IV-204 - UTILIZAÇÃO DA INTENSIDADE DO ECO PRODUZIDO PELO ADP PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS SUSPENSOS DOS MANANCIAIS DE BELÉM-PA

Estacio Sousa da Cruz [(1)]
Engº. Sanitarista graduado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atualmente é operador de ETA da Companhia de Saneamento do Estado do Pará (Cosanpa).
David Franco Lopes [(2)]
Graduação em Engª. Sanitária pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Especialista em Engª. Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) e Mestre em Engª. Química pela pela Universidade Federal do Pará (UFPA). É Engº Hidrólogo da CPRM/SGB em Belém.
André Luiz da Silva Salgado Coelho [(3)]
Graduado em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará (UFPA), mestrado em Engenharia Civil-Concentração em Eng. Sanitária pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Pará e Revisor de periódico da Engenharia Sanitária e Ambiental.
Maria do Socorro Bezerra Lopes [(4)]
Graduada em Engª. Sanitária pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Especialista em Engª. Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) e Mestre em Engª. Química pela pela Universidade Federal do Pará (UFPA). É Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)

Endereço[(2)]: Av. Dr. Freitas, 3645, Marco, Belém-PA. 66.095-110. Fone: 3182-1300. E-mail: [(1)] estaciolp@yahoo.com.br; [(2)]david.lopes@cprm.gov.br; [(3)]andre.coelho@ufpa.br; [(4)]soclopes@yahoo.com.br

RESUMO

O conhecimento da qualidade da água de um manancial para um sistema de abastecimento de água é de suma importância para avaliar a necessidade de implantar, ou não, um pré-tratamento da água bruta. Dentre as análises para caracterização da água está a concentração de sedimentos suspensos e turbidez, que estão diretamente relacionadas à quantidade de materiais em suspensão carreados. As análises dos parâmetros relacionados aos sedimentos suspensos em corpos d'água são bastante onerosos, devido às metodologias existentes e os procedimentos em laboratório. Com isso, o trabalho objetivou implantar no processo de tratamento de água da COSANPA um aparelho acústico, que através da intensidade do som possa estimar a concentração de sedimentos suspensos e turbidez da água do manancial que chega a Estação de Tratamento do Bolonha de forma mais simples, rápida e menos onerosa para que então se tenha uma resposta imediata visando otimizar o processo de coagulação no tratamento da água. No trabalho em questão foram feitas dez medições no canal que interliga os lagos Água Preta e Bolonha, no período de Outubro a Dezembro de 2011, empregando um ADCP para determinação da intensidade do eco (ABS) produzido pelas partículas em suspensão no canal, visando correlacioná-lo com a concentração de sedimentos suspensos (CSS) e turbidez. Os resultados mostraram uma boa correlação entre ABS x CSS de 90% usando correlação linear, mas valores ruins de correlação ABS x turbidez de 1,2%.

PALAVRAS-CHAVE: ADP, Intensidade do Sinal do Eco (ABS), Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS)

OBJETIVO

Um dos principais problemas relacionados à poluição nos mananciais para abastecimento de água é o aumento de sedimentos na água, pois o transporte de sedimentos afeta a qualidade da água e a possibilidade para o consumo humano ou seu uso para outras finalidades, principalmente no caso de Belém, pela característica lêntica dos Lagos Bolonha e Água Preta.

Devido aos problemas ocasionados por sedimentos, o trabalho desenvolvido pretendeu avaliar a utilização de um aparelho conhecido como ADP (Acustic Doppler Profiler) no inicio do canal que interliga os referidos lagos

para estimar a concentração de sedimentos suspensos e turbidez da água bruta para que assim seja possível aperfeiçoar a dosagem de coagulantes, utilizados na estação de tratamento do Bolonha.

LOCAL DA MEDIÇÃO

As medições ocorreram no Parque Estadual do Utinga (PEUt) que abriga os lagos Bolonha e Água Preta, que são os principais mananciais da cidade, onde são ligados por meio de um canal artificial e eles tem ainda a finalidade de servirem como grandes decantadores de sedimentos presentes na água bruta vinda do rio Guamá (Figura 1).

Figura 1: Lago Água Preta e Bolonha.
Fonte: modificado de Google Earth.

As medições com ADP ocorram no inicio do canal que interliga os dois lagos, destacado na anterior e foram realizadas dez medições correspondentes aos dias 14 e 21/10/20011; 04, 08, 18, 25, 28/11/2011 e 02, 05 e 14/12/2011.

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

As medições para estimar a concentração de sedimentos suspensos e turbidez no canal de ligação entre os lagos foram feitas utilizando um ACDP da SonTek, conhecido como ADP, mostrado na Figura 2. Ele apresenta 9 transdutores, a saber, quatro de 1000KHz, quatro de 3000KHz e mais um de 500KHz, com função batimétrica.

Figura 2: Aparelho acústico utilizado nas medições ADP.
Fonte: Pesquisa Direta.

PROCEDIMENTO PARA AS MEDIÇÕES

A instalação do aparelho para medição da intensidade acústica de retorno na seção do canal foi feita acoplando o aparelho ADP a um flutuador, como mostra a Figura 3, onde esse flutuador era movimentado de uma margem para outra através de duas cordas.

Figura 3: Aparelho acoplado no flutuador.
Fonte: Pesquisa Direta.

Foram feitas seis travessias, no mínimo, com o ADP no flutuador a cada dia de medição, onde se obteve a **vazão** do canal a cada travessia. Depois de ter completado as travessias, a vazão final era a média das vazões obtidas em cada travessia.

Os dados de **intensidade do eco da seção transversal do canal, a profundidade, número de células de profundidade, a velocidade da água e a velocidade do flutuador em relação ao fundo do canal**, eram transmitidas on line, assim o técnico acompanhava instantaneamente os dados fornecidos na travessia.

MEDIÇÃO DA INTENSIDADE DO ECO E COLETA DE AMOSTRA NO CANAL

Para se obter uma correlação da turbidez e concentração de sedimentos suspensos, medidos em laboratório, com a intensidade do sinal de retorno (ABS) o aparelho mediu, de forma estacionária, a intensidade acústica em um ponto onde a coleta de amostra fosse feita próximo ao aparelho, para que a correlação fosse o mais preciso possível.
O local escolhido para as coletas foi em um ponto situado após a comporta entre o lago Água Preta e o canal, devido à facilidade em ser feita a coleta o mais próximo do aparelho em funcionamento, como mostra Figura 4. A amostragem foi feita com uma coleta pontual, sendo armazenada em uma garrafa de polietileno para posterior análise.

Figura 4: ADP registrando a intensidade de retorno próximo ao local de coleta.
Fonte: Pesquisa Direta.

RESULTADOS

Os resultados apresentados correspondem a intensidade do sinal de retorno (no original, backscatter) no canal medido pelo aparelho acústico, o gráfico e a equação da correlação entre ABS x CSS e ABS x turbidez. Os resultados da concentração de sedimentos suspensos (CSS), turbidez e intensidade do eco (ABS) do canal, frequência emregada pela ADP na medição, além da turbidez analisada pela Companhia de Saneamento do Estado do Pará (Cosanpa) são presentes na Tabela 1.

Tabela 1- Concentração de sedimentos suspensos analisado em laboratório

Medição	Data	CSS (mg/l)	Turbidez canal (UNT)	Turbidez-ETA Bolonha (UNT)*	Intensidade ABS (dB)	Frequência (kHz)
1ª	14/Out/11	7	10,10	8,6	31,95	3000
2ª	21/Out/11	5	11,90	8,24	39,10	3000
3ª	01/Nov/11	4	10,5	6,18	39,57	3000
4ª	08/Nov/11	6	9,56	7,01	41,29	3000
5ª	18/Nov/11	7	8,12	6,82	34,28	3000
6ª	25/Nov/11	12	9,97	8,72	47,53	3000
7ª	28/Nov/11	9	11,24	10,12	45,15	3000
8ª	02/Dez/11	6	8,60	8,02	42,49	3000
9ª	05/Dez/11	7	10,2	8,4	43,44	3000
10ª	14/Dez/11	9	9,12	8,7	46,58	3000

Fonte: Pesquisa Direta e *Cosanpa

CORRELAÇÃO ENTRE ABS X CSS

A Figura 5 apresenta o gráfico e a que\ação com a correlação linear obtida entre a concentração de sedimentos suspensos e a intensidade backscatter no canal.

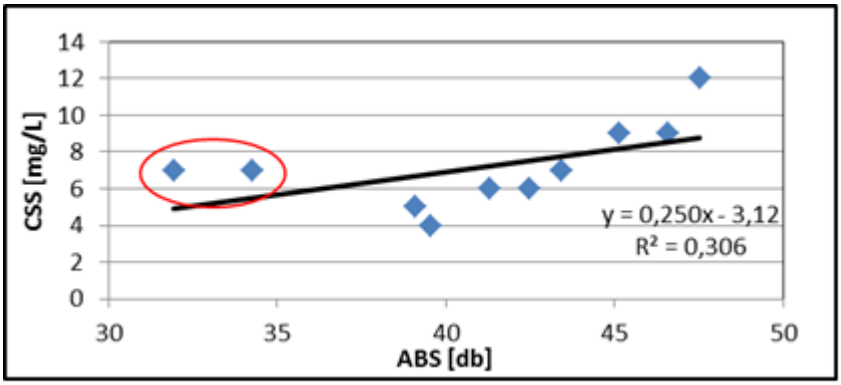

Figura 5: Correlação linear entre ABS x CSS na vertical de medição no canal.
Fonte: Pesquisa Direta.

A correlação linear entre ABS x CSS uma baixa correlação, de apenas 30%. Não estabelecendo qualquer relação entre elas.

Verificou-se que na ocorrência de baixos valores de ABS, os resultados de CSS foram constantes (7 mg/l), seria necessário maior numero repetidos nesta condição nessas condições para avaliar se ocorreessa forma, Dessa forma, erros de correlações com baixas CSS podem ter ocorrido devido à metodologia. Desta forma os mesmos foram descartados, com isso obteve-se o gráfico a seguir, já com a nova correlação de 90% empregando uma correlação linear demonstrando um bom índice R^2 entre ABS x CSS (Figura 6).

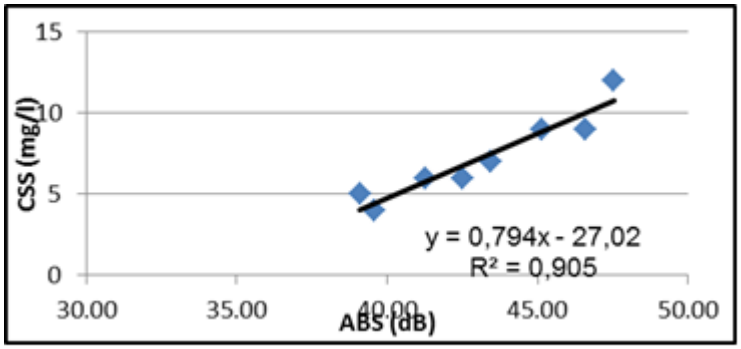

Figura 6: Correlação linear entre ABS x CSS na vertical de medição no canal.
Fonte: Pesquisa Direta.

CORRELAÇÃO ENTRE ABS X TURBIDEZ

A Figura 7 apresenta o gráfico da correlação linear entre a intensidade ABS medida no ponto de coleta e a turbidez da amostra coletada no canal de ligação entre os lagos.

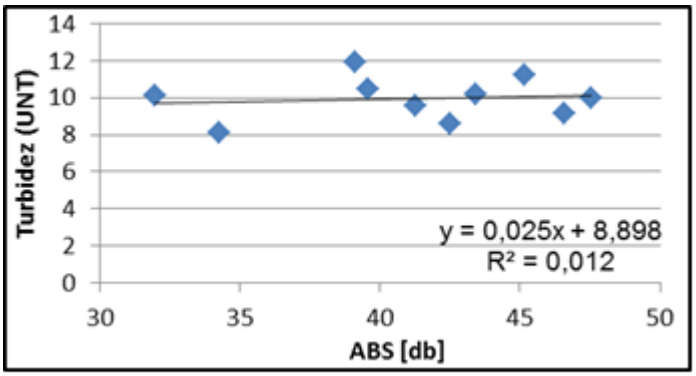

Figura 7: Correlação linear entre ABS x Turbidez no ponto de medição no canal.
Fonte: Pesquisa Direta.

Análise da correlação entre a intensidade ABS e a turbidez permite identificar que a turbidez encontrada em algumas medições no canal não variam em função da intensidade acústica ABS, seja linearmente (R^2 = 0,012) ou exponencialmente (R^2=0,016)

A Figura 8 apresenta o gráfico com a correlação linear entre a intensidade ABS medida no canal com a turbidez medida pela COSANPA na água da ETA-Bolonha.

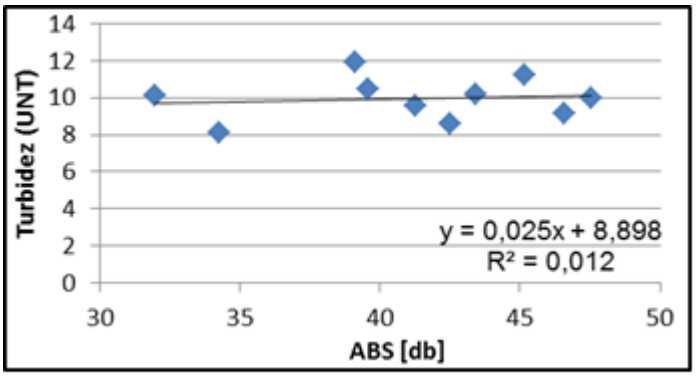

Figura 8: Correlação linear entre ABS x Turbidez medido na ETA Bolonha.
Fonte: Pesquisa Direta.

Análise do gráfico acima permite identificar que a turbidez da água bruta da ETA Bolonha varia muito em relação à intensidade ABS, que pode ser explicada pela variação da decantação material em suspensão, ocasionando uma variação da turbidez da água bruta que chega à ETA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho em questão tenta avaliar possíveis correlações entre a intensidade de retorno do eco (ABS) de um equipamento acústico e a concentração de sedimentos (CSS) e turbidez do fluxo de água, visando à antecipação de valores pra Estação de Tratamento de Água, permitindo que o operador da ETA Bolonha saiba quanto deverá aplicar de coagulantes.

Os resultados mostraram boas correlações para valores elevados de ABS (90%), que não se repetiram quando inferiores a 35 dB. Dessa forma, tais resultados foram desprezados, pois reduziam a correlação para 30%. Deve se ressaltar a necessidade de medições continuadas, visando determinar se existe outra correlação em baixos ABS, ou se houve erro de metodologia.

Já as relações entre ABS e Turbidez não apresentaram resultados significativos (<25%), sendo descartado como parâmetro prévio na obtenção da carga de sedimentos que chega a ETA.

Recomenda-se a continuação do trabalho, para avaliar se a correlação se mantém para outros valores de ABS e CSS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DORNELLES, A. M. **Utilização de um Perfilador Acústico de Correntes por Efeito Doppler (ADP) para a Estimativa da Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS)**. 2009. 127p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2009.
2. GAMARO, P. E. II **Curso de Medidores de Vazão Acústica Doppler**, de 06 a 10 de novembro de 2006, Foz do Iguaçu-PR. Apostila Módulo Básico, Revisão 1.0, 2006.
3. **Mananciais de Belém**. Disponível em: <http://earth.google.com> Acesso em: 22 de Novembro de 2011.
4. RDI. **Acoustic Doppler Current Profilers. Principles of operation: a practical primer**. San Diego, 1989.