



## **Eficiência do tratamento de efluente doméstico por processo de Discos Biológicos Rotativos e sua possibilidade de reuso**

**Caio Ferreira<sup>1</sup>, Virgílio Bandeira<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>OET - EMBASA (caioaferreira@hotmail.com)

<sup>2</sup>OET - EMBASA (virgiliobandeira@embasa.ba.gov.br)

### **Resumo**

Este trabalho apresenta a eficiência alcançada por um tratamento de efluente através de uma estação compacta de tratamento de esgoto que funciona por meio de um processo de discos biológicos rotativos (DBR), e a possibilidade de reutilização do mesmo efluente tratado. Os estudos tiveram início com o fornecimento da estação pela empresa Alpina Ambiental, e foram realizados o monitoramento e o acompanhamento direto do sistema de tratamento pela OET - EMBASA. Neste acompanhamento foi observado o funcionamento do sistema, a limpeza dos equipamentos, os problemas operacionais, entre outros aspectos. O monitoramento foi feito através de coleta de amostras do esgoto bruto, do efluente tratado sem filtração e do efluente final com filtração para a determinação da qualidade do efluente pós-tratamento e da eficiência do experimento. Também foi controlado o volume da vazão do efluente que passou pela ETE. Ao longo do experimento, foram analisados diversos parâmetros como: DQO, Fósforo total, Nitrogênio, entre outros, porém o indicador de eficiência utilizado na estação foram os sólidos totais, pois foi o parâmetro analisado durante todo o período do experimento. A vazão utilizada no experimento foi equivalente a vazão consumida por três famílias (15 pessoas), e após o tratamento o efluente era disposto novamente na rede de esgoto.

Palavras Chaves: Discos Biológicos Rotativos. Sólidos Totais. ETE. Reuso.

Área temática: Águas Residuárias.

### **1. Introdução**

A ETE compacta fornecida pela empresa Alpina Ambiental se trata de um experimento organizado pela OET - Assessoria Técnica em Esgotamento Sanitário da EMBASA (Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A). A estação foi instalada em junho de 2008 e foi posta em operação no mês seguinte.

As estações compactas de Discos Biológicos Rotativos podem ser uma alternativa tecnológica ideal para regiões afastadas e que possuam dificuldades de manter e implantar ETE convencionais. A estação DBR, funciona de forma praticamente inodora e inaudível, e o lodo produzido é tratado na mesma unidade sendo direcionado depois do tratamento como lixo domiciliar.

O desempenho da ETE foi medido através de análises de sólidos totais. Analiticamente, os sólidos totais contidos nos esgotos são definidos como a matéria que permanece como resíduo depois da evaporação à temperatura compreendida entre 103°C e



105°C (Amarílio Pereira de Souza, informação pessoal, 1986). Tal parâmetro não é suficiente para diagnosticar a completa qualidade do efluente tratado, entretanto foi escolhido como indicador inicial de referência pela sua relevância dentro da composição de efluentes domésticos e levando em consideração que processos de discos biológicos têm como principal característica a remoção de DBO e Sólidos Totais.



Figura 1- ETE DBR

## 2. Objetivos específicos

- Verificar a eficiência do tratamento no experimento, e comparar os resultados com a resolução CONAMA 357/05 e com a NBR 13.969/97
- Observar a qualidade do efluente tratado para verificar as possibilidades de reuso do mesmo.
- Averiguar a viabilidade da implantação da ETE, para atendimento de pequenas populações distantes dos centros.

## 3. Metodologia

A Estação compacta implantada no experimento funciona através de discos biológicos rotativos que consiste em um tanque, onde é instalado um eixo horizontal com discos igualmente espaçados e distanciados em aproximadamente 10 centímetros. Os eixos são mantidos em rotação por ação mecânica e os discos trabalham com cerca de 40% do diâmetro submerso. Esse movimento de rotação expõe, alternadamente, os discos ao ar atmosférico e a matéria orgânica contida no meio líquido, facilitando, assim, a colonização e o crescimento de microorganismos em sua superfície, formando assim uma película de poucos milímetros de espessura, chamado Biofilme, que chega a cobrir todo o disco. Os discos são circulares e construídos de plástico de baixa densidade e tem como funções principais servir de meio suporte para o desenvolvimento do Biofilme, promover o contato do mesmo com o esgoto, manter a biomassa desgarrada dos discos em suspensão nos esgotos e promover a aeração do Biofilme e do esgoto aderido ao mesmo e situado na parte inferior, devido à imersão dos discos. É importante ressaltar que os discos biológicos são normalmente dimensionados para se atingir apenas uma remoção de DBO e sólidos totais, ou para se obter um efluente bem nitrificado (Chernicharo, C. A.; Gonçalves, R. F, 2001).

As principais vantagens de processos de discos biológicos são:

- Cargas variáveis
- Tempo de retenção curto
- Eficiência alta
- Baixo custo de energia
- Simplicidade Operacional



- Sistema Compacto

De acordo com a empresa fornecedora, a estação compacta é indicada para locais distantes onde não sejam viáveis tratamentos convencionais e locais que possuam dificuldade de escavações. Dentre suas vantagens se destacam o funcionamento praticamente inodoro e sem ruídos, e o tratamento do lodo produzido sendo feito na mesma unidade, direcionado depois do tratamento como lixo domiciliar. Segundo a empresa Alpina Ambiental, a ETE é recomendada para uma população de 10 a 70 pessoas, sendo que no experimento a vazão utilizada é equivalente ao consumo em média de 15 pessoas (três famílias). Se o tratamento for eficiente, o efluente poderá ser reutilizado com direcionamento à lavagem de veículos, limpeza de praças e ruas, irrigação de jardins e resfriamento de equipamentos. É importante ressaltar que foi utilizado o consumo médio de 15 pessoas porque a vazão das águas residuárias domésticas varia em função de causas precisas, definidas e mensuráveis e de outras causas não controláveis (Chagas Neto, V, B.1995), e por isso a utilização de uma vazão exata não seria adequado ao experimento.

O efluente a ser tratado na ETE compacta é classificado como doméstico, e chega ao experimento após ser realizado tratamento preliminar (caixa de areia e gradeamento). Com isso, o afluente considerado no experimento não possui partículas grosseiras.

O monitoramento diário no experimento consiste em uma pessoa encarregada verificar a vazão que foi tratada, o funcionamento das bombas, a vazão que está entrando na estação, o nível de lodo e o funcionamento dos discos.

Quinzenalmente, a OET - Embasa coleta amostras em três pontos diferentes (efluente bruto- antes do tratamento, efluente tratado sem filtração- após passar pela ETE DBR e efluente tratado pós- filtração). Neste experimento, utilizamos os resultados das coletas de aproximadamente 1(um) ano. No período de Julho de 2008 até Agosto de 2009, foram coletadas diversas amostras do efluente.

Com poucos meses de operação, os resultados obtidos no tratamento do efluente não foram considerados satisfatórios e por isso houve a implantação de um filtro para funcionar junto com estação compacta, com o principal objetivo de diminuir os níveis de sólidos totais. Também foram implantadas pastilhas de cloro com o objetivo de desinfecção do efluente para posterior reutilização.

Algumas vantagens de processos de tratamento por Discos Biológicos Rotativos foram claramente comprovadas no experimento. Os principais benefícios da ETE foram requerer uma baixa demanda de energia, funcionar de forma completamente inaudível, necessitar de pouco espaço para operar e trabalhar exalando poucos odores.

Porém, durante o tempo de funcionamento da ETE alguns problemas foram observados e por isso manutenções e intervenções tiveram que ser feitas. As principais giram em torno do entupimento da tubulação de chegada do esgoto bruto, entupimento do Filtro, Queima da Bomba e recirculação do lodo. Todos esses problemas comprometeram cada qual em uma intensidade diferente, a eficiência da ETE.

- O entupimento da tubulação de chegada do esgoto bruto ocorre freqüentemente impedindo que o afluente chegue à ETE. É o problema mais recorrente no experimento. A desobstrução está sendo realizada através do manuseio do registro e controle da vazão que passa pelo tubo. Esse problema está comprometendo a eficiência da ETE, pois durante finais de semana onde não há supervisão e controle, a tubulação pode entupir e interromper a entrada de esgoto bruto no experimento fazendo com que o tratamento fique ocioso sem efluente a ser tratado. Uma solução completamente viável seria a implantação de uma tubulação de entrada com um diâmetro superior ao atual, fazendo com que o fluxo não fosse interrompido, diminuindo as perdas de eficiência no tratamento



- Em relação ao problema do entupimento do Filtro, está sendo feita a retro lavagem do filtro. Inicialmente, não era feito este procedimento, porém após alguns meses foi observada a perda de eficiência no tratamento da ETE devido ao entupimento e decorrente disso a necessidade de adotar este procedimento. A empresa fornecedora da ETE recomendou a retro lavagem diária, o que demandaria uma grande mão de obra e muito tempo tornando-se inviável. Por isso no experimento, o procedimento é feito uma vez por semana.



Figura 2 - Filtro na posição de retro lavagem

- Também impediram o melhor desempenho da ETE a queima da bomba e os constantes problemas na recirculação de lodo. A bomba apresentou problemas durante o período do experimento que ocasionaram perda na eficiência do tratamento. Por conta destes fatores, a vazão teve que ser diminuída consideravelmente, pois se o fluxo fosse mantido a geração de lodo sem tratamento adequado seria muito alta o que ocasionaria um transbordo de lodo no experimento, e o excesso de lodo ocasionaria problemas nas instalações elétricas da ETE. A diminuição da vazão decorrente deste problema reduziu a quantidade de efluente bruto a ser tratado durante alguns dias. Outro ponto importante a ser ressaltado aconteceu em relação à recirculação de lodo que não estava sendo feita. Tal fato prejudicou bastante a operação. Foram notadas larvas sobre o lodo e em algumas amostras coletadas antes do filtro de areia.



Figura 3 - Acúmulo de lodo causado pelo problema de recirculação

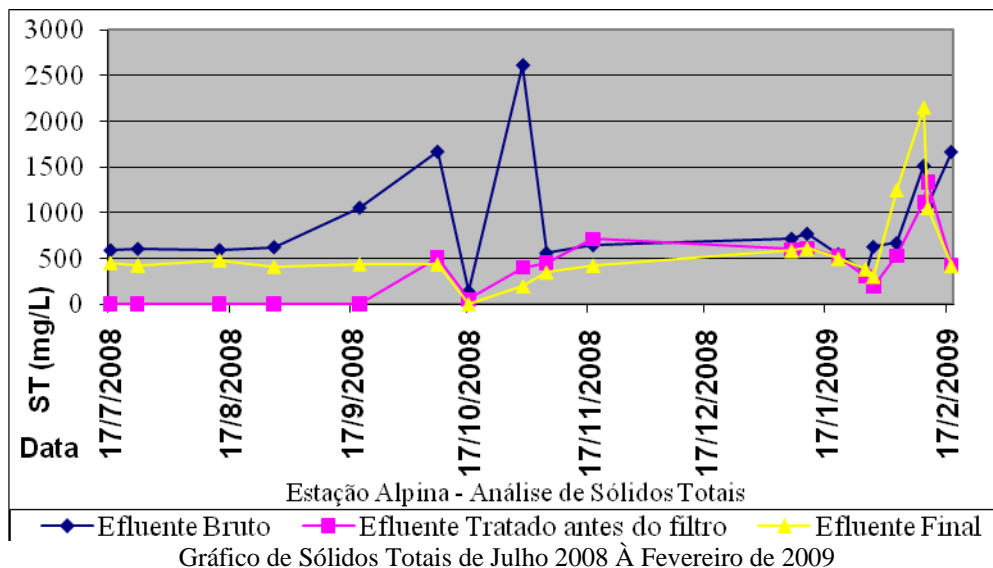
#### 4. Resultados

O desempenho da ETE foi medido através de análises de sólidos totais. Tal parâmetro não é suficiente para diagnosticar a completa qualidade do efluente tratado, entretanto foi escolhido como indicador inicial de referência pela sua relevância dentro da composição de efluentes domésticos e levando em consideração que processos de discos biológicos têm como principal característica a remoção de DBO e Sólidos Totais. Foram realizadas coletas e análises de amostras no período de Julho de 2008 a setembro de 2009.

Inicialmente, o experimento mostrou-se válido pela redução alcançada através do tratamento do efluente. Em diversas ocasiões, a análise de sólidos totais esteve abaixo da indicação da resolução do CONAMA 357/05 para sólidos totais dissolvidos (apenas uma parte dos totais) em águas de classe dois.



Porém, em alguns meses (janeiro e fevereiro) a quantidade de sólidos totais no efluente tratado foi superior a do efluente bruto o que evidenciou uma provável ineficiência e os problemas do tratamento. Isso ocorreu devido às falhas citadas anteriormente, o que coloca em dúvida se a ETE é viável para regiões distantes onde ocorrerá a ausência de pessoas capacitadas tecnicamente para operar a ETE. Em outros meses ocorreu remoção de sólidos totais, porém não o suficiente para a adequação nos padrões da CONAMA 357/05.

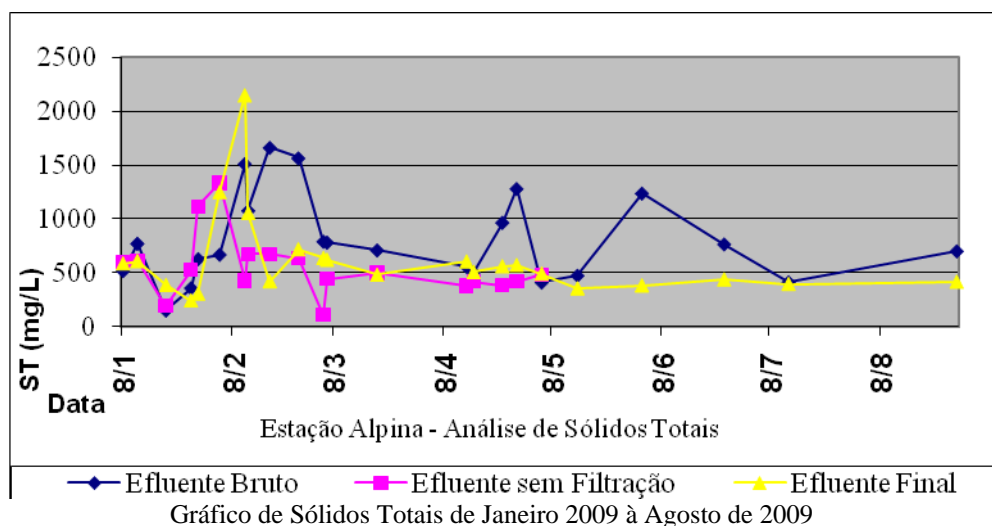


De acordo com o gráfico acima, conseguimos observar o que foi relatado anteriormente. No início do experimento, ainda sem o filtro, apesar de existir uma melhora na qualidade do efluente final em relação ao esgoto bruto, foi observado que o esgoto tratado ainda não estava com o nível de sólidos totais satisfatório, ou seja, os resultados das análises mostraram que os níveis de sólidos totais estavam próximos ao limite da legislação (500mg/l).

Após a implantação do filtro houve uma melhora considerável na quantidade de sólidos totais e o experimento estava conseguindo obter efluente final com nível de sólidos totais próximos a zero. Porém, a partir do momento em que os problemas citados anteriormente começaram a acontecer, e a se tornarem rotineiros, houve uma inconstância muito grande nos valores dos dados, evidenciando que o tratamento não estava sendo eficaz. É importante ressaltar que os meses de setembro/08, outubro/08 e novembro/08 foram os meses de maior eficiência do tratamento, onde foi observado redução de até 90% de presença de sólidos totais. Enquanto que a partir do final de dezembro/08 os problemas começaram a ocorrer com uma intensidade muito grande, e a qualidade do efluente tratado se tornou inapta ao reuso. Especialmente em janeiro/09 foi visto que o efluente final teve níveis maiores de sólidos totais do que o afluente, o que mostra uma ineficiência muito grande do tratamento neste mês.

O afluente que chegou ao experimento não apresentou quantidades constantes de sólidos totais. Enquanto que em meses como outubro/08 foram observados valores maiores que 2500mg/l, em meses como setembro/08 o afluente já chegou a ETE com níveis menores do que 500mg/L, ou seja, dentro dos padrões da resolução CONAMA/357 para classe 2.





O gráfico mostra os meses finais do experimento, onde foi possível observar uma inconstância muito grande nos valores dos dados no período de janeiro a abril, ou seja, em alguns períodos isolados destes meses o tratamento foi eficiente, enquanto que em outros períodos o experimento não obteve a remoção de sólidos totais desejada.

Já nos meses de maio, junho, julho e agosto, não foi realizada coleta do efluente sem filtração. Porém observando as análises do efluente bruto e do efluente tratado, foi possível notar uma adequação aos padrões da legislação, ou seja, os níveis de sólidos totais alcançados estavam dentro dos padrões da resolução CONAMA 357/05 para classe dois.

Além de sólidos totais, parâmetros como Nitrogênio total, fósforo total, Amônia, fósforo solúvel, nitrato e DQO foram medidos. Porém esses parâmetros começaram a ser analisados alguns meses depois do início do experimento, impossibilitando um acompanhamento total da ETE. Em relação ao experimento, a DQO é parâmetro principal entre os citados acima, pois como foi dito anteriormente ETEs de discos biológicos rotativos tem como objetivo principal remoção de DBO (DQO) e sólidos totais.

## 5. Conclusão

No Brasil, observa-se que apenas 53,8% de domicílios são ligados a rede coletora de esgotos sanitários e 20% do efluente sanitário gerado tem tratamento (PNSB, 2000). Portanto grande parte do esgoto gerado é disposta de maneira inadequada causando impacto ambiental. Outro problema é a concentração das estações, pois grande parte das ETE está nas metrópoles enquanto o interior brasileiro tem pouca informação sobre tratamento de esgoto. Interligando estes dados com a informação de que a água é um recurso natural limitado, percebe-se que o aumento de estações de tratamento poderia incentivar a prática do reúso de água, o que aliviaria bastante os mananciais brasileiros.

A estação DBR pode alcançar regiões afastadas sem grandes impactos financeiros, levando um tratamento adequado e gerando um efluente com características apropriadas para o reúso. De acordo com a Norma Técnica 13.969/97 sobre esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como, irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens, etc.

De acordo com as análises feitas em laboratório, utilizando sólidos totais como parâmetro, o efluente tratado possui boas condições para reutilização, desde que os problemas



detectados no experimento sejam solucionados ou minimizados. Funções como lavagens de pisos e calçadas, irrigação de parques e jardins, pastagem e reuso em vasos sanitários podem ser atribuída ao efluente tratado do experimento e com isso diminuiria consideravelmente a demanda de água dos rios, lagos e lençóis freáticos. Porém outras funções como lavagens de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água não são recomendáveis (Classe 1), pois o nível de sólidos dissolvidos totais está acima de 200mg/l (NBR 13.969/97).

A legislação também prevê limites para os níveis de nitrogênio amoniacal, outro parâmetro que foi analisado no experimento. De acordo com o CONAMA 357, o nível de nitrogênio amoniacal não pode ultrapassar 20mg/L e de acordo com os dados das análises o efluente está dentro do limite da legislação em relação a esse parâmetro.

Entretanto, a presença de equipamentos elétricos e a constante necessidade de manutenção e checagem de componentes exigem um acompanhamento intenso da operação. Tal acompanhamento deve ser feito diariamente por um operador, que deve ter capacidade técnica de resolver os eventuais problemas técnicos da ETE no menor tempo possível. Isso nos leva a crer, que em regiões afastadas ou em pequenas comunidades, se faz necessária a presença de alguma pessoa treinada para operar a ETE, pois não é uma estação simples de ser cuidada. Outro ponto importante a ser ressaltado é a qualidade final do efluente tratado. Nos meses em que foi notada a ausência de qualquer tipo de problema, a qualidade do efluente foi considerada adequada à disposição final e ao reuso, e o experimento obteve ótimos resultados. Porém nos meses em que ocorreram problemas, houve uma variação muito grande nos resultados das análises do efluente tratado, e por causa disso existe uma insegurança grande em relação à eficiência do tratamento quando ele for aplicado em áreas onde não existam pessoas capacitadas como na OET-EMBASA.

A implantação de uma ETE compacta que funciona atrás de discos biológicos rotativos pode ser considerada uma boa opção para regiões que não possuam tratamento convencional desde que a implantação da Estação aconteça em conjunto com um treinamento para as pessoas locais.

## 6. Referências

CHAGAS NETO, V.B. **Caracterização do esgoto Bruto e avaliação da eficiência de redução de matéria orgânica e de bactérias entéricas, em diferentes processos de tratamento de esgotos domésticos**. Campina Grande. UFPB, 1995.

FLORENCIO, I., AISSE, M.M., BASTOS, R.K.X., PIVELI, R.P., BEVILACQUA, P.D., CHERNICHARO, C.A.L., SPERLING, M.V., MONTEGGIA, L.O., COHIM, E., KIPERSTOK, A. **Tratamento e Utilização de Esgotos Sanitários**. FLORENCIO, I., AISSE, M.M., BASTOS, R.K.X. (Coordenadores). Rio de Janeiro, Projeto PROSAB. 527p., ABES, 2006.

GONÇALVES, R.F., CHERNICHARO, C.A.L., ANDRADE NETO, C.O., ALÉM SOBRINHO, P., KATO, M.T., COSTA, R.H.R., AISSE, M.M., ZAIAT, M. **Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios por Reatores com Biofilme**. P.171-278. In: Pós-Tratamento de Reatores Anaeróbios: coletânea de trabalhos técnicos. CHERNICHARO, C.A.L. (Coordenador). Belo Horizonte, Projeto PROSAB. 544p., ABES, 2001.

GONÇALVES, R.F., JORDÃO, E.P., ALÉM SOBRINHO, P., AISSE, M.M., CORAUCCI FILHO, B., ANDRADE NETO, C.O., JURGENSEN, D., LAPOLLI, F.R., MELO, H.N.S.,



PIVELI, R.P., LUCCA, S.J. **Desinfecção de Efluentes Sanitários**. GONÇALVES, R.F. (Coordenador). Rio de Janeiro, Projeto PROSAB. 438p., ABES, 2003.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 2. ed. Minas Gerais. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996. v. 1, 243 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357. 17 mar. 2005. Dispõe sobre a Classificação dos Corpos de Água e Diretrizes Ambientais para o seu Enquadramento, bem como Estabelece as Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, e dá outras Providências. Diário Oficial da União, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm>>. Acesso em: 26 nov. 2009

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 274. 29 nov. 2000. Dispõe sobre a Revisão dos Critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, 08 jan. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm>>. Acesso em: 26 nov. 2009

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução n. 54. 28 nov. 2005. Estabelece modalidades, Diretrizes para a Prática do Reuso Direto não Potável de Água e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 9 mar.2006. Disponível em: <[http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14)>. Acesso em: 27 nov. 2009