

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE EFLUENTES GERADOS NO PROCESSO DE RECICLAGEM DE EMBALAGENS PLÁSTICAS\*

Sandro Parteca<sup>1</sup>, Marcos Valentim Beckmann<sup>1</sup> & Sideney Becker Onofre<sup>1</sup>

(1 - Universidade Paranaense – UNIPAR - Campus de Francisco Beltrão – Paraná – Brasil.  
Endereço para correspondência: Av. Julio Assis Cavalheiro, 2000 – Bairro Industrial - Cep:  
85601-060 – Francisco Beltrão – PR. – E-mail:sandroparteca@yahoo.com.br,  
marcos.beckmann@hotmail.com, sideney@unipar.br )

### Resumo

Atualmente, um dos maiores desafios da humanidade é a prevenção e o controle da poluição ambiental. Dentre as diversas formas de poluição, uma das mais preocupantes é a representada pelos resíduos sólidos urbanos, em especial o resíduo plástico, pois sua degradação espontânea demanda muito tempo; é o resíduo mais expressivo em volume encontrado nos lixões e, quando queimado, pode produzir gases tóxicos ou corrosivos. Atualmente é considerada a matéria prima mais utilizada no mundo moderno, movimentando uma cadeia produtiva que congrega centrais petroquímicas, empresas produtoras de resinas termoplásticas e transformadoras de plástico. Neste trabalho foram realizadas duas coletas, de águas sendo uma da água fornecida para a empresa de reciclagem de plástico e outra do efluente gerado no processo. Em ambas as amostras os parâmetros avaliados foram: DQO, DBO<sub>5</sub>, CE e SDT. Além das análises físico-químicas também foram determinados os níveis de coliformes totais, *Escherichia coli*, microrganismos mesófilos, *Salmonella* sp e *Clostridium perfringens*. Os resultados obtidos com os parâmetros do efluente, mostraram que a DQO, DBO<sub>5</sub>, CE e SDT, tiveram seus níveis alterados significativamente quando comparados as amostras da água fornecida a empresa. As amostras indicaram a presença de microrganismos patogênicos no efluente produzidos no processo de reciclagem do plástico.

**Palavras-chave:** reciclagem, plástico, polietileno de baixa densidade.

### Abstract

---

\* Recebido para publicação em 12 de Outubro de 2007;  
Aprovado para publicação em 05 de Novembro de 2007.

## PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF EFFLUENTS GENERATED IN THE PROCESS OF RECYCLING OF PLASTIC PACKAGES

Nowadays, one of the biggest challenges of humanity is the prevention and the control of the environmental pollution. Among the many forms of pollution, one of the most concerning is represented by the urban solid waste, especially the plastic waste, because its spontaneous degradation takes a lot of time; it's the most expressive waste in volume found in the garbage cans and when it's burned, it can produce toxic and corrosive gas. Nowadays it is considered the most used raw material in the modern world, moving a productive chain of petrochemical centrals, thermoplastic resin producer and plastic transformer companies. Two collects were done, one with water provided by a plastic recycling company and another from the effluent generated in the process. In both analysis the assessed parameters were: DQO, DBO<sub>5</sub>, CE and SDT. Besides the physicochemical analysis, levels of total coliforms were also determined, *Escherichia coli*, mesophyllous microorganisms, *Salmonella* sp and *Clostridium perfringens*. The results obtained with the parameters of the effluent showed that the DQO, DBO<sub>5</sub>, CE and SDT had their levels significantly altered when compared to the samples of the water provided by the company. The samples indicated high levels of pathogenic microorganisms in the effluent produced in the plastic recycling process.

**Key Words:** recycling, plastic, low density polyethylene.

### 1 - Introdução

Nenhuma espécie na natureza é capaz de gerar algo que ninguém queira, a única exceção é a espécie humana. Esta afirmação resume um dos grandes problemas ambientais da atualidade que é o lixo ou resíduo (Bidone, 1999). A conceituação de resíduos é muito abrangente, variando conforme o país, o órgão encarregado ou mesmo o autor. Também a idéia de resíduo e lixo terem o mesmo significado não é bem definida. Lixo é todo e qualquer resíduo resultante de atividades humanas ou, segundo Figueiredo (1994), lixo ou resíduo pode ser considerado como toda matéria ou energia criada pelo homem e que após utilizada não é absorvida pelo meio ambiente.

Tchobanoglous; Theisen e Vigil (1993) afirmam que resíduos sólidos são todos os resíduos provenientes das atividades humanas e animais, que são normalmente sólidos e descartados como inúteis ou desnecessários. Devido as suas propriedades intrínsecas, os

resíduos descartados são freqüentemente reciclados e considerados como recursos em outro empreendimento.

A agências ambientais de todo o mundo, definem o processo de reciclagem como sendo a ação de coletar, reprocessar, comercializar e utilizar materiais antes considerados como lixo (Valle, 1995). Em Costa (1998) a reciclagem é definida como o resultado de uma série de atividades através das quais materiais que se tornariam lixo são *desviados*, sendo colocados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de bens, feitos anteriormente apenas com matéria-prima virgem. Lima e Silva et al (1999) define como reciclagem.

“Ato de tornar útil e disponível novamente, eventualmente através de um processo de transformação físico-química, material que já foi utilizado anteriormente dentro de um sistema. Materiais que seriam descartados como lixo tornam-se novamente matéria-prima para a manufatura de bens, reduzindo a extração de recursos naturais. Processo pelo qual a matéria e a energia circulam no ambiente, transferindo-se progressivamente de um compartimento para outro, até retornar ao compartimento inicial (Valle, 1995)”.

Percebe-se que não existe uma definição única e clara na sociedade para o ato de reciclar e que a reciclagem não pode ser encarada como a única solução de todos os problemas dos resíduos sólidos urbanos, mas sim uma parte importante de um sistema de gerenciamento. Assim, a reciclagem deve ser considerada como uma forma racional de minimização de resíduos, pois o material usado volta para o ciclo de produção, o que soluciona, por exemplo, o problema de superlotação nos aterros sanitários. Simplesmente descartar os resíduos, sem considerar o tempo que estes levam para se degradar, ou até como estes serão depositados, corresponde a uma imensa falta de consciência e comprometimento, resultando em uma forma de “gestão” ambiental insustentável.

Assim, a reciclagem permite fazer o ciclo, trazendo de volta a origem, sob forma de matéria-prima, aqueles materiais que não se degradam facilmente e que podem ser reprocessados, mantendo suas características básicas (Valle, 1995).

Segundo Ruberg *et al* (1998), a população, através do consumo de produtos, gera resíduos que devem ser coletados. A coleta pode ser feita pelo meio convencional, com o material reciclável e o não-reciclável coletados juntos. Neste caso geralmente usam-se

caminhões compactadores e o processo de reciclagem torna-se praticamente inviável. Outra forma de recolhimento de resíduos é a coleta seletiva. A coleta seletiva pode ser domiciliar (ou denominada *porta à porta*), com os recicláveis separados previamente na residência do gerador de resíduo (lixo seco e lixo orgânico), ou por uma entrega voluntária, na qual o conjunto de *containers* (LEV – Locais de Entrega Voluntária) são instalados em locais estratégicos para depósito dos materiais recicláveis pela população. Os Posto de Entrega Voluntária (PEV), diferenciam-se dos LEV por terem atendimento nos PEV de pessoas capacitadas a darem instruções sobre a coleta seletiva, como separar e esclarecer eventuais dúvidas que possam existir. Outra forma de entrega voluntária utilizada é a entrega de material selecionado nos galpões de triagem, nas associações ou cooperativas de catadores. Todos estes modelos de entrega voluntária baseiam-se na separação multisseletiva e tem como premissa a existência de um programa de educação ambiental permanente e uma adesão efetiva do cidadão.

Considerando também o fluxograma apresentado na Figura 1, pode-se observar que existem vários caminhos que podem ser percorridos pelo plástico até sua reciclagem.

Após a coleta, visando a reciclagem de plásticos, sempre haverá um processo de separação ou triagem pode ser feita em usinas de triagem (Figura 2), ou nos próprios lixões, nas associações ou cooperativas de catadores, etc. Assim, os resíduos separados podem ser enviados para a reciclagem, permitindo o reaproveitamento dos mesmos como matéria-prima pelas empresas transformadoras de produtos finais. Algumas recicladoras de plásticos tem seu próprio processo de separação.

A reciclagem de materiais, principalmente de resíduos sólidos plásticos, é um negócio que vem se desenvolvendo pela força de seu mercado, por consumidores verdes, com consciência ambiental desenvolvida e que procuram produtos condizentes com sua filosofia. Como sugere Campos (2000), a primeira revolução verde objetivou o rendimento. Agora chegou a hora, não de esperar que a terra produza mais, mas de esperar que o homem faça mais com o que a terra produz. Portanto, *just-in-time*, mapeamento do processo, qualidade total e outros itens comuns no meio empresarial e produtivo devem fazer parte da mentalidade de quem trabalha com reciclagem. O gerenciamento ecológico envolve a passagem do pensamento mecanicista para o pensamento sistêmico. Um aspecto essencial dessa mudança é que a percepção do mundo como máquina cede lugar a percepção do mundo como um sistema vivo. Esta idéia, desenvolvida por Silva (1993), nos leva a analisar de um novo modo a reciclagem, pois a visão sistêmica nada mais é do que esquecer o controle e a dominação, e

pensar em cooperação e parceria, como os sistemas naturalmente sustentáveis que a natureza nos oferece de exemplo.

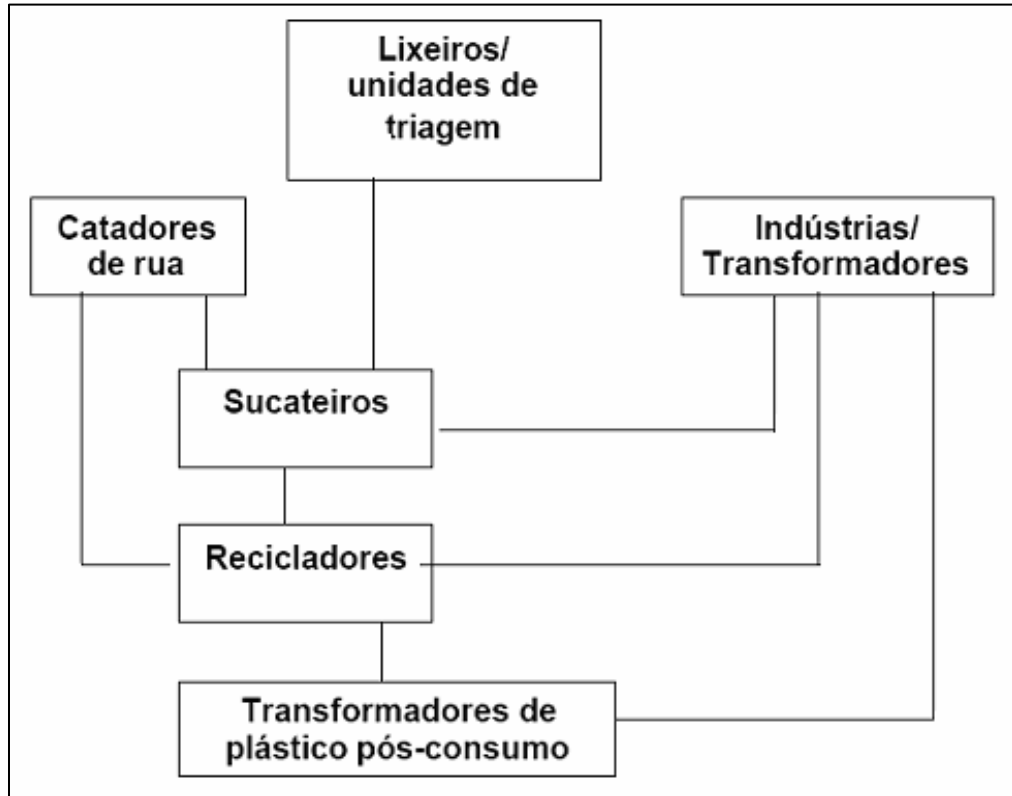


Figura 1 – Fluxograma da reciclagem do plástico e seus agentes

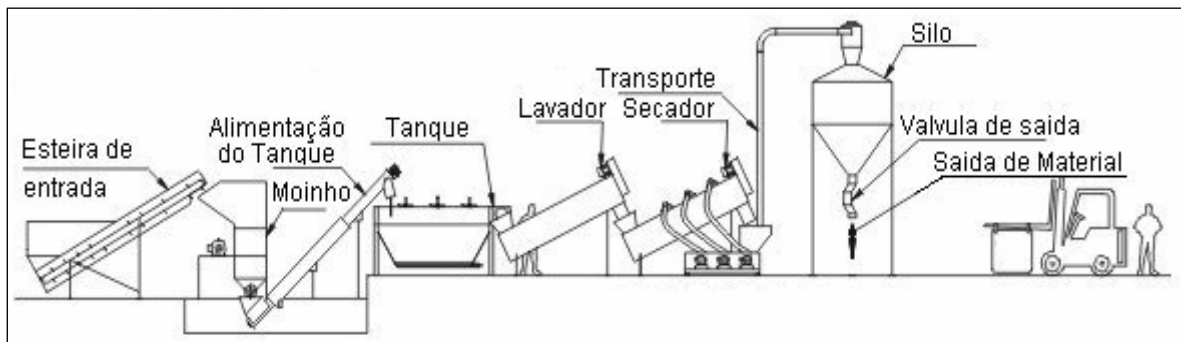


Figura 2 – Linha de moagem e lavagem do plástico.

Como a qualidade e produtividade são funções do processo, o gerenciamento de processos pode ser conceituado como uma ferramenta destinada a implementar a melhoria contínua nas organizações.

Assim, a implantação de métodos para o Gerenciamento de Processos (GP) nas atividades envolvidas com a reciclagem de plásticos pode trazer grandes vantagens organização, como uma ampliação da visão do negócio, maior conhecimento do negócio,

maior envolvimento dos agentes e colaboradores e levar ao atendimento das necessidades dos clientes. Gerenciamento de processos não é exercício de redução de custos, busca de culpados por falhas ou um processo estático, é um método baseado em informações coletadas de clientes e fornecedores, que considera os erros como oportunidades de melhoria e prevenção e, acima de tudo é um processo contínuo.

A reciclagem trata o plástico pós-consumo como matéria-prima, gerando a possibilidade de criação de novos produtos e trazendo benefícios para a população. Como benefícios que resultam da reciclagem de plásticos, podem ser citados os seguintes: diminuição da quantidade de resíduos enviados aos lixões; diminuição do consumo de energia; contribuição para a limpeza da cidade; conscientização dos cidadãos a respeito do destino dos resíduos e do valor que eles possuem; e geração de empregos.

Mesmo assim, o índice de reciclagem de plástico em 2006 ficou em torno de 18% (Borges, 2006) em relação ao que é produzido, o que é considerado um valor ainda muito baixo. Estima-se que em 2010 o índice de reciclagem de plásticos passará a ser de 30% (Ferro, 2006). Nessa época, as empresas recicladoras de plástico mal conseguem sobreviver em um mercado em que o produto é bitributado, e em que o fornecimento constante e seguro de matéria-prima pós-consumo para ser reciclada não é confiável. Dessa forma, algumas empresas, para continuar no mercado, são obrigadas a viver quase que na clandestinidade. Acresce o fato de algumas empresas serem atraídas, sem nenhum conhecimento técnico, para entrar no mercado de reciclagem, pelo fato de o lixo poder ser uma matéria-prima de custo zero, o que não é verdade. Entretanto, os custos de produção são elevados, o que pode levar ao fechamento da empresa, uma vez que muitas empresas não sobrevivem no mercado mais que dois anos (Sino Reto, 2001).

A reciclagem mecânica do plástico pode ser viabilizada através do reprocessamento por extrusão, injeção, termoformagem, moldagem por compressão, etc. Para este fim são necessários alguns procedimentos que incluem as seguintes etapas: 1) *separação do resíduo polimérico*, 2) *moagem*, 3) *lavagem*, 4) *secagem*, 5) *reprocessamento* e, finalmente, a transformação do polímero em produto acabado. Existem variações nestas etapas devido à procedência e o tipo de polímero, além das diferenças de investimentos e equipamentos utilizados nas plantas de processamento (Kaminsky, 1992)

Depois da separação, os resíduos poliméricos devem ser moídos em moinhos de facas rotativas e peneirados na forma aproximada de "pellets" antes do reprocessamento. Isto permite acomodar melhor o material no equipamento de processamento, como a extrusora ou

a injetora (Brandrup, 1996). É importante que o material moído tenha dimensões uniformes para que a fusão também ocorra uniformemente. A presença de pó proveniente da moagem é inconveniente, pois este funde antes e atrapalha o escoamento do material nos equipamentos de processo.

O polímero depois de moído é lavado normalmente em tanques contendo água ou solução de detergente aquecido (Ehrig & Curry, 1992). Nesta etapa é necessária a remoção de resíduos de detergente. A água de lavagem é tratada e reutilizada no processo (Remédio et al., 1999).

A reutilização ou reuso dessa água ou o uso de águas residuárias, não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância. Neste sentido, deve-se considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

O "reuso" reduz a demanda sobre os mananciais de água devido a substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Essa prática, atualmente muito discutida, posta em evidência e já utilizada em alguns países é baseada no conceito de substituição de mananciais. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para um uso específico como no caso em estudo, pois esta água servirá para a lavagem do plástico reciclável. Dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reuso na empresa quando se utiliza água de qualidade inferior (como os efluentes pós-tratados) para atendimento das finalidades da empresa.

Nesse sentido é que este trabalho objetivou avaliar as características físico-químicas e microbiológicas de efluentes gerados em uma empresa de reciclagem de plásticos do tipo polietileno de baixa densidade, localizada no município de Francisco Beltrão, Estado do Paraná, Brasil.

## **2 - Material e Métodos**

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa de reciclagem de embalagens plásticas do tipo Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), instalada no parque industrial da cidade de Francisco Beltrão, Estado do Paraná, Brasil, localizada nas coordenadas geográficas

26° 04' 33" Latitude Sul e 53° 02' 10" Longitude Oeste. Através do acompanhamento e descrição do processo produtivo, será possível caracterizar os efluentes gerados nesse processo. Foram avaliados dois tipos de água. A primeira consistiu da análise da água fornecida para a empresa; água essa captada no Rio Marrecas, município de Francisco Beltrão, PR, já a segunda amostra foi coletada da água oriunda do processo de lavagem do plástico. Após as análises concluídas foram determinados os níveis de poluentes gerados no processo.

As variáveis físico-químicas determinadas, foram: demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio no quinto dia (DBO<sub>5</sub>), pH, condutividade elétrica (CE) e sólidos dissolvidos totais (SDT), todos segundo o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (Apha, 1998).

O teste de contagem de coliformes fecais é aplicável para investigar a poluição de cursos de água, eficiência de desinfecção de sistemas de tratamento de água, de efluentes industriais e domésticos, balneabilidade de praias, rios e monitoramento sistemático para classificação da qualidade da água de rios. As determinações foram realizadas a partir de diluições decimais, utilizando-se a técnica do número mais provável (NMP), em uma série de três tubos contendo caldo lactose bile verde brilhante, em pH 7,2 e tubos de Durham invertidos. Os tubos foram incubados a 37° C por 24/48 horas, sendo considerados positivos aqueles com turvação e produção de gás, sendo que a pesquisa dos coliformes fecais foi realizada a partir dos tubos positivos para coliformes totais, transferindo-se alíquotas da cultura para tubos contendo caldo *Escherichia coli* e tubos de Durham invertidos. Após a incubação em banho-maria a 44,5±2° C serão considerados positivos os tubos com turvação e formação de gás, sendo os resultados expressos em NMP.mL<sup>-1</sup>. Esta metodologia segue a descrita por Vanderzant & Splitstooser, (1992).

Para a pesquisa de *Salmonella* foram pesados e homogeneizados 25g da amostra das conservas em 225ml de água peptonada e tamponada, com incubação a 35§ C, durante 24h (Van Leusen et al., 1982). A partir desse pré-enriquecimento foi transferido 1 mL para caldo de Rappaport-Vassiliadis, RV, segundo Van Schothorst et al. (1983). O crescimento obtido foi semeado, por esgotamento com alça de níquel-cromo, em ágar *Salmonella-Shigella* (S-S) (Merck®) e ágar entérico Hektoen (HE) (Merck®), com incubação a 35§ C, durante 24h (ICMSF, 1992; Vanderzant & Splittstoesser, 1992). Para colônias suspeitas de *Salmonella* foram quantificadas e os resultados expressos em UFC.mL<sup>-1</sup> (APHA, 1998), bem como,



foram identificadas utilizando-se de provas bioquímicas conforme preconizado por Edwards & Ewing (1972).

A contagem de esporos viáveis de *Clostridium perfringens*, foi realizado pelo método de plaqueamento em meio seletivo para *Clostridium perfringens* tipo A, contendo ágar Shahidi Ferguson Perfringens (SFP) elaborado segundo Shahidi e Ferguson (1971) e suplementado com gema de ovo. As placas foram incubadas por 48 horas a 45° C em jarras de anaerobiose. Os resultados foram expressos em UFC.mL<sup>-1</sup>.

As análises de variância foram realizadas segundo normas da ANOVA. As diferenças significativas entre as médias foram determinadas pelo teste de Tukey. Todas as atividades foram realizadas em triplicata.

### 3 - Resultados e Discussão

Na tabela 1 são encontrados os resultados obtidos na avaliação físico-química das águas utilizadas no processo de reciclagem do plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD).

Tabela 1 - Valores de DQO (mg.L<sup>-1</sup>), DBO (mg.L<sup>-1</sup>), CE (dS.m<sup>-1</sup>), pH, CE (1,00 dS.m<sup>-1</sup>) e SDT (mg.L<sup>-1</sup>) nas amostras de água coletadas.

Amostra	DQO	DBO	CE	pH	SDT
Água	21,72±2,56a	3,45±0,21a	7,89±0,2a	6,99±0,05a	196,91±22,72a
Efluente	287,34±32,45b	23,63±2,76b	162,75±0,4b	5,35±0,05a	798,56±32,12b

\*Médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Avaliando os resultados obtidos verificamos que ocorreu um acúmulo de matéria orgânica nos processo produtivo da empresa de reciclagem de plástico, isso pode ser comprovado pelos valores de DQO da água de 21,72 ± 2,56 mg.L<sup>-1</sup> passando para 287,34 ± 32,45 mg.L<sup>-1</sup> de DQO do efluente gerado no processo. Já a DBO da água passou de 3,45 ± 0,21 mg.L<sup>-1</sup> para 23,63 ± 2,76 mg.L<sup>-1</sup>.

A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) que é utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde a quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o

oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática.

O teste de Demanda Química de Oxigênio (DQO) baseia-se no fato de que todos os compostos orgânicos, com poucas exceções, podem ser oxidados pela ação de um agente oxidante forte em meio ácido. Uma das limitações, entretanto é o fato de que o teste não diferencia matéria orgânica biodegradável e matéria orgânica não-biodegradável, a primeira determinada pelo teste de DBO. A vantagem é o tempo de teste, realizado em poucas horas, enquanto o teste de DBO requer no mínimo 5 dias (período de incubação).

Com os dados obtidos podemos concluir que os valores obtidos tanto na DBO, quanto na DQO, são resultado do acúmulo de matéria orgânica no processo produtivo.

Com relação a condutividade elétrica da água nas duas avaliações mostrou que a água tem um a CE de  $7,89 \pm 02 \text{ dS.m}^{-1}$ , já o efluente gerado mostrou uma condutividade de  $162,75 \pm 04 \text{ dS m}^{-1}$ .

Considerando que a condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica e que este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente e que quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água, podemos concluir que os índices observados entre as duas análises, é resultados do acúmulo de íons durante o processo. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos.

Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) corresponde ao peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. As análises realizadas mostram que os SDT apresentados foram acumulados no processo produtivo, passando de  $196,91 \pm 22,72 \text{ mg.L}^{-1}$  para  $798,56 \pm 32,12 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Na tabela 2 são encontrados os resultados obtidos com a quantificação de microrganismos da água fornecida a empresa e do efluente gerados no processo produtivo. As águas são habitadas, normalmente, por muitos tipos de bactérias, assim como por várias espécies de algas e de peixes. Essas bactérias são importantíssimas porque, alimentando-se de matérias orgânicas, são elas que consomem toda a carga poluidora que lhe é lançada, sendo assim as principais responsáveis pela auto-depuração, ou seja, limpeza dessas águas.

Tabela 2 - Médias geométricas do número mais provável de coliformes totais e *Escherichia coli*, e contagens padrão de microrganismos heterotróficos mesófilos, *Salmonella* sp e *Clostridium perfringens* na água e no efluente avaliados

Microrganismos	Água*	Efluente*
Coliformes totais <sup>1</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup> a	6,5 x 10 <sup>6</sup> b
<i>Escherichia coli</i> <sup>1</sup>	0,5 x 10a	1,2 x 10 <sup>4</sup> b
Mesófilos <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>2</sup> a	2,5 x 10 <sup>3</sup> b
<i>Salmonella</i> sp <sup>2</sup>	0,2 x 10a	1,3 x 10a
<i>Clostridium perfringens</i> <sup>2</sup>	0,3 x 10a	1,5 x 10a

\*Média seguidas da mesma letra na horizontal, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>Índices fornecidos em NMP.mL<sup>-1</sup>

<sup>2</sup>Índices fornecidos em UFC.mL<sup>-1</sup>

Os principais grupos de microorganismos que devem ser analisados como importantes nos efluentes, são os utilizados nos processos biológicos, os indicadores de poluição e especialmente os patógenos, que são aqueles capazes de transmitir doenças por veiculação hídrica. Os principais organismos encontrados nos esgotos são: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus, as algas e os grupos de plantas e animais.

Analisando os resultados obtidos verifica-se que ocorreu um aumento substancial da carga microbiana após a água passar pelo processo. Os coliformes totais passaram de 1,5 x 10<sup>2</sup> para 6,5 x 10<sup>6</sup> NMP.mL<sup>-1</sup>. Esse mesmo comportamento foi verificado com a *Escherichia coli* que teve seus índices alterados de 0,5 x 10 para 1,2 x 10<sup>4</sup> NMP.mL<sup>-1</sup>, indicando com isso que o material reciclado estava altamente contaminado com coliformes fecais.

Com relação aos microrganismos mesófilos, as *Salmonellas* sp. e o *Clostridium perfringens* apresentaram um aumento significativo, acompanhando o mesmo comportamento dos coliformes avaliados.

A presença das bactérias coliformes na água significa, pois, que essa água recebeu matérias fecais, ou esgotos. Por outro lado, são as fezes das pessoas doentes que transportam, para as águas ou para o solo, os micróbios causadores de doenças. Assim, se a água recebe fezes, ela pode muito bem estar recebendo micróbios patogênicos. Por isso, a presença de coliformes na água indica a presença de fezes e, portanto, a possível presença de seres patogênicos.

#### 4 - Conclusões

Após a realização deste trabalho e nas condições que foi conduzido, pode-se concluir que em ambas as análises os parâmetros avaliados do efluente, sejam eles físico-químicos ou microbiológicos, tiveram seus níveis alterados significativamente quando comparados com as amostras da água fornecida a empresa.

## 5 - Referências Bibliográficas

- Apha, Awwa, Wqf. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20ed. Washington, 1998.
- Bidone, F. R. A.; Povinelli, J. *Conceitos básicos e resíduos sólidos*. São Carlos: EESC/USP, 1999.
- Borges, C. Recicle a Natureza Agradece. *Revista Pack*, São Paulo, Ano 3, n. 29, p. 12-13, jan., 2006.
- Brandrup, J.; Bittner, M.; Michaeli, W.; Menges, G. Em *Recycling and recovery of plastics*; Willenberg, B., ed.; Hanser Publishers ed.: Munich, 1996.
- Campos, J.R.. *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo – Coletânea de trabalhos técnicos*. PROSAB. Rio de Janeiro. 2000 332 p.
- Costa, A. C. F. *Os caminhos dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Porto Alegre: da origem ao destino final*. 1998. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Edwards, P.R. & Ewing, W.H. *Identification of enterobacteriaceae*. 3.ed. Minneapolis, Burgess Publishing, 1972. p. 146-258.
- Ehrig, R. J.; Curry, M. J. Em *Plastics recycling: products and processes*; Ehrig, R. J., ed.; Oxford University Press: New York, 1992.
- Ferro, S. *Especialistas prevêem futuro e tendências do setor até 2010*. Plástico Moderno, São Paulo, p. 18-30. 2006.
- Figueiredo, P. J. M. *A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental*. Piracicaba: UNIMEP, 1994.
- ICMSF. International commission on microbiological specifications for foods. *Microrganisms in foods*. I. Their significance and methods of enumerations. 3.ed. Toronto: University of Toronto Press, 1983, 431p.
- Kaminsky, W. *Ullmann's Encyclopedia of industrial Chemistry*, VHC Verlags Publishes Inc, A 21, 1992.

- Lima-Silva, P. P. *Dicionário brasileiro de ciências ambientais*. Rio de Janeiro: Thex , 1999p. 194.
- Remédio, M. V. P.; Zanin, M.; Teixeira, B. A. N. *Polímeros: Cienc. Tecnol.* 1999, p177.
- Ruberg, C. *Promoção da qualidade ambiental através da reciclagem de resíduos sólidos domiciliares*. In: Simpósio internacional de qualidade ambiental – gerenciamento de resíduos e certificação ambiental, 2., *Anais...* Porto Alegre. 1998.
- Shahidi, S.A.; Ferguson, A.R. *New quantitative, qualitative, and confirmatory media for rapid analysis of food for Clostridium perfringens*. *Applied Microbiology*, v.21, n.3, p. 500-506, 1971.
- Silva, S.M.C.P. *Desenvolvimento de uma nova concepção de tratamento de águas residuárias pela associação de processos anaeróbios e aeróbios*. Tese de doutoramento. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1993.
- Sino Reto, M. A. *Tributação Espreme o Reciclador e Breca Expansão do Setor*. Plástico Moderno, São Paulo, p. 10-26, set. 2000.
- Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S. *Integrated solid waste management - engineering principles and management issues*. Ney York: Mc-Graw Hill International Editions, 1993.
- Valle, C. E. *Qualidade Ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente*. São Paulo: Ed. Pioneira, 1995.
- Van Leusen, F.M., Van Schothorst, M., Beckers, H.J. The standard *Salmonella* isolation method. In: Corry, J.E.L., Roberts, D., Skner, F.A. eds. *Isolation and identification methods for poisoning*. New York, Academic, p.35-39. 1982.
- Vanderzant, C., Splittstoesser, D.F. *Compendium for the microbiological examination of foods*. American Public Health Association. 3 ed. Washington, DC., 1992. 1219p.