

TRATAMENTO DE EFLUENTE DO PROCESSO DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS PLÁSTICOS

Josué Alberton¹, Everton Skoronski², Ariel Wachholz³, Diego Alves da Silva⁴,
Eduardo Gomes⁵, Marcos Locks⁶

¹UNIBAVE/NUTEC/josue.alberton@hotmail.com

²UDESC/Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária/Laboratório de Tratamento de Água e Resíduos -
LABTRAT/everton.skoronski@udesc.br

³UNISUL/Engenharia Química/arieldsw@hotmail.com

⁴UNISUL/Engenharia Química/diegoeqm@hotmail.com

⁵UNISUL/Engenharia Química/e_duardogomes@hotmail.com

⁶UNISUL/Engenharia Química/marcos.locks@caixa.gov.br

Resumo: Este trabalho tem por objetivo utilizar tanino e cloro no tratamento de efluente do processo de reciclagem de resíduos plásticos. Na análise das amostras de efluente foram realizados ensaios de demanda química de oxigênio; demanda bioquímica de oxigênio; sólidos fixos; detergentes; óleos e graxos; cor e turbidez e contagem de bactéria. No tratamento do efluente foi utilizado o processo físico-químico, com as etapas de pré-filtração, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Todas as etapas do tratamento do efluente do processo de reciclagem de resíduos plásticos foram simuladas em laboratório, no equipamento de bancada tipo jar test. Os resultados obtidos mostraram que com a utilização de tanino como floculante, a demanda química de oxigênio foi reduzida de 690 para 9,84 ppm, mostrando uma eficiência no tratamento em torno de 98%. A contagem de bactéria do efluente sem tratamento apresentou em média 65000 UFC/mL. Após a aplicação de cloro nas amostras do efluente, a quantidade de bactérias foi reduzida à valores próximos de zero. De acordo com os resultados obtidos via espectrofotômetro, pôde-se observar que o efluente sem tratamento foi alterado após a floculação, apresentando melhorias tanto na cor (136 para 11 Hz) como na turbidez (76 para 4 UNT). Sugere-se que o efluente tratado seja reutilizado nas etapas de moagem (pré-lavagem) e lavagem do processo de reciclagem de resíduos plásticos, sem gerar custos adicionais que possam comprometer a saúde financeira da empresa.

Palavras-Chave: cloro, efluente, reciclagem de plásticos, tanino.

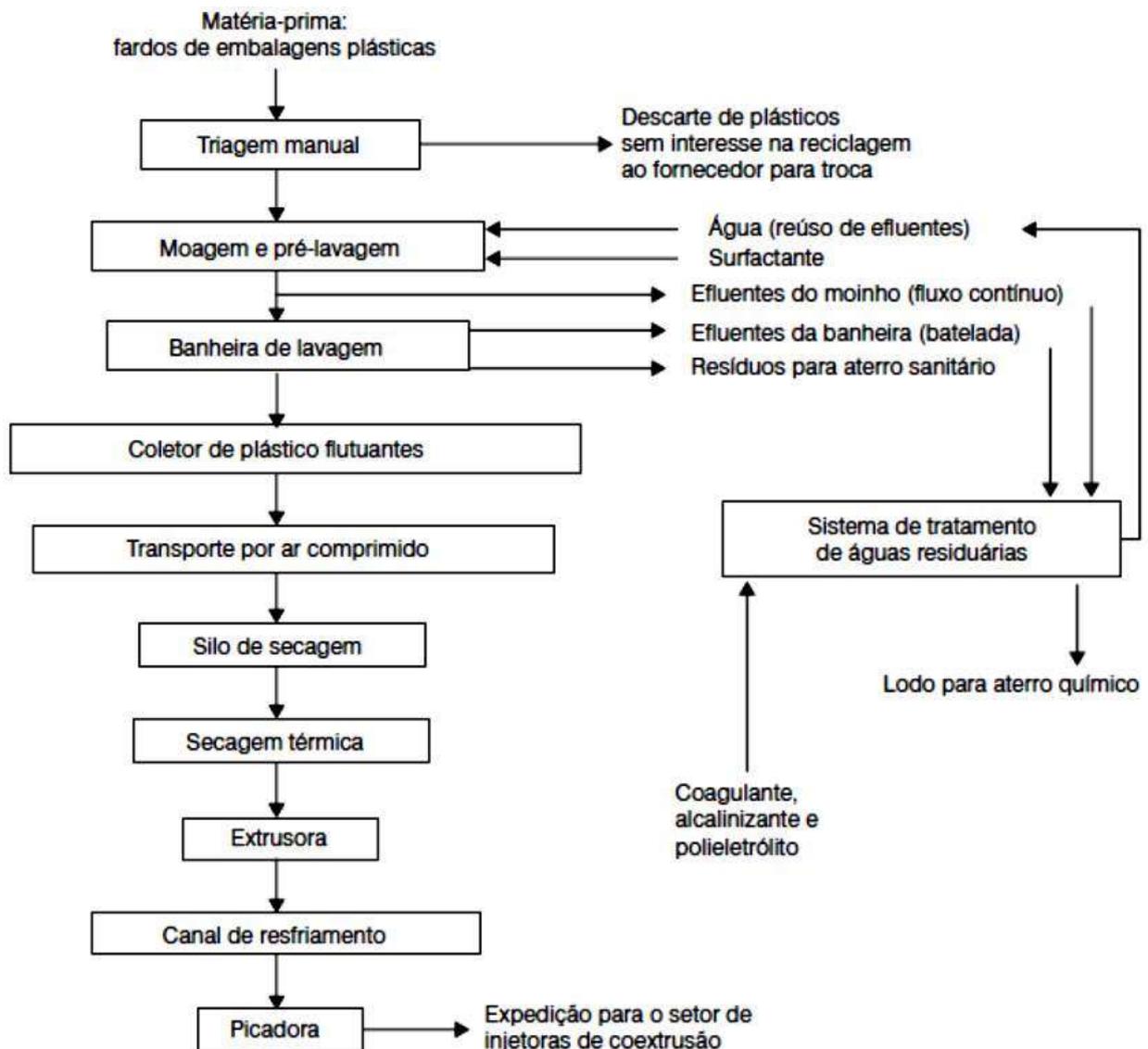
1 INTRODUÇÃO

O reúso da água em processos industriais tem sido utilizado com maior frequência devido à redução de custos e também, pela preservação dos recursos hídricos. Na reciclagem de resíduos plásticos, por exemplo, o efluente das etapas de moagem (pré-lavagem) e lavagem pode ser tratado e, a água reutilizada no processo produtivo.

O reaproveitamento de material plástico de resíduo industrial ou proveniente de produtos descartados pela sociedade apresenta três processos básicos que possibilitam a reciclagem após a triagem (EHRIG, 1992; SCHWARZ, 1995). Dependendo da técnica utilizada, estes processos são conhecidos como reciclagem mecânica, química ou energética. O problema da disposição dos resíduos de material plástico na cidade pode ser minimizado com a maior utilização desses processos de reciclagem (CORONADO, 1996; MUSTAFA, 1993).

No Brasil, desde a década de 90 estudos mostraram que a reciclagem mecânica é uma das técnicas mais utilizadas na recuperação dos resíduos plásticos pós-consumo (CORONADO, 1996; FURTADO, 1996). No entanto, conforme estudo realizado por Bordonalli e Mendes (2005), um dos problemas na reciclagem de resíduos plásticos é o tratamento do efluente de lavagem, o qual contém uma alta carga poluidora e, justamente por causa de seus elevados níveis de contaminação orgânica e inorgânica, não pode ser descartado sem tratamento. A Figura 01 apresenta um fluxograma do processo de reciclagem mecânica contendo o sistema de tratamento do efluente.

Figura 01 – Fluxograma do processo de reciclagem mecânica de plásticos.



Fonte: Bordonalli, 2007.

Um dos primeiros conceitos sobre o reúso de água foi apresentado pela *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde) em 1973, onde foram definidos

reúso direto, indireto e reciclagem. O reúso direto é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquíferos e água potável. O reúso indireto ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para o uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída. E a reciclagem é o reúso da água internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição (WHO, 1973).

Tecnologias primárias, como tratamentos físico, químico e eventualmente biológico são utilizados para se obter uma melhor qualidade nos parâmetros de águas para reúso. No entanto, tratamentos como adsorção em carvão ativado; oxidação com ozônio, dióxido de cloro e peróxido de hidrogênio; separação por membranas (microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração, osmose reversa); eletrólise reversa; troca iônica; destilação e precipitação química são o estado da arte no que se refere ao tratamento de águas residuárias para reúso (MANCUSO e SANTOS, 2003; METCALF & EDDY, 2004; MIERZWA e HESPANHOL, 2005).

Neste trabalho, com base em estudo previamente realizado em equipamento de bancada (*jar test*) foi descartada a alternativa de tratamento por processo biológico (lodos ativados por batelada), cujos resultados mostraram eficiência inferior em relação ao processo físico-químico (pré-filtração, coagulação, floculação, decantação e filtração). Dessa maneira, o objetivo do trabalho foi utilizar tanino e cloro no tratamento de efluente do processo de reciclagem de resíduos plásticos.

2 METODOLOGIA

O efluente do processo de reciclagem de resíduos plásticos foi obtido na empresa Sanplast, localizada no município de Tubarão, sul do estado de Santa Catarina. Na empresa foram coletados aleatoriamente 5 (cinco) litros por dia do efluente gerado nas etapas de moagem (pré-lavagem) e lavagem, resultando em uma amostra de 25 (vinte e cinco) litros.

A partir dessa amostra do efluente da empresa Sanplast foram realizadas análises da demanda química de oxigênio (DQO); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); sólidos fixos; detergentes; óleos e graxos; cor e turbidez; e também, contagem de bactéria. Os ensaios da cor e turbidez foram realizados por meio do equipamento espectrofotômetro. As demais análises foram realizadas conforme o *Standard Methods for*

the Examination of the Water and Wastewater (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1995).

No tratamento do efluente foi utilizado o processo físico-químico, com as etapas de pré-filtração, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Todas as etapas do tratamento do efluente proveniente da empresa de reciclagem foram simuladas em laboratório, no equipamento de bancada tipo *jar test*.

Na análise dos resultados, os limites aceitos como permitidos foram validados de acordo com a legislação ambiental básica do estado de Santa Catarina, publicada em maio de 2009, Lei n. 5795, Decreto n. 14750, que dispõe sobre os padrões de emissão de efluentes líquidos no Art. 19°.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A DQO do efluente da unidade industrial de reciclagem de resíduos plásticos apresentou valor próximo de 690 ppm, o que indica a presença de grande quantidade de matéria orgânica oxidável presente na água residuária. Com a utilização de tanino como floculante, a DQO foi reduzida de 690 para 9,84 ppm, mostrando uma eficiência no processo em torno de 98%.

A DBO foi realizada após a análise da DQO. Como a DBO apresenta a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar a matéria orgânica carbonácea, trata-se, de uma indicação indireta do carbono biodegradável. Os resultados obtidos mostraram que o efluente tratado apresentou valor médio de DBO igual a 270 ppm.

Os resultados obtidos com as análises de sólidos fixos, detergentes, óleos e graxos e contagem de bactéria do efluente sem tratamento proveniente do processo de reciclagem dos resíduos plásticos estão apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 – Análise do efluente sem tratamento da reciclagem dos resíduos plásticos.

Ensaio no efluente	Concentração
Sólidos fixos	58 ppm
Detergentes	10 ppm
Óleos e graxos	50 ppm
Contagem de bactéria	65000 UFC/mL

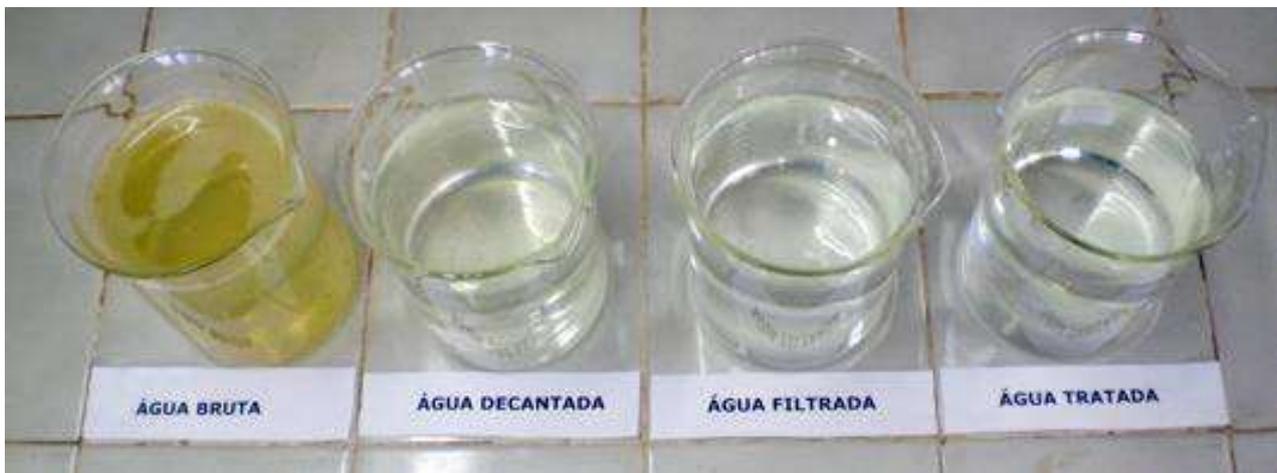
Na determinação de detergentes foram realizadas análises de ABS com resultado de 10 ppm, onde, o limite máximo permitido na legislação é de 2 ppm.

Na análise de óleos e graxos, os resultados mostraram um valor médio de 50 ppm. Pela legislação vigente, o limite máximo permitido para esse parâmetro é de 20 ppm para óleos minerais e de 30 ppm para óleos vegetais e gorduras animais.

A contagem de bactéria do efluente sem tratamento da reciclagem de resíduos plásticos apresentou em média 65000 UFC/mL. Após a aplicação de cloro nas amostras do efluente, a quantidade de bactérias foi reduzida à valores próximos de zero.

A Figura 02 apresenta amostras do efluente sem tratamento (água bruta), da decantação (água decantada), da filtração (água filtrada) e da floculação (água tratada).

Figura 02 – Amostras do efluente.



Os resultados das análises da cor e turbidez do efluente sem tratamento (água bruta), filtrado (água filtrada) e floculado (água tratada) estão apresentados na Tabela 02.

Tabela 02 – Cor e turbidez das amostras selecionadas do efluente.

Efluente	Cor (Hz)	Turbidez (UNT)
Sem tratamento	136	76
Filtrado	121	70
Floculado	11	4

De acordo com os resultados obtidos, pôde-se observar que o efluente sem tratamento foi alterado com maior intensidade após a floculação, apresentando melhorias tanto na cor (136 para 11 Hz) como na turbidez (76 para 4 UNT).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das análises realizadas no efluente da indústria mostraram que os resíduos plásticos provenientes de lixões e destinados à reciclagem mecânica apresentaram alta carga de contaminantes físicos e biológicos, o que indica que grande parte da população brasileira não utiliza corretamente a coleta seletiva para auxiliar o trabalho das empresas recicladoras. A empresa SanPlast utiliza o processo de tratamento de efluente físico-químico (pré-filtração, coagulação, floculação, decantação e filtração), conforme reproduzido em laboratório. Neste trabalho, além dessas etapas do tratamento físico-químico foi aplicado tanino como floculante e cloro como agente oxidante de bactérias. A utilização de tanino e do cloro contribuíram para um tratamento mais adequado do efluente proveniente do processo de reciclagem de resíduos plásticos. Sugere-se que o efluente tratado seja reutilizado nas etapas de moagem (pré-lavagem) e lavagem do processo de reciclagem, sem gerar custos adicionais que possam comprometer a saúde financeira da empresa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Sanplast Indústria de Plásticos Ltda., pelo fornecimento das amostras de efluente e acesso nas instalações industrial.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater**. Washington: v.1, 1995.

BORDONALLI, A. C. O. **Reúso de água em indústria de reciclagem de embalagens plásticas: aspectos econômicos e ambientais em modelo de escala real**. 2007. 198 p. Tese (Doutorado em Saneamento e Ambiente) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, Campinas, 2007.

BORDONALLI, A. C. O.; MENDES, C. G. N. Estudo de tratabilidade de águas de lavagem de plásticos contaminados com óleo lubrificante, visando reúso. In: Seminário de Acompanhamento de Pesquisa em Saneamento e Ambiente, 2, 2005, Campinas. **Anais...** Campinas, 2005.

CORONADO, J. Incineração dos Resíduos Plásticos pode Gerar Energia. **Revista Plástico Moderno**, São Paulo, n. 268, p. 26-33, ago. 1996.

EHRIG, Raymond J. **Plastics Recycling: Products and Processes**. New York: Hanser Publishers, 1992.

FURTADO, M. R. Aplicações Novas Prometem Dobrar o Uso do Reciclado. **Revista Plástico Moderno**, São Paulo, n. 266, p. 8-20, jun. 1996.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício. **Reúso de água**. Barueri: Manole, 2003.

METCALF & EDDY. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. Boston: McGraw Hill, 2004.

MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reúso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MUSTAFA, Nabil. **Plastics Waste Management: Disposal, Recycling, and Reuse**. New York: Marcel Dekker, 1993.

SCHWARZ, L. B. Reciclagem: Vida Longa Para Plásticos. **Polímeros - Ciência e Tecnologia**, out./dez. 1995.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards**. Technical report series, Genebra, n. 517, p. 11, 1973.