓ **Fenol e Oxigênio Dissolvido:** Utilizou-se de um recipiente de 25 mL, para a contenção de efluente. Em seguida, mergulhou-se uma ampola, a qual partir do vácuo promovido, aspirou o rejeito. E por fim, fez-se a leitura da solução no fotômetro.
- ✓ **pH:** Utilizou-se um pHmetro de bancada para quantificar o pH,

mergulhou-se o eletrodo no efluente e aguardou o resultado.

- ✓ **Temperatura:** Utilizou-se o termômetro acoplado no pHmetro de bancada para aferir a temperatura, mergulhou-se o termômetro no efluente e aguardou o resultado.

## 4. Resultados

A tabela 01 a seguir tem o objetivo de organizar os resultados obtidos por meio das análises realizadas durante o segundo semestre de 2015 nas amostras de efluentes.

Tabela 1: Análises de Controle de Tratamento de Efluente.

| Parâmetros | Efluente Bruto | Efluente Tratado | Padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 430, de 13 de Maio de 2011. |
|---|---|---|---|
| Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | 558,2 mg/L | 90 mg/L | ≤ 600 mg/L |
| Demanda Química de Oxigênio (DQO) | 1116,2 mg/L | 179,7 mg/L | ≤ 300 mg/L |
| Fenóis | 6,6 mg/L | 0,3 mg/L | ≤ 0,5 mg/L |
| Oxigênio Dissolvido | 4,6 mg/L | 7,5 mg/L | ≥ 5 mg/L |
| pH | 6,6 | 6,7 | 5,0 – 9,0 |
| Temperatura | 24 ºC | 22,3 ºC | < 40ºC |

Fonte: Dados obtidos na empresa.

A DBO foi calculada a partir o resultado da DQO, pois segundo o Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba (CODAU), a DBO é aproximadamente DQO/2.

Os resultados obtidos das análises de fenóis, oxigênio e DQO, no presente estudo, foram satisfatórios e cumpriram com o segmento do CONAMA, segundo a verificação da consultoria prestada à empresa de cosméticos, validando o cumprimento dos padrões da tabela.

## 5- Discussão

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas feitas nas amostras de efluentes coletados na caixa coletora (entrada) e no reservatório de água para reuso (saída) foram comparados com os padrões exigidos na Resolução CONAMA nº 430, de 13 de Maio de 2011, onde se pode constatar que o processo é eficiente e com isso atende ao órgão fiscalizador.

Com o intuito do reuso do efluente tratado, através da utilização de cinzas de carvão, para fins não potáveis.

## 5. Conclusão

Através dos experimentos realizados pôde-se concluir que os resultados encontrados para DBO de 90 mg/L; DQO de 179,7 mg/L; fenóis de 0,3 mg/L; oxigênio dissolvido de 7,5 mg/L; pH de 6,7 e temperatura média de 22ºC, atendem todos os parâmetros exigentes pela CONAMA.

Após todos os estudos e análises realizadas ao decorrer do trabalho, pode-se observar que a DQO foi reduzida, a cor e a turbidez da água melhoraram comparado ao antigo tratamento, e ocorreu ainda a diminuição do odor da água e a redução da espuma após o processo utilizando as cinzas de carvão.

## 6. Referências Bibliográficas

CIMM. **Efluentes industriais**. Disponível em:<http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/3669-efluentes-industriais#.VhAGpexVhBc>. Acesso em: 03 de Outubro de 2015.

CONAMA. **Resolução nº 357**. 17 mar. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 04 de Setembro de 2015.

CONAMA. **Resolução Nº 430, de 13 de Maio de 2011**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 03 de Outubro de 2015.

FARRUGIA, B. **Tratamento de efluentes.** 3 de abril de 2013. Disponível em:<http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=5801>. Acesso em: 3 set. 2015.

FELIX, M. **Campanha consciente do consumo de água.** Disponível em: <http://bioeducacao.com.br/documents/campanhaconscientedoconsumode%c3%81gua.pdf>. Acesso em: 03 de Setembro de 2015.

FERREIRA, A. **Descarte de resíduos industriais desafia governo e sociedade**. Diário Comercio Industria & serviços. 26 mar. de 2014. Coluna Especial. Disponível em: <http://www.dci.com.br/especial/descarte-de-residuos-industriais-desafia-governo-e-sociedade-id389502.html> . Acesso em: 03 de Outubro de 2015.

GADELHA, Antônio José Ferreira *et al*. **Modelos de gestão e tratamento de resíduos sólidos**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v. 2, n. 1, 2009.

PRADO, P. F. NASCIMENTO, M. YOKOYAMA, L. **Síntese de zeólitas a partir de cinzas volantes em sistemas abertos.** 2014. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1385>. Acesso em: 04 de Setembro de 2015.

REBOUÇAS, A. C. **BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador**, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Minicurso/pag_341.pdf>. Acesso em: 03 de Setembro de 2015.

TRINDADE, R. B. R. SOARES, P. S. M. **Cinza de carvão no tratamento de efluente**. 2012. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/files/docs/clipping/2013/janeiro/2013jan-cinzas-carvao-in-the-mine.pdf>. Acesso em: 04 de Setembro de 2015.