

O USO DE PNEUS PICADOS COMO MEIO SUPORTE DE LEITOS CULTIVADOS PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

Andréia de Barros Collaço¹; Denis Miguel Roston²

RESUMO

Este trabalho visou avaliar o comportamento de pneus picados como meio suporte em leitos cultivados para o tratamento de esgoto sanitário doméstico. O experimento foi implantado após uma pequena Estação de Tratamento de Esgoto, sendo que foram construídos dois leitos com 10 m² de área superficial e dimensões de 2 m de largura, 5 m de comprimento e 1 m de altura. Num leito foi utilizada pedra britada nº 3 (55 a 90 mm de diâmetro) como meio suporte e no outro pneu picado. Foram distribuídas 50 mudas de taboa (*Typha* sp.) em cada leito em 10 linhas no sentido do comprimento, sendo que o monitoramento do sistema começou após a sua estabilização. Nesta fase da operação do sistema foram monitorados os seguintes parâmetros: DQO, sólidos suspensos, pH, e NH₃-N. Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise estatística, através de um delineamento inteiramente ao acaso, para verificar se existem diferenças significativas (a 1 % e 5 % de significância) entre a pedra britada e o pneu picado por meio da aplicação do teste F. Estatisticamente, comprovou-se que não existem diferenças significativas para NH₃-N, enquanto que para os parâmetros de sólidos suspensos e pH, encontraram-se diferenças significativas a 1% e 5% de significância. Para a DQO, encontrou-se diferença significativa somente a 5% de significância. A interpretação gráfica dos valores obtidos confirmou a tendência dos resultados concluindo-se que há potencialidade no uso de pneu picado substituindo os materiais usuais utilizados com meio suporte.

Palavras-chave: Tratamento de Esgoto, Leito Cultivado, Meio Suporte, Pneu.

USE OF SHREDDED TIRES AS SUPPORT MEDIUM FOR SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND

ABSTRACT

This work evaluated shredded tires as a medium for constructed wetlands, treating domestic wastewater. The experiment was conducted utilizing effluent of a small Sewage Treatment Plant. Two tanks with 10 m² each, with dimensions of 2 m wide, 5 m long and 1 m height were built above soil level using cement bricks. One of the tanks was filled out entirely with crushed stone (diameter 55 to 90 mm), while in the other tank the medium was shredded tires reaching the height of 0.80 m. Above the tires, a 0.10 m gravel layer to complete the total height (1 m) and avoid floating. The aquatic macrophytes utilized were from *Typha species* distributed uniformly over the beds. The following parameters were monitored: suspended solids, pH, chemical oxygen demand, and ammonia nitrogen. The results were submitted to a statistical analysis in order to verify if significant difference existed (to 1 % and 5% of significance) between the two treatments. The results demonstrate no significant difference for the parameter NH₃-N, while for suspended solids and pH, were found significant differences to 1% and 5% of significance. For COD was found significant difference to 5% of significance. The results indicated a potential use of shredded tires to substitute the conventional media utilized for subsurface flow constructed wetlands.

Key words: wastewater treatment, constructed wetland, tires.

Trabalho recebido em 22/08/2005 e aceito para publicação em 10/03/2006.

¹ Aluna do curso de Mestrado em Engenharia Agrícola da Unicamp e-mail: andreiacollaco@uol.com.br.

² Professor Doutor da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp e-mail: denis@agr.unicamp.br.

1. INTRODUÇÃO

A destinação final de pneus usados vem se delineando como um grande problema ambiental, pois esses não se degradam no ambiente, e assim não podem ser dispostos em aterros (muito menos nos aterros municipais projetados para o recebimento de resíduos domiciliares). Desta forma, é comum o serviço público de coleta do lixo domiciliar não receber os pneus usados, que acabam se acumulando em rios e logradouros públicos, sendo um meio ideal para a proliferação de vetores. Outros pneus acabam sendo queimados a céu aberto, liberando gases na atmosfera. Nas propriedades agrícolas, os pneus, principalmente de tratores, acabam se acumulando numa área qualquer dentro da propriedade, pela falta de um destino adequado.

Quando a destinação dos pneus usados envolve empresas privadas, que comercializam um grande volume de pneus, a situação se complica ainda mais. A resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999, que está para ser regulamentada, define prazos de coleta e destinação final de pneus usados, de forma gradual. A partir de janeiro de 2002, para cada quatro pneus fabricados no país ou importados, os fabricantes terão que apresentar a destinação para um pneu sem uso. Em janeiro de 2003, a proporção

muda para um pneu usado a cada dois fabricados ou importado; em janeiro de 2004, a paridade é de um por um. Finalmente em janeiro de 2005, a regra se inverte, e os fabricantes deverão apresentar destinação final para cinco pneus usados (incluindo os pneus que acompanham os carros importados), a cada quatro pneus fabricados ou importados. A resolução, que começou a vigorar a partir de 2 de dezembro de 1999 (data de publicação da Resolução), proíbe ainda a destinação inadequada de pneumáticos tais como a disposição em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços e a queima a céu aberto.

Uma opção de destino final de pneus é o seu co-processamento em fornos de cimenteiras, que apesar de viável, apresenta restrições segundo a CETESB, que é o órgão ambiental fiscalizador do Estado de São Paulo, devido à falta de regulamentações específicas. Contudo, as empresas cimenteiras continuam se movimentando para a obtenção da licença, uma vez que essa prática representa uma economia do combustível fóssil de até 20%.

Outra saída encontrada para o destino de pneus, envolve a usina de processamento de xisto da PETROBRÁS, no município de São Mateus do Sul/PR, que adotou um programa para o

reaproveitamento do pneu, que é misturado ao xisto numa proporção de 50 kg de pneu picado para 950 kg de xisto, para a obtenção de óleo.

O presente trabalho objetivou estudar a possibilidade de se reaproveitar o pneu usado picado como meio suporte em leitos cultivados com macrófitas para o tratamento de esgoto, avaliando o seu comportamento em relação à pedra britada, que apresenta eficiência comprovada como meio suporte, sendo usualmente empregada.

Leitos Cultivados

O sistema de leitos cultivados com macrófitas está enquadrado no que se convencionou denominar sistemas naturais de tratamento de esgoto. O termo “sistemas naturais” é usado por REED et al. (1995) para descrever os processos de tratamento de resíduos que tenham como principais componentes a força gravitacional, microrganismos, plantas e animais.

Os processos de tratamento baseados nos sistemas naturais possuem vantagens em relação aos convencionais, pois são pouco mecanizados, exigem pouca manutenção, são de fácil operação e apresentam baixo custo de implantação e operação.

Entre os sistemas chamados naturais, destaca-se o leito cultivado que vem sendo alvo de estudo junto a Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP por se enquadrar dentro da linha de desenvolvimento de sistemas simplificados de tratamento de esgoto.

Este sistema natural de tratamento de efluente, conhecido na literatura internacional como “constructed wetland”, apresenta bons resultados para o tratamento de efluentes sanitários, sendo considerados filtros biológicos, onde atuam microrganismos aeróbios e anaeróbios, juntamente com plantas aquáticas fixadas no meio de suporte. Uma das suas principais vantagens é o baixo custo de implantação/operação e sua relativa simplicidade, sem contar que o clima e a biodiversidade vegetal do Brasil torna o país propício ao uso desta tecnologia.

Uma excelente possibilidade de aplicação deste sistema seria na área rural e em pequenas comunidades, onde normalmente existem fossas, que na maioria das vezes são construídas fora das especificações técnicas, operando em condições irregulares e que acabam perdendo o principal propósito de promover o tratamento primário dos efluentes domésticos. As fossas, freqüentemente acabam se tornando focos

de contaminação dos recursos hídricos devido a eventuais transbordamentos e esgotamentos, comprometendo as águas de irrigação de culturas agrícolas e também as águas subterrâneas, refletindo diretamente na qualidade das águas consumidas de poços localizados na região, sem contar a veiculação de doenças hídricas.

Nos sistemas de leitos cultivados de fluxo subsuperficial, empregado neste estudo, é comum a utilização de pedra britada como meio suporte. A substituição por pneu picado poderia viabilizar mais uma opção de reuso deste material criando também uma alternativa de material de enchimento para regiões onde não existe a facilidade de obtenção da pedra britada contribuindo, assim, para as áreas de saneamento e saúde pública, tratando esgoto sanitário e destinando apropriadamente pneus estocados em áreas abertas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Dois leitos cultivados foram instalados após uma Estação de Tratamento de Esgotos de um Instituto de Pesquisa que tratava o efluente gerado por aproximadamente 260 pessoas, no ano de 2001. Esta estação, muito antiga, fornecia efluente de baixa qualidade e freqüentemente com alta concentração de sólidos. O esquema da Figura 1 mostra

como foi disposto o sistema. Os leitos tinham dimensões de 2 m de largura por 5,0 m de comprimento e 1,0 m de altura.

Um leito foi preenchido com brita como meio suporte, com diâmetro variando de 55 a 50 mm (brita nº 3). No outro leito foi colocado pneu picado até 0,80 m de altura, e em seguida, os 0,20 m restantes foram preenchidos com pedra britada, formando uma camada superficial, onde foram plantadas as espécies vegetais na brita, proporcionando uma melhor fixação das raízes, evitando-se assim o tombamento/acamamento das mesmas. A altura da coluna d'água em ambos os leitos foi fixada em 0,90m. O tempo de detenção hidráulico estabelecido para esta parte do experimento foi de 2 dias.

A distribuição do esgoto nos leitos foi realizada por gravidade, através de tubos de PVC. A entrada ocorreu por uma canalização perfurada (furos com 10 mm de diâmetro), situada na superfície do meio suporte propiciando uma distribuição homogênea. Na saída, um dreno localizado no fundo do leito, foi utilizado para escoamento do efluente final, conforme a Figura 2.

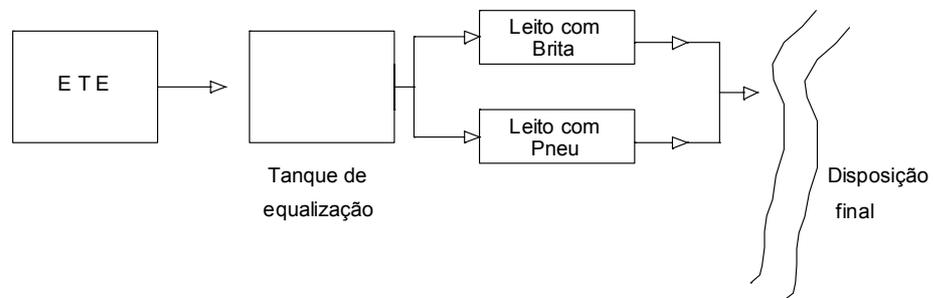


Figura 1. Esquema da instalação experimental dos leitos cultivados na saída da estação de tratamento de esgoto (ETE), no ano de 2001.

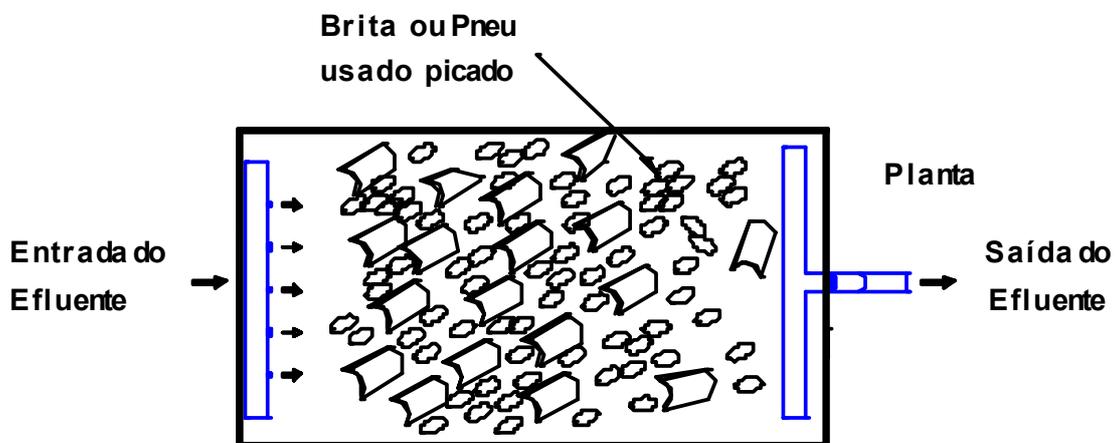


Figura 2. Esquema do leito instalado na saída da estação de tratamento de esgoto (ETE), no ano de 2001.

Macrófitas

A espécie vegetal escolhida para o plantio foi a *Typha* sp., conhecida popularmente por taboa, devido a grande disponibilidade de plantas dessa espécie, na região do local da implantação do experimento.

Na preparação das mudas, a parte aérea da planta foi retirada, deixando-se apenas cerca de 0,10 m a partir do colo da planta e foram distribuídas em 10 linhas, com 5 mudas em cada, objetivando-se alcançar uma população estável de 50 mudas em cada leito. A Figura 3 mostra os leitos logo após o plantio.

Pneu Picado

O pneu foi obtido com empresas ligadas ao ramo de produção e comercialização de pneus que já apresentavam dificuldades na sua disposição.

A amostra selecionada era de um lote com pneus de trator, caminhão e automóveis, os quais foram passados pelo triturador de pneus da marca Satrem Italiana, regulado com grelha de 6 polegadas. Em seguida, o lote foi passado no granulador.

Para pneus em geral, de acordo com o CADRI (Certificado de Aprovação de Destinação de Resíduos Industriais), a composição aproximada consiste em:

enxofre 62%, PCS 10.039 kcal kg⁻¹, arsênio 51 ppm, berílio 0,04 ppm, cromo hexa – não detectado, cromo total 60,57 ppm, mercúrio 0,02 ppm, chumbo 71,22 ppm, selênio 0,01 ppm, vanádio 6 ppm, zinco 18120 ppm e densidade de 500 kg m⁻³.

Para o leito cultivado, com capacidade de 10 m³, foram necessárias 5 toneladas de pneus picados para o seu preenchimento.

A Figura 4 mostra o pneu picado e a brita que foram selecionadas para enchimento dos leitos.

O monitoramento do sistema foi realizado no período de maio a setembro de 2001, analisando-se os seguintes parâmetros: DQO, sólidos suspensos, pH e nitrogênio amoniacal seguindo padronização do “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater” (1995). A amostragem foi realizada seguindo delineamento estatístico previamente ajustado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Demanda química de oxigênio – DQO

Na legislação não existem padrões estipulados para a DQO, sendo que as avaliações são realizadas para se obter uma melhor caracterização da carga orgânica do efluente, e o seu conseqüente potencial poluidor.



Figura 3. Mudanças de *Typha* sp. plantadas nos leitos cultivados instalados na saída da estação de tratamento de esgoto (ETE), no ano de 2001.



Figura 4. Pneu picado e brita utilizados no experimento.

A média da concentração de DQO do afluente ao leito foi de 344 mg L⁻¹ para todo o período de operação, e as médias obtidas para o efluente do leito com brita e com pneu foram 97 e 146 mg L⁻¹ respectivamente. Portanto, a taxa média de remoção de DQO para o leito com brita foi de 71,5 % e para o com pneu, 57,5 %.

A avaliação estatística, através da aplicação do teste F, demonstrou que existem diferenças significativas entre os tratamentos, ao nível de 5 % de significância. Todavia, quando aplicado o mesmo teste F, a 1 % de significância, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas, vindo a confirmar uma tendência dos resultados, conforme se pode observar na Figura 5.

Sólidos suspensos (SS)

A concentração média de sólidos em suspensão para o afluente aos leitos foi de 105 mg L⁻¹. O efluente do leito com brita, durante o período de operação do sistema, apresentou uma concentração média de 76 mg L⁻¹ e o com pneu, 26 mg L⁻¹. Isto representa taxas médias de remoção de 36,3 % e 74,5 % respectivamente.

Este resultado positivo, obtido no tratamento com o pneu como meio suporte, indica a necessidade de maiores investigações sobre a potencialidade do

seu uso nos leitos cultivados com macrófitas.

Estatisticamente, pelo teste F, confirmou-se que existem diferenças significativas a 5 % e a 1 % de significância entre os tratamentos, e como o valor obtido para o F calculado foi extremamente alto, pode-se dizer que os tratamentos são bem distintos entre si, para esse parâmetro avaliado.

Pelo gráfico da Figura 6, é possível observar que o tratamento com brita apresentou os maiores valores para SS, demonstrando assim, a melhor eficiência obtida pelo tratamento com pneu.

pH

A lei exige que o pH do efluente a ser lançado no manancial hídrico, esteja dentro da faixa de 5 a 9.

Os valores de pH obtidos neste experimento estão compreendidos nessa faixa, bem próximo do neutro, satisfazendo, portanto, a exigência do padrão de lançamento.

Na avaliação estatística, no entanto, encontrou-se que os tratamentos apresentam diferenças significativas a 1 % e a 5 % de significância. A tendência observada indicou que o tratamento com brita obteve os maiores valores para pH, com uma média de 7,38.

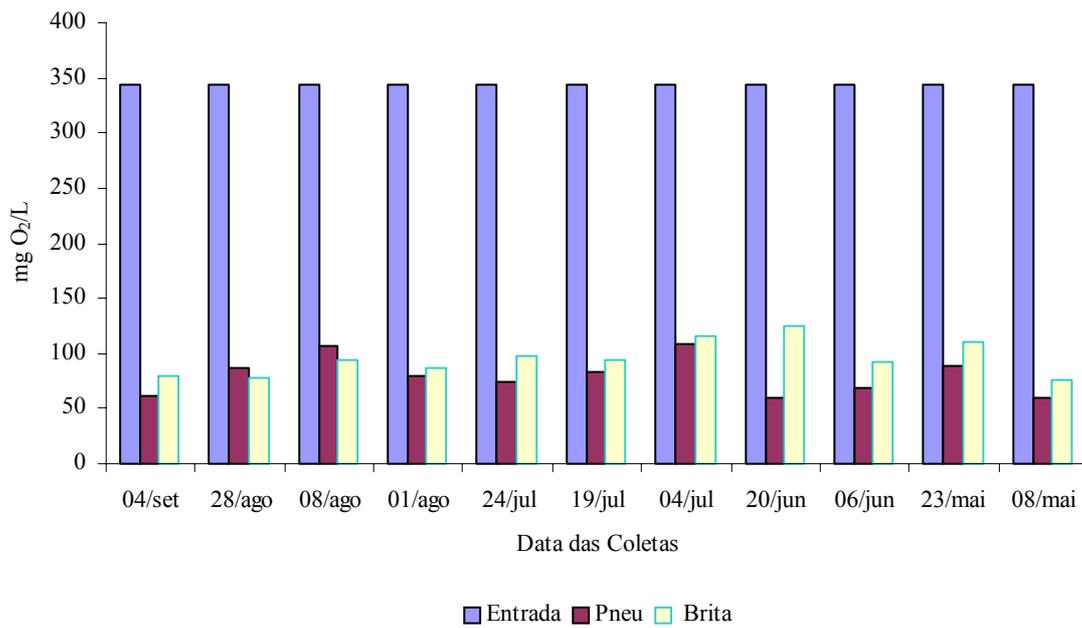


Figura 5. Valores de demanda química de oxigênio (DQO) no período de setembro de maio a setembro de 2001.

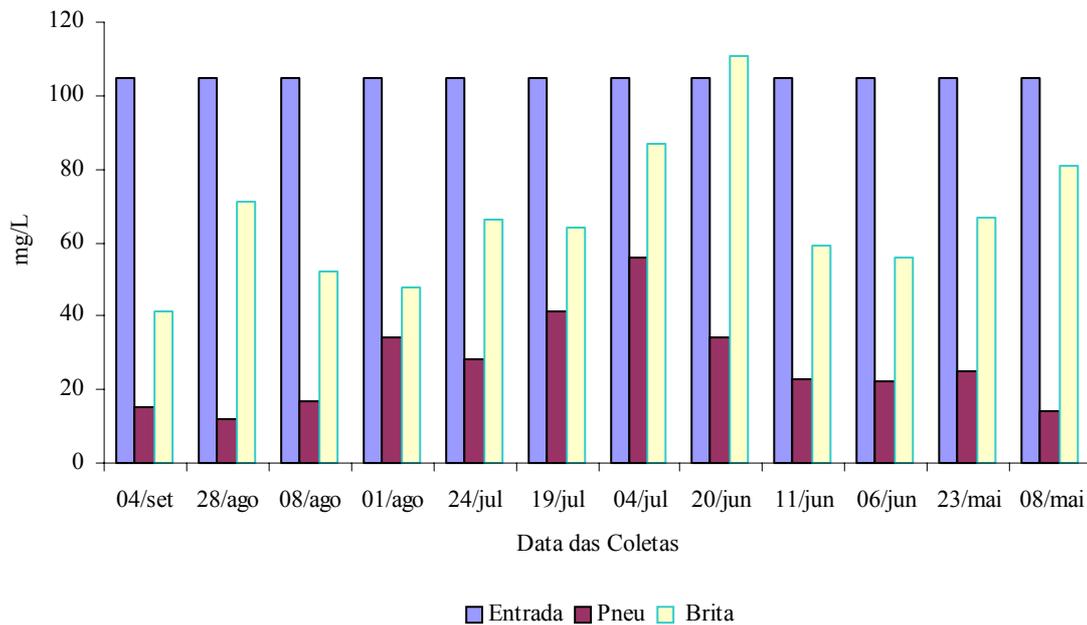


Figura 6. Valores obtidos para os sólidos em suspensão (SS), no período de maio a setembro de 2001.

Já o tratamento com o pneu picado apresentou uma média menor de 7,15, que se aproxima mais da neutralidade. Para o saneamento, ambos os valores podem ser considerados iguais e ideais, portanto, a consideração estatística, neste caso, não deve ser levada em conta.

Nitrogênio Amoniacal

A média de nitrogênio amoniacal encontrada na entrada dos leitos foi de 35 mg N L⁻¹, sendo que para os tratamentos com brita e pneu, os valores médios obtidos foram, respectivamente, de 36 e 34 mg N L⁻¹. Têm-se então, valores médios muito semelhantes, demonstrando que os tratamentos atuaram da mesma forma.

A análise estatística comprovou que os tratamentos não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 1 % e 5 % de significância. O gráfico da Figura 7 confirma a tendência dos resultados a valores bem próximos.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa demonstrou que pode ser possível o aproveitamento de pneus picados como meio suporte para leitos cultivados, embora ainda sejam necessários estudos envolvendo a análise de outros parâmetros e tempos de detenção hidráulica.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

REFERÊNCIAS

- REED, S. C.; CRITES, R. W.; MIDDLEBROOKS, E. J. **Natural systems for waste management and treatment**. 2^a edição, McGraw-Hill, 1995.
- STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater. EATON, A. D.; Lenore S. CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. 19th Edição. 1995.

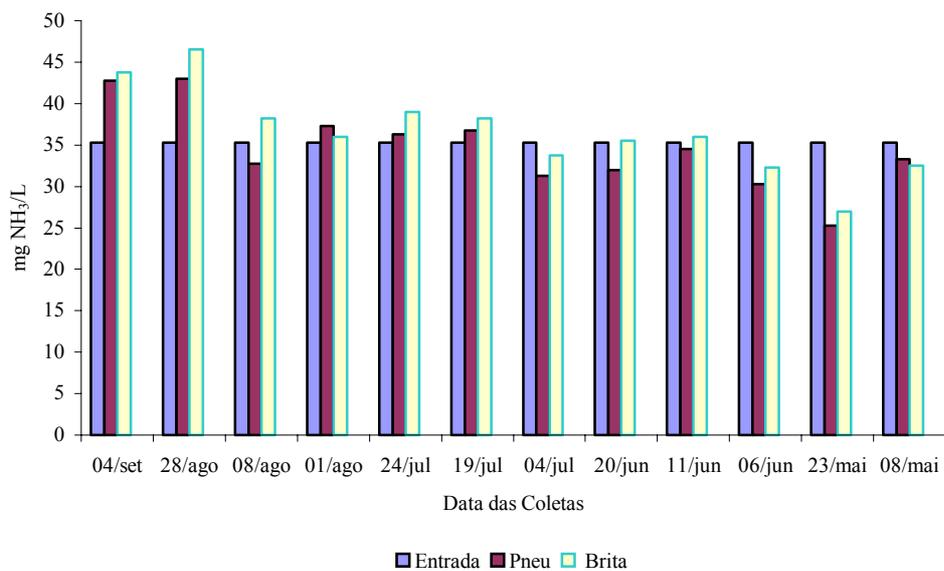


Figura 7. Valores obtidos para nitrogênio amoniacal (NH₃-N), no período de maio a setembro de 2001.