

Pré-Tratamento de Líquidos Percolados do Aterro Sanitário para Remoção do Nitrogênio Amoniacal e Geração de Fosfato de Amônia

Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica

Eng^o. Químico: Luigi Cardillo,
Diretor Técnico da AQUAPRO

RESUMO

A partir de dados de literatura, testes de laboratório e com unidade piloto, foi estudada a viabilidade técnico-econômica de um sistema de pré-tratamento de remoção de nitrogênio amoniacal do percolado do Aterro Sanitário da Lara, localizado em Mauá (SP).

O estudo mostra grandes ganhos técnicos derivantes desse pré-tratamento, sendo que a viabilidade econômica depende do preço de venda que pode ser conseguido no mercado para a solução de fosfato de amônia recuperada.

Devido à falta de escala, não é economicamente viável pensar na concentração e cristalização da solução de fosfato de amônia, que permitiria vender o sal ao custo de mercado de R\$ 2,50/kg.

O pré-tratamento sugerido nesse trabalho é aplicável à maioria dos aterros sanitários brasileiros e possui um particular atrativo quando se considera que o Brasil é grande importador de fertilizantes a base de amônia e fósforo.

A quantidade de fosfato de amônia recuperável no Aterro da Lara representa aproximadamente 0,2% do total de fertilizantes desse tipo produzidos no Brasil.

O Aterro da Lara recebe 1.800 t/dia de lixo municipal, correspondente a cerca de 10% do total do lixo urbano disposto em aterros na Grande São Paulo.

São evidentes as vantagens de centralização em uma única unidade de beneficiamento da solução de fosfato de amônia recuperada das plantas de percolados de cada aterro de lixo urbano da Grande São Paulo quando nessas for instalado o pré-tratamento de remoção de amônia preconizado neste trabalho.

Caso os estudos de mercado se mostrem favoráveis, será necessária uma complementação dos testes em nível laboratorial e de unidade piloto, a fim de melhor verificar alguns aspectos técnicos da solução proposta nesse trabalho para o pré-tratamento do chorume de aterro sanitário.

Caracterização do Líquido Percolado

A composição do percolado de aterros sanitários varia drasticamente de um aterro para outro e para um mesmo aterro ao longo do tempo.

Muitos fatores concorrem para tal variabilidade, dentre os quais se destacam a natureza dos resíduos dispostos, a localização do aterro, as características hidrológicas e o regime operacional.

A degradação dos resíduos sólidos ocorre essencialmente em função de processos biológicos, sendo que suas alterações físicas e químicas, a produção de percolado e a geração de gases estão diretamente relacionados à atividade biológica no interior do aterro.

Para os resíduos domésticos, esses processos são dominados pela quebra de celulose e outros materiais putrescíveis, incluindo resíduos protéicos e de origem animal.

Três fases relevantes podem ser identificadas:

- a fase inicial, aeróbia, de curta duração, utiliza o oxigênio disponível no interior do aterro;
- a fase seguinte, com predominância de organismos anaeróbios e facultativos, caracteriza-se pela liquefação e fermentação da celulose e outros materiais putrescíveis, produzindo componentes solúveis, tais como ácidos carboxílicos de cadeia curta;
- na terceira fase, de estabilização, as bactérias metanogênicas consomem esses componentes mais simples, produzindo metano e gás carbônico.

As características do líquido percolado variam bastante, de acordo com essas fases, especialmente a segunda e a terceira.

Durante a segunda fase, o líquido percolado pode ser caracterizado parcialmente por produtos diretos da quebra de celulose, possuindo:

- alta concentração de ácidos voláteis;
- pH ácido;
- odor forte e desagradável;
- alta DBO (freqüentemente superior a 20.000 mg/l);
- alta relação DBO/DQO;
- alta concentração de nitrogênio orgânico, e
- alta concentração de metais pesados em solução.

Durante a terceira fase, o líquido percolado poderá apresentar:

- baixa concentração de ácidos;
- pH de neutro a alcalino;
- alto valor de amônia;
- alta DQO;
- baixa relação DBO/DQO;
- baixa concentração de metais pesados em solução, e
- alta concentração de sais solúveis.

Como um aterro se forma ao longo do tempo, durante sua operação, é comum encontrar-se líquido percolado com características das duas fases finais.

No caso específico dos aterros brasileiros, devido à peculiaridade dos resíduos descartados e à triagem efetuada pelos catadores - que fazem com que seja baixa a chegada de materiais metálicos e de papel - são encontradas normalmente concentrações mais elevadas que em aterros do exterior, de carga orgânica, nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico e baixas concentrações de metais pesados.

Apresenta-se nos gráficos anexos a composição do chorume do aterro da Lara - situado em Mauá (SP) -, que pode ser considerada típica de um aterro brasileiro em operação, conforme se levantou durante um longo período de medições analíticas.

Tratamento de Percolados Utilizado no Aterro Lara

Para atender ao preconizado no artigo 18 da lei estadual nº. 997, a empresa operadora do aterro sanitário de Mauá, em 2001, instalou um sistema de tratamento por batelada que combina mecanismos biológicos aeróbios e de adsorção denominado PACT (*powdered activated carbon treatment*), no qual o carvão ativado é adicionado ao tratamento por lodos ativados.



Aterro Sanitário da Lara - Mauá (SP) e Estação de Tratamento de Chorume.

O carvão protege a biomassa de perturbações tóxicas, enquanto o sistema biológico regenera continuamente os pontos ativos de adsorção do carvão, degradando os produtos orgânicos adsorvidos.

Esse processo permite elevadas performances na remoção de DBO, DQO, nitrogênio orgânico e amoniacal, como também a parcial redução de produtos orgânicos não-degradáveis ou recalcitrantes ao tratamento biológico e de metais pesados.

Os resultados do tratamento do chorume com a tecnologia PACT estão apresentados nos gráficos 1, 2 e 3 anexos, nos quais são reportados os valores de DBO, DQO e nitrogênio amoniacal antes e depois do tratamento.

A eficiência do processo, como se pode constatar, é muito boa, tendo as seguintes remoções:

- | | |
|------------------------|----------------------|
| - DBO | remoção de 90 a 99%; |
| - DQO | remoção de 60 a 85%; |
| - nitrogênio amoniacal | remoção de 95 a 99%. |

Gráfico 1 - DBO - Médias Mensais

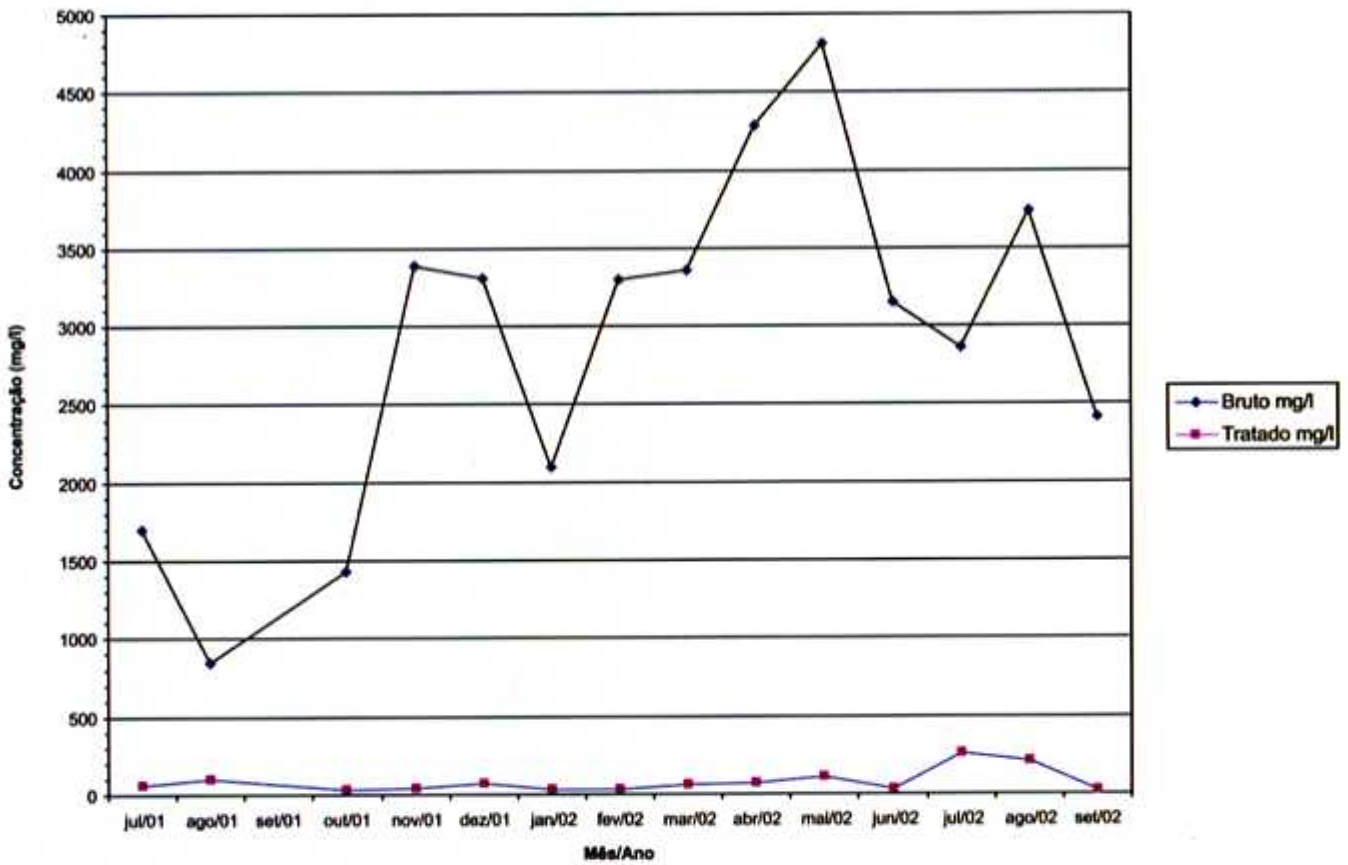
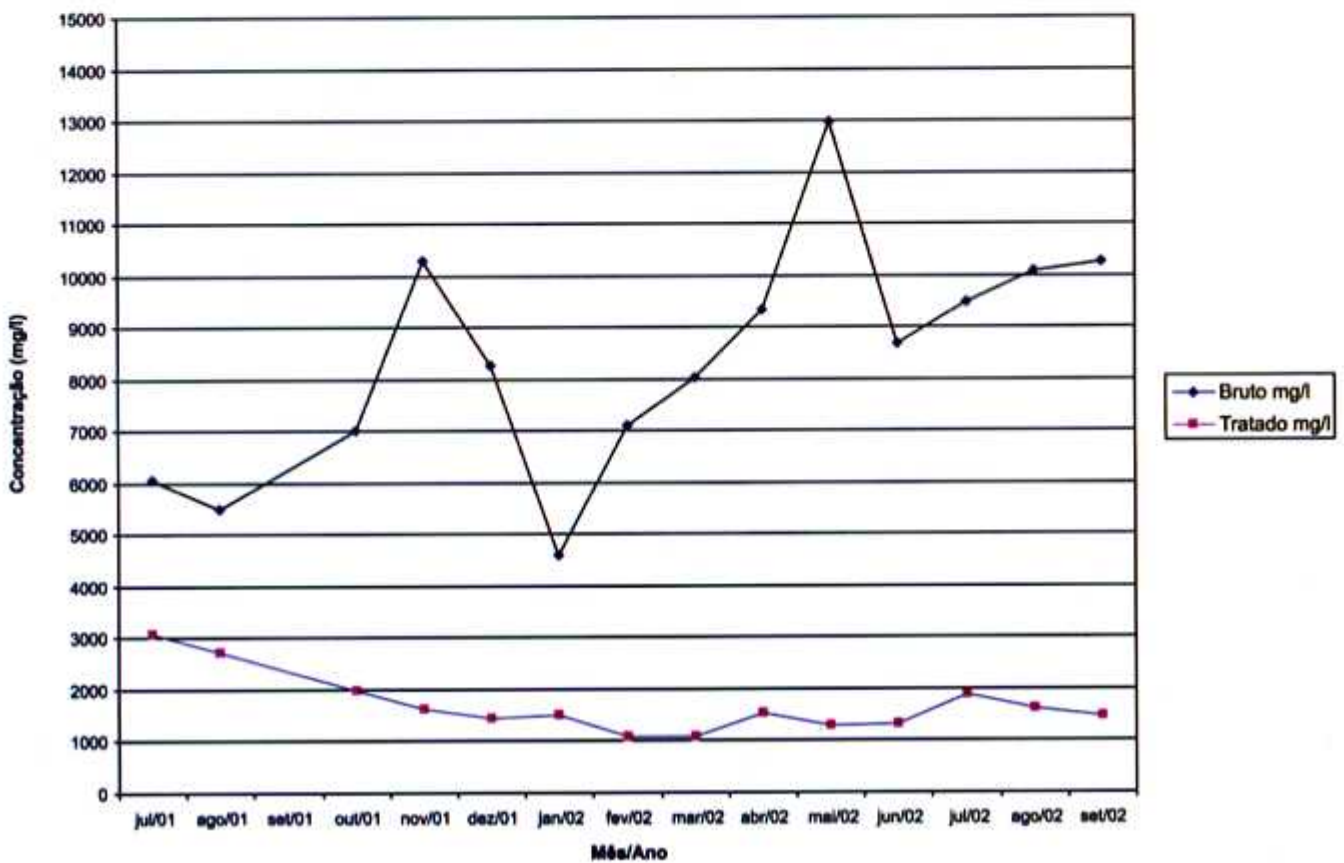


Gráfico 2 - DQO - Médias Mensais



Essas remoções, entretanto, são obtidas a custo de um elevado consumo de energia elétrica, para fornecer o oxigênio necessário às reações de oxidação da matéria orgânica, (1,4 g O₂/g DBO) e, principalmente, para a nitrificação (4,6 g O₂/g N-NH₃), sendo esta última responsável por aproximadamente 50% do consumo.

De fato, para o tratamento de uma vazão de projeto estimada em 440 m³/dia, estão instalados quatro sopradores (três titulares e um reserva) de 132 kW cada.

Com os três sopradores titulares em operação nas condições de projeto, a potência total consumida é de 360 kWh, sendo que destes aproximadamente 180 kWh são consumidos nas reações de nitrificação.

A partir da crise energética de meados de 2001, o problema dos altos consumos ficou enaltecido pelo aumento dos custos de energia elétrica e pelas limitações impostas pelo racionamento.

O preço atualmente pago pela Lara para a energia elétrica é de R\$ 0,08/kWh durante o horário normal e de R\$ 0,8/kWh durante o horário de pico, entre 17 e 20 horas, sendo, portanto, o preço médio de R\$ 0,17/kWh.

Remoção do Nitrogênio Amoniacal no Percolado Lara

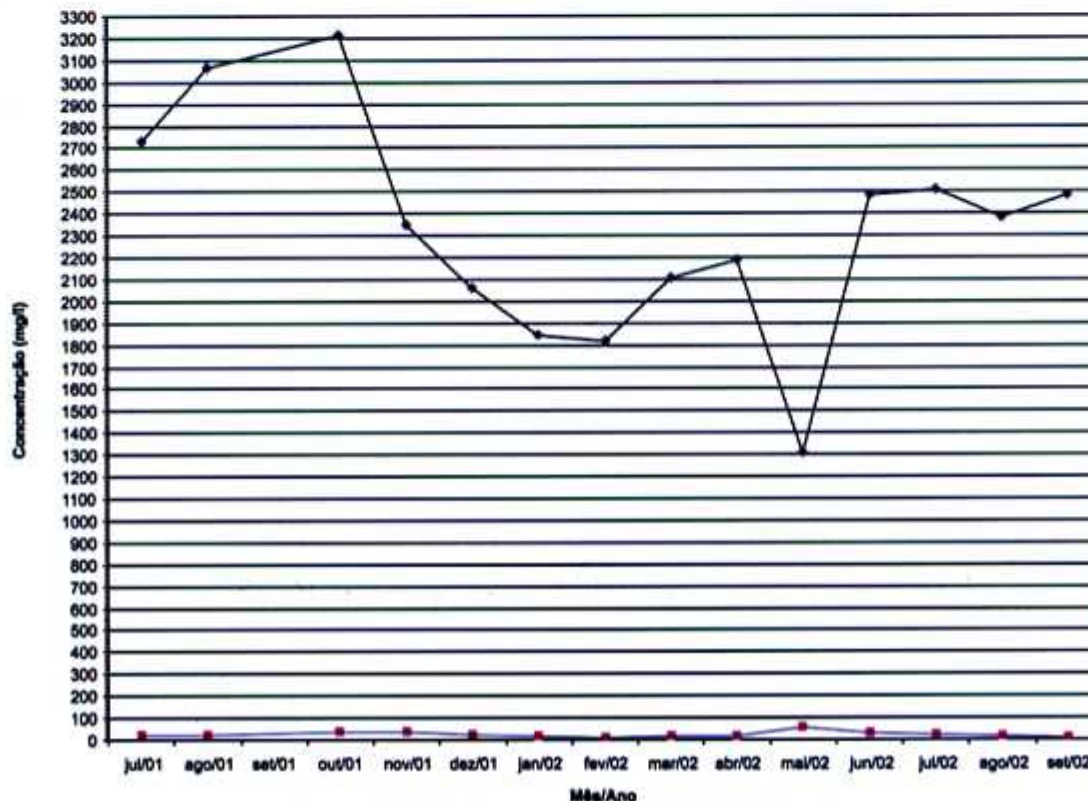
Nos aterros sanitários em geral e no da Lara em particular, o nitrogênio amoniacal apresenta uma alíquota significativa do N-KT (nitrogênio de Kjeldall; soma do nitrogênio orgânico + amoniacal) presente no chorume.

Portanto, sua remoção prévia, desde que com baixos consumos, pode constituir uma solução para a redução do elevado gasto de energia elétrica no tratamento biológico.

Dentre as tecnologias pesquisadas, aquela que se mostrou mais interessante foi a do "stripping" de amônia com ar, seguida de uma absorção do gás "estripado" com uma solução de ácido fosfórico com produção de fosfato de amônia.

Apesar de a tecnologia de "stripping" de amônia ser de antigo conhecimento e de ampla aplicação, foi instalada uma unidade piloto - que operou durante aproximadamente três meses - para verificar a composição da solução de fosfato de amônia recuperada (equilíbrio de mono, di e tri amônio fosfato) e, principalmente, o grau de pureza, visando à comercialização.

Gráfico 3 - N - Amoniacal - Médias Mensais



Também, foram realizados testes de laboratório para verificar a remoção de bicarbonatos e conseqüente elevação do pH, à temperaturas da ordem de 60 °C.

A seguir, na figura 1, é apresentado o fluxograma da unidade piloto.

Viabilidade Técnico-econômica de uma Unidade de Remoção de Amônia como Pré-tratamento do Chorume Gerado no Aterro Lara

Para o estudo de viabilidade foram assumidas as seguintes características do chorume:

- vazão : 440 m³/dia
- concentração de N-NH₃ : 2.000 mg/l
- pH : 8
- temperatura : 20 °C.

Para as unidades de "stripping" e absorção de amônia, foram consideradas as seguintes condições de operação:

- **Unidade de "Stripping":**
 - pH : 9
 - temperatura : 40 °C
 - remoção mínima de N-NH₃ : 90%
 - vazão de ar para "stripping" : 30.000 Nm³/h
 - dosagem de soda a 50% : 2 l/m³ de chorume tratado.
- **Unidade de Absorção:**
 - vazão de ar : 30.000 Nm³/h
 - remoção mínima de N-NH₃ : 99%
 - dosagem de ácido fosfórico com 52% de P₂O₅ : 17,6 kg/m³ de chorume tratado
 - concentração da solução recuperada : 0,25 kg/l de NH₄H₂PO₄
 - produção de NH₄H₂PO₄ (100%) : 13,1 kg/m³ de chorume tratado
 - produção de solução : 23.100 l/dia.

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DA UNIDADE PILOTO

