

II-124 – DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA SIMPLIFICADA PARA DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO DA LAGOA DE TRATAMENTO DE CHORUME DO ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS - TO

Camila Rosa da Silva Takada

Gestora Pública pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins. Especialista em Segurança do Trabalho pelo Instituto Tocantinense de Pós-Graduação. Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins. Bolsista PIBIC.

Flávio Moraes Coelho Lucena

Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola de Pedro Afonso. Graduando em Agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins.

Poliana Avelino Souza

Técnica em Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Graduanda em Engenharia Ambiental pela universidade Federal do Tocantins. Estagiária do Laboratório de Resíduos Sólidos UFT.

Francisco Pereira de Sousa

Químico Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Químico da Universidade Federal do Tocantins, atuando principalmente nos seguintes temas: águas residuárias e resíduos sólidos.

Aurélio Pessoa Picanço⁽¹⁾

Engenheiro Sanitário pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos. Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos. Professor Adjunto III da Universidade Federal do Tocantins.

Endereço⁽¹⁾: Av.: NS 15 ALC NO 14, 109 Norte - Palmas - TO - CEP: 77001-090 – Brasil - e-mail: aureliopicanco@uft.edu.br

RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo estudar o comportamento hidrodinâmico da lagoa de tratamento de chorume do Aterro Sanitário localizado no município de Palmas-TO. Para tanto foi utilizado um método denominado estímulo-resposta, que consiste na injeção de um traçador no sistema e seu monitoramento desde a entrada até a saída da lagoa. Foi utilizada como traçador uma solução salina. O trabalho foi dividido em duas etapas: a primeira consistiu na determinação dos níveis mínimos de detecção do traçador por meio da curva de calibração do condutivímetro, e a segunda na injeção do traçador na parte central de entrada de afluente na lagoa e seu monitoramento no interior da lagoa. Os dados obtidos durante a realização da pesquisa mostraram que a lagoa apresenta fluxo semelhante à mistura completa, possivelmente por redução da profundidade da mesma. E apresenta também possível canal preferencial no interior da lagoa, e consequentemente zonas mortas, ainda não identificadas. O monitoramento do traçador na lagoa deverá se estender por cerca de cem dias, ou até a saída completa do traçador do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Estudo Hidrodinâmico, Lagoa de estabilização, Aterro Sanitário, Traçador não reativo.

INTRODUÇÃO

A determinação do comportamento hidrodinâmico em unidades de tratamento de efluentes é fundamental para seus projetos e/ou otimização, já que este estabelece os regimes de fluxo (fluxo em pistão, mistura completa e dispersa) e detecta a presença de anomalias do fluxo no processo, principalmente, detecção de zonas mortas, canais preferenciais, regiões de curto-circuito, que podem reduzir a eficiência destas unidades. (MENESES et al., 2005)

O comportamento hidrodinâmico pode ser analisado a partir de um estudo com traçadores. Este estudo consiste em obter informações sobre a distribuição do tempo de residência do fluido que está escoando. Esta informação

pode ser determinada facilmente por um método de investigação amplamente usado: o teste de estímulo e resposta (BOLLE et al., 1986).

Esse método consiste na introdução de determinada quantidade de um traçador no líquido afluente no início do ensaio, e mede-se continuamente ou em intervalos de tempo regular, a concentração do mesmo no efluente. Conhece-se então a massa total de traçador adicionada e sua concentração inicial. Obtém-se como resposta, a concentração do traçador no efluente, em função do tempo transcorrido desde o início do ensaio. (MENESES et al., 2005)

Usando os dados obtidos com uso de traçadores vários parâmetros podem ser determinados, inclusive: o mapeamento total da distribuição de velocidade do fluido através da distribuição do tempo de residência (DTR) e o modelo de escoamento que descreva o comportamento do mesmo desde a sua injeção na corrente líquida até a saída.

De acordo com Marecos do Monte e Mara (1987), entre os traçadores aceitáveis para uso em ambientes aquáticos, têm-se bóias, sais químicos, radioisótopos, tintas e microrganismos fluorescentes ou não.

Na escolha dos traçadores a serem utilizados, fatores como toxicidade, reatividade, solubilidade e limite de detecção devem ser considerados (DIERBERG & DeBUSK, 2005).

Em geral, de acordo com Dantas (1998), o traçador ideal possui as seguintes propriedades: não ser biodegradável, não ser absorvido ou degradado pela biomassa, não apresentar o fenômeno de cauda na curva de distribuição do tempo de residência, nenhuma adsorção em bolhas de gás (tais como CO₂, O₂, CH₄ ou N₂), ter estabilidade sob condições de processos - tais como: pH e reação de oxi-redução, estabilidade com o tempo e solubilidade em água.

O ensaio de traçadores para a determinação do número de dispersão será realizado duas vezes para uma melhor caracterização do comportamento hidrodinâmico da lagoa facultativa. Em cada ensaio, será utilizado como traçador, o cloreto de sódio.

Este traçador foi utilizado em uma lagoa facultativa com 1.860 m² de área e profundidade média de 1,32m, que pertence a um sistema de lagoas de estabilização utilizado para tratamento de chorume do aterro sanitário do município de Palmas - TO.

MATERIAIS E MÉTODOS

A técnica utilizada foi de estímulo resposta, em que se perturba o sistema por meio da entrada de um traçador e registra-se o tempo que este leva para deixar a lagoa (figura 1). As coletas, assim como as análises foram efetuadas semanalmente.



Figura 1 – Vista superior das lagoas de estabilização do aterro sanitário de Palmas – TO. A lagoa em destaque representa a área de estudo.

O traçador utilizado no estudo foi uma solução de Cloreto de Sódio. Ele foi injetado na região de entrada do afluente na lagoa e suas concentrações foram medidas no decorrer do tempo, e se realizarão continuamente até a saída completa da lagoa.

Os pontos para realização do trabalho foram determinados de acordo com sua importância para o monitoramento do traçador. Foram selecionados 9 pontos de monitoramento. Sendo um na entrada do chorume vindo das células, outro na saída da lagoa e os demais no interior da lagoa de estabilização, representados na figura 2.

Todos os pontos, exceto o P5, distam 1m da borda mais próxima. O P5 encontra-se no centro da lagoa, ou seja, distante 15m na vertical e 31m na horizontal das bordas.

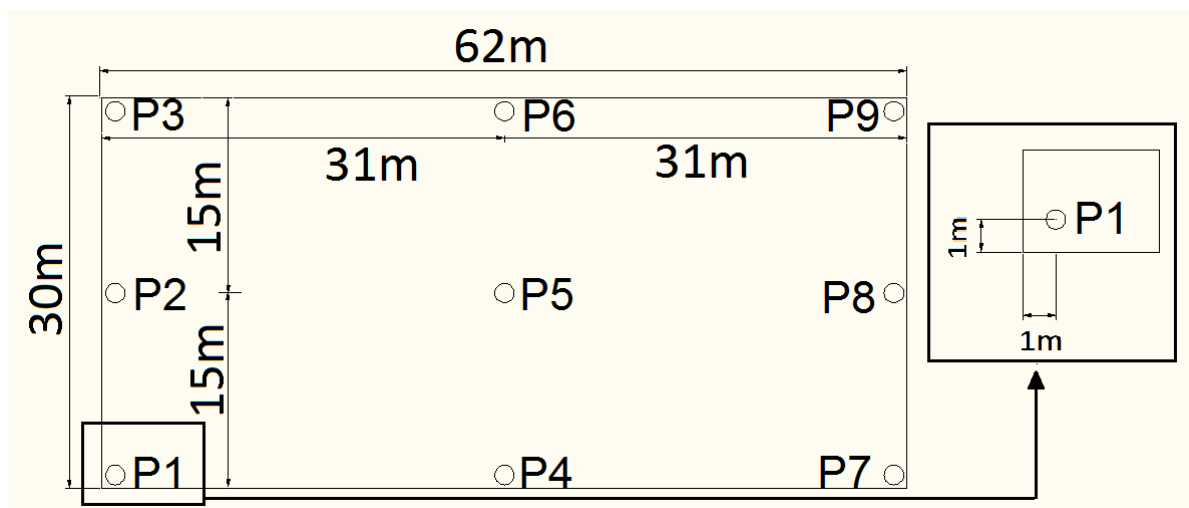


Figura 2 – Vista superior da lagoa de estabilização com a localização dos pontos de amostragem.

As amostras coletadas foram obtidas na lagoa com o auxílio de um coletor desenvolvido pela própria equipe. O coletor é constituído por uma placa de isopor de 15cm de espessura em que foi apoiada uma plataforma de madeira, vazada no centro. Um suporte de madeira, tipo forca, em ELE (L) foi fixado à base da plataforma com uma conexão tipo joelho de PVC, presa em sua extremidade superior. Linhas de nylon foram fixadas nas duas laterais e a uma garrafa PET de 500ml com um contra-peso preso à base dela. Para a coleta das amostras são necessários dois operadores.

Etapas para realização da coleta:

1. Um operador, segura as linhas de nylon fixas nas laterais, desloca o coletor até a posição desejada enquanto o outro operador libera a outra linha de nylon presa na garrafa com contrapeso, que passa deslizando pela conexão joelho, mantendo fora do líquido até atingir o ponto de coleta.
2. Com a plataforma na posição desejada para coleta, o segundo operador libera a garrafa coletora e deixa afundar até a profundidade desejada.
3. Neste ponto, o amostrador recolhe a linha elevando a garrafa para fora do líquido.
4. Os operadores deslocam a plataforma de coleta até a borda da lagoa.
5. A amostra coletada é transferida para um Becker e enviada para análise.
6. A garrafa de coleta é lavada e está pronta para uma nova coleta.

Tabela 1 – Profundidade dos pontos de amostragem

Ponto de amostragem	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Profundidade (m)	0,74	1,6	1,48	1,24	2,42	1,22	0,8	1,50	0,91

O trabalho foi dividido em duas etapas.

PRIMEIRA ETAPA: DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS MÍNIMOS DE DETECÇÃO DO TRAÇADOR POR MEIO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO DO CONDUTIVÍMETRO

Antes da realização dos testes com a solução salina (traçador) na lagoa de tratamento de chorume foram realizados em laboratório avaliações com o traçador na água para determinar a menor concentração para melhor detecção do traçador a ser utilizada na traçagem por meio de uma varredura em condutivímetro digital Tecnal TEC – 4MPP. A maior condutividade captada foi de 116,5 mS/cm.

Tabela 2- Padrões de solução do traçador para a curva de calibração.

Concentração (g/100ml)	Condutividade Elétrica (mS/cm)
0,005	0,1522
0,01	0,2408
0,05	0,9587
0,1	1,813
0,25	4,317
0,5	8,155
1	15,48
1,5	22,55
2	27,42
5	54,67
7	68,51
10	84,65
20	116,5

Os dados da tabela 1 foram plotados em um gráfico (figura 3) de Condutividade Elétrica (mS/cm) vs. Concentração (g/100mL).

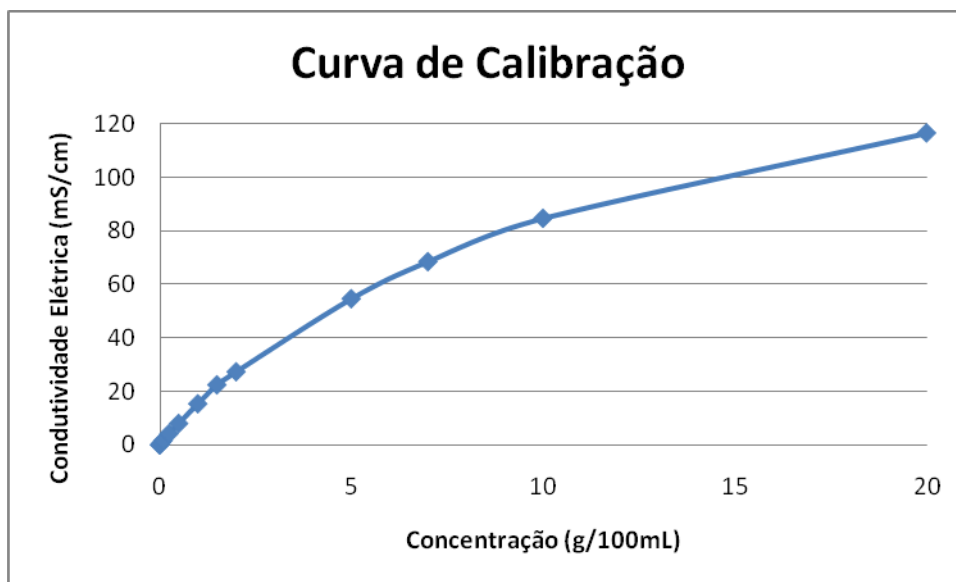


Figura 3 – Curva de calibração do condutivímetro.

Os parâmetros de condutividade elétrica referentes à lagoa de estabilização antes da injeção do traçador estão apresentados na tabela 3:

Tabela 3 – Condutividade elétrica antes da injeção do traçador.

Pontos de Amostragem	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Condutividade (mS/cm)	5,634	5,920	5,625	5,370	5,592	5,803	5,587	5,629	5,620

SEGUNDA ETAPA: APLICAÇÃO DO TRAÇADOR NA LAGOA

Os resultados obtidos em laboratório permitiram concluir que a solução salina apresenta uma boa detecção podendo ser utilizado como traçador. Dessa forma, foram utilizados 2.455kg de cloreto de sódio que injetado de forma instantânea no ponto de entrada central da lagoa. A partir da injeção do traçador (cloreto de sódio), foi realizado o monitoramento semanalmente.

Após a injeção do traçador (cloreto de sódio), iniciaram-se as coletas das amostras nos nove pontos pré-determinados. Para a realização das coletas foi utilizado o coletor projetado pela própria equipe.

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

Os dados de condutividade elétrica após a injeção do traçador foram os seguintes:

Tabela 4 – Condutividade elétrica após injeção do traçador, dada em mS/cm.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
15/abr	5,956	5,653	5,882	5,921	5,8897	5,716	5,703	5,746	5,737
02/mai	5,856	5,812	6,578	6,717	6,783	6,791	6,753	6,712	6,739
04/mai	6,657	6,411	6,639	6,721	6,798	6,765	6,832	6,718	6,659
18/mai	6,994	7,007	6,800	6,916	6,673	6,563	6,288	6,124	6,124

As curvas experimentais da concentração de cloreto de sódio (traçador) em função do período monitorado foram construídas a partir dos dados da tabela 4.

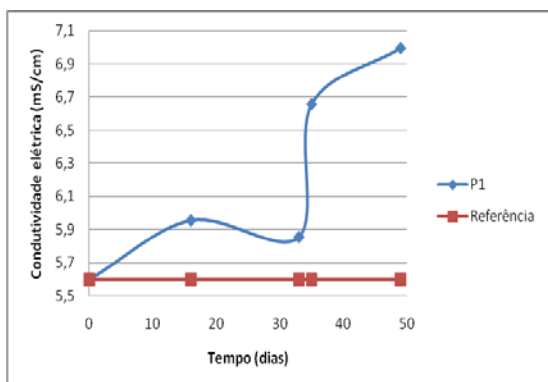


Figura 4 – Condutividade elétrica do ponto de amostragem P1.

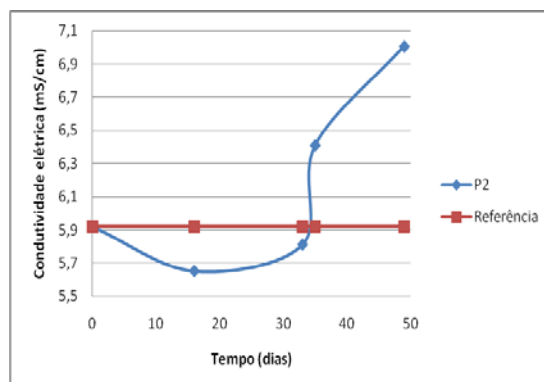


Figura 5 – Condutividade elétrica do ponto de amostragem P2.

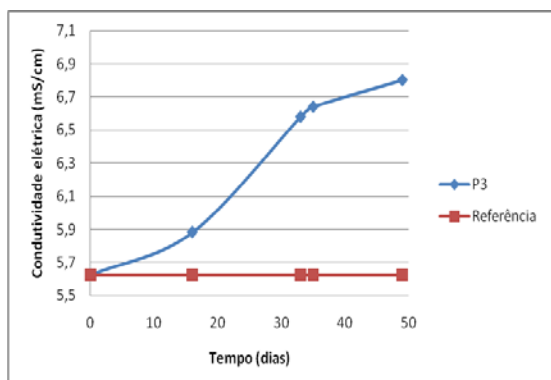


Figura 6 – Condutividade elétrica do ponto de amostragem P3.

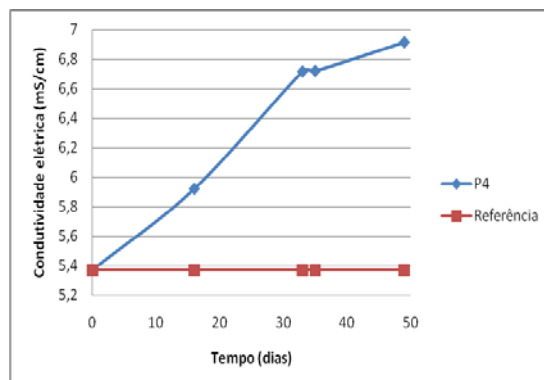


Figura 7 – Condutividade elétrica do ponto de amostragem P4.

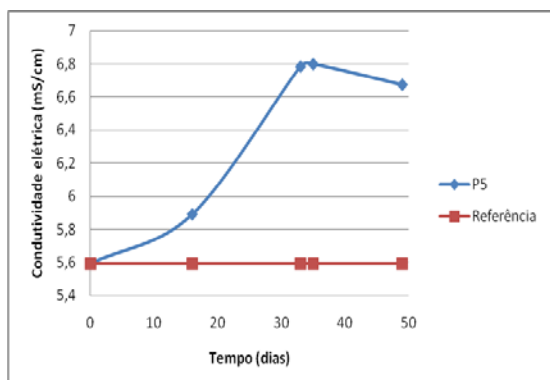


Figura 8 – Condutividade elétrica do ponto de amostragem P5.

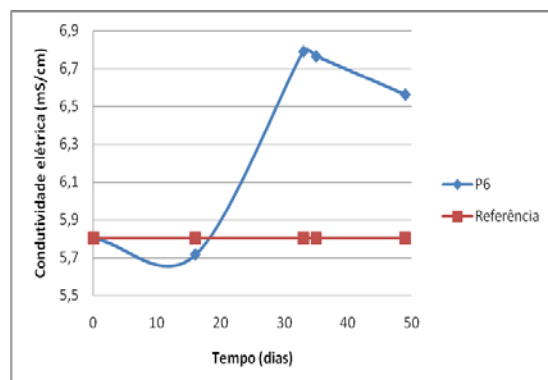


Figura 9 – Condutividade elétrica do ponto de amostragem P6.

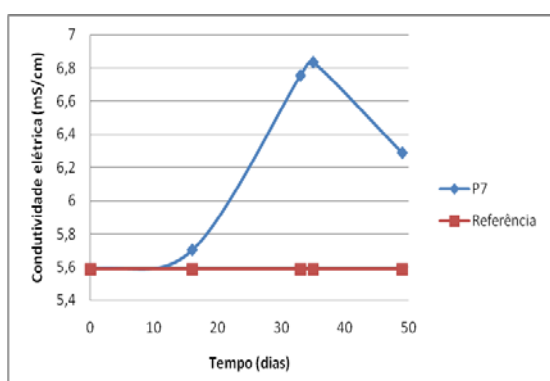


Figura 10 – Condutividade elétrica do ponto de amostragem P7.

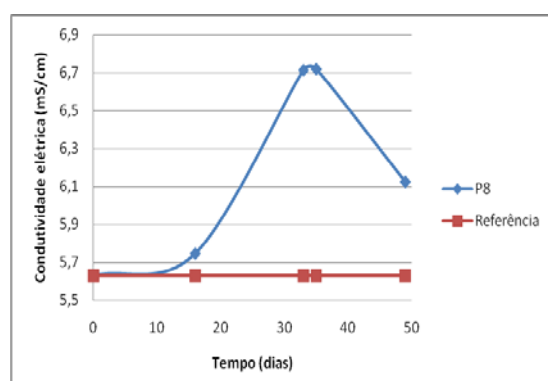


Figura 11 – Condutividade elétrica do ponto de amostragem P8.

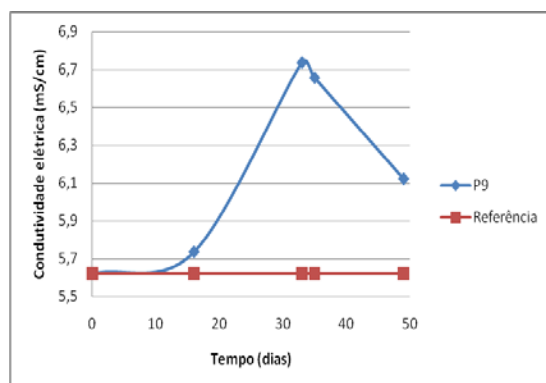


Figura 12 – Condutividade elétrica do ponto de amostragem P9.

Observando as figuras 4 a 12 – que representam os nove pontos de amostragem no interior da lagoa - percebe-se que as curvas estão com uma tendência de crescimento. Visualmente foi verificada a existência de caminhos preferenciais (pela próxima mancha no interior da lagoa verificada na figura 13). O comportamento da lagoa está sofrendo interferências, deixando de ser um fluxo em pistão. Isso pode ser devido ao fato de a profundidade da lagoa estar comprometida, já que a profundidade de projeto é 3 metros, e a real (mensurada para tal pesquisa) é aproximadamente 1,32 metro, principalmente em suas margens como verificada na tabela 3 - que apresentam média inferior a 1 metro.



Figura 13 - Injeção do traçador e a mancha do traçador no interior da lagoa.

Preliminarmente pode-se afirmar que existem caminhos preferenciais para o escoamento do chorume no interior da lagoa, porém ainda não foi possível a identificação do mesmo e o seu caminhamento. Sendo confirmado esse caminho preferencial, haverá também zona morta, que será somente possível detectar com a conclusão do projeto – com a saída completa do traçador da lagoa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento do traçador na lagoa continua sendo realizado semanalmente. De acordo com os dados obtidos verifica-se que a lagoa apresentou fluxo de líquido no seu interior misto e também mostrou possíveis caminhos preferenciais. Porém, não foi possível a conclusão da pesquisa, visto que o traçador ainda não completou seu trajeto dentro do sistema, assim é necessário o acompanhamento do mesmo até sua saída completa, que deve durar em torno de 90 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOLLE, W. I. et al. (1986) Modelling the liquid-flow in the up-flow anaerobic sludge blanket reactors. *Biotechnology and Bioengineering*, v.28, p.1615-1620.
2. DANTAS, M. A. R. Aplicação de Traçadores para Avaliação de Características Hidrodinâmicas em Reatores Biológicos. Relatório do PROSAB/RN: 1998.
3. DIERBERG, F.E.; DeBUSK, T. A. An evaluation of two tracers in surface-flow wetlands: rhodamine-WT and lithium. *Wetlands*, Lawrence, v.25, n.1, p.8-25, 2005.
4. LEVENSPIEL, O. Engenharia das Reações Químicas: Cálculo de Reatores. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.
5. MARECOS DO MONTE, M. H. F.; MARA, D.D. The hydraulic performance of waste stabilization ponds in Portugal. *Wat. Sci. Tech.*, v.19, n.12, p. 219-227, 1987.
6. MENESES, C. G. R.; SARAIVA, L. B.; MELO, H. N. S.; MELO J. L. S.; SILVA, F. B. G. Aplicação de corante artificial como traçador para determinação do modelo hidrodinâmico. In: 23º Congresso Brasileiro de engenharia Sanitária e Ambiental. 2005, Campo Grande. Anais do 23º Congresso Brasileiro de engenharia Sanitária e Ambiental. 2005.