IV-196 - CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DO BANCO DE DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DE NOVA PONTE - MG

Jéssyca Irene Guimarães[(1)]
Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais.
Déborah Tavares Viana
Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG.
Mônica Maria Diniz Leão
Engenheira Química (UFMG, 1980) e de Segurança do Trabalho (UFMG, 1999); Doutora em Engenharia Ambiental (INSA, Toulouse, FR, 1984); Professora associada do Depto. Eng. Sanitária e Ambiental (DESA) da Escola de Engenharia da UFMG.

Endereço[(1)]: Avenida Antônio Carlos, 6627- Escola de Engenharia - UFMG - Bloco 1, Sala 4606 - CEP 31270-901 - Brasil - Tel: (31)34091947 – email: ambiental.guimaraes@gmail.com

RESUMO

A gestão da qualidade das águas dos reservatórios da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) inclui o monitoramento da qualidade das águas nos reservatórios. Os dados monitorados são armazenados em um sistema - "Sistema de Informação de Qualidade da Água dos Reservatórios da Cemig" – Siságua. O presente trabalho realizará o tratamento dos dados de qualidade da água do reservatório de Nova Ponte através da criação de um banco de dados bem estruturado, verificando a consistência dos dados da série de sólidos, turbidez e condutividade elétrica utilizando as correlações existentes entre os parâmetros de qualidade. O banco de dados avaliado possui dados de 1995 até 2011, com monitoramento de 76 parâmetros, dentre os quais 11 foram selecionados. As análises preliminares feitas com os 11 parâmetros já explicitados foram realizadas através dos cálculos das medianas, desvio padrão e percentis. Como resultado da consistência, foram encontrados valores de SST e de turbidez que podem ser corrigidos, mostrando que a metodologia de análise foi eficaz para a consistência do banco.

PALAVRAS-CHAVE: Reservatório Nova Ponte, qualidade das águas, banco de dados, análise de consistência.

INTRODUÇÃO

A degradação da qualidade da água em bacias hidrográficas ocorre principalmente por alterações no uso e ocupação do solo e pelo lançamento de efluentes, e é aferida pela realização de campanhas de amostragem que geram uma grande quantidade de dados. Um grande problema no âmbito do monitoramento é a armazenagem e análise eficiente dos dados obtidos (CARLETON; DAHLGREN; TATE, 2005). Para o melhor manejo dos dados é necessário que esses estejam organizados. A estatística contribui para a criação desses procedimentos organizacionais que resumem e viabilizam a análise dos dados (CALLEGARI-JACQUES, 2003). Porém, uma pobre arquitetura de dados limita a análise e utilização das informações, resultando em dados perdidos, imprecisos, ou mesmo informações enganosas, que podem levar a decisões ambientais falhas e custos maiores (CHAPMAN, 2005 & ENGLISH, 1999). Assim, os dados devem ser validados, identificando e eliminando as fontes de erro e procurando impedir, ou mesmo mitigar, a repetição desses erros (CHAPMAN, 2005).

A gestão da qualidade das águas dos reservatórios da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) inclui o monitoramento da qualidade das águas nos reservatórios, sendo os dados armazenados no banco de dados "Sistema de Informação de Qualidade da Água dos Reservatórios da Cemig" – Siságua. A Usina Hidrelétrica (UHE) de Nova Ponte, pertencente à Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba, iniciou sua operação em 1994 e dados de qualidade da água são coletados desde essa época, não tendo sido validados ou analisados estatisticamente.

Sendo assim, esse trabalho possui como objetivo o tratamento dos dados de qualidade da água do reservatório de Nova Ponte através da criação de um banco de dados bem estruturado, verificando a consistência dos dados

utilizando as correlações existentes entre os parâmetros de qualidade. A verificação inicial utilizou os parâmetros da série de sólidos, turbidez e condutividade elétrica.

REVISÃO DA LITERATURA

Em águas naturais, a análise de sólidos dissolvidos totais – SDT mede os sólidos dissolvidos orgânicos e inorgânicos presentes em uma amostra. A análise consiste em separar partículas através de um filtro com tamanho nominal de poros de 2µm ou menos, sendo que são retidos sobre o filtro a fração correspondente aos sólidos suspensos totais (SST). Já a análise de condutividade elétrica - CE mede a habilidade da água em conduzir corrente elétrica, que é devida à presença de cátions e ânions dissolvidos nas águas (APHA, 1992).

A relação entre SDT e CE é estudada extensivamente para que se use apenas uma das formas de medição, porém, caso a relação seja encontrada, é necessário verificar periodicamente se ela se mantém com o tempo. A análise de condutividade é simples e rápida, já a análise de sólidos leva mais tempo e trabalho. A relação entre esses dois parâmetros é buscada então para que um possa estimar o outro, geralmente a CE sendo o parâmetro escolhido para se medir por sua simplicidade (DAY & NIGHTINGALE, 1984; HOLDICH & SINCLAIR, 1992). Essa relação varia de acordo com a composição da água e não pode ser usada de forma geral. A relação também é comumente utilizada para verificar a precisão da análise.

Em águas naturais é possível encontrar um uma relação de 0,54 a 0,96 entre os sólidos dissolvidos e a condutividade elétrica (ALI; MO; KIM, 2012), sendo valores mais baixos aplicados quando a água está ácida ou alcalina, devido à alta mobilidade dos íons de hidrogênio e hidroxila. Valores altos podem indicar a presença de compostos orgânicos, que não conduzem CE, mas aumentam o teor de SDT (KEMP, 1970).

Os sólidos suspensos totais (SST) causam o aumento da turbidez das águas, prejudicando seus aspectos estéticos e a produtividade do ecossistema pela diminuição da penetração da luz. A turbidez é causada por partículas e coloides inorgânicos e orgânicos em suspensão, e como é medida através da deflexão de luz incidente sobre a amostra, fatores tais como o tamanho, a forma, a composição e a cor das partículas podem afetar a turbidez (N. S. Suka et al.,1998) e impossibilitam o estabelecimento de uma relação constante entre os dois parâmetros.

Comumente, a turbidez é usada para monitorar e avaliar os efeitos dos SST em ambientes aquáticos, devido à forte relação existente entre turbidez e sólidos suspensos. A turbidez é geralmente mais utilizada por ser uma propriedade simples de medir e por ser economicamente mais viável quando medida continuamente utilizando um coletor de dados eletrônico (Grayson,1996). Contudo, não se deve depender exclusivamente dos dados de turbidez para se estimar os valores de SST na amostra, já que são diversos os fatores que afetam alteram sua concentração (Bilotta, 2008). Atualmente, existem modos simplificados de se obterem dados de SST. Um estudo feito em um ambiente marítimo utilizou medições de SST feitas na época da pesquisa e dados de concentração para o cálculo de seu fluxo médio (Goni, 2005).

Para estabelecer uma relação entre a concentração de SST e turbidez, as amostras de água utilizadas devem ter uma alta concentração de SS (N. S. Suka et al.,1998). O cenário mais adequado para o uso da turvação como um substituto para o cálculo de SST é um local de monitoramento hidrográfico que tenha um medidor de turvação instalado e combinado com os dados de fluxo para calcular as cargas (Grayson, 1996).

METODOLOGIA

Construção do banco de dados

A Usina Hidrelétrica Nova Ponte, localizada no município de Nova Ponte, é um barramento do rio Araguari, um dos afluentes do rio Paranaíba. A UHE Nova Ponte iniciou sua operação no ano de 1994, com capacidade de geração de 510 MW e possuindo um reservatório com uma área de 443 km² de espelho d'água (ARAXÁ AMBIENTAL, 2010), sendo a maior usina do rio Araguari. Na região o uso do solo predominante é a cultura de soja e a pecuária, sendo uma região marcada por grande uso de defensivos agrícolas.

O banco de dados avaliado possui dados de 1995 até 2011, com monitoramento de 76 parâmetros. A coleta de dados é feita em 15 pontos, sendo 9 lóticos e 6 lênticos. Nos pontos lênticos são feitas coletas em três diferentes profundidades. Para este estudo, foram selecionados 11 parâmetros: pH in loco, condutividade

elétrica , sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, turbidez, sólidos suspensos totais, fósforo total, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido – OD, DQO, e ferro dissolvido. A sua seleção levou em conta o potencial de informações que contém e o número de dados disponíveis, além do fato de serem parâmetros de análise simples e pouco sujeita a erros. Na análise de consistência foram utilizados apenas os dados de ST, SDT, SST, CE e turbidez. A análise descritiva foi realizada com o cálculo de média, desvio padrão, mediana, percentil 10% e percentil 90%, para os onze parâmetros citados acima, usando como ferramenta o Software Statistica, 2008, após análise de consistência dos dados.

Análise de consistência

A análise de consistência de sólidos deve ser separada em diversas etapas, verificando correlações conhecidas entre parâmetros e o conjunto total de dados obtidos na caracterização da amostra, os quais devem ser analisados individualmente. Definindo-se etapas e subetapas a análise se torna mais organizada e menos sujeita a erros. Nessa metodologia foram propostas quatro etapas principais (Fig.1): aferição do balanço de massa para sólidos, verificação da relação entre sólidos em suspensão e turbidez, validação do valor de sólidos em suspensão e verificação dos valores de sólidos dissolvidos.

Para verificar a validade dos dados da série de sólidos, o primeiro passo foi verificar o valor de ST, comparando o valor de sólidos totais medido em campo (STm) com o valor de sólidos totais calculado (STc). O valor medido foi mantido quando a razão STm/ STc está entre 0,8 e 1,2; se não, é necessário verificar se o erro encontra-se no valor de SST ou no valor de SDT.

A verificação dos valores de SST e turbidez é realizada quando os valores dos dois parâmetros são superiores a 100; caso contrário, são mantidos os valores reportados e é verificado o valor de SDT. Para verificar se o erro está no valor de SST, calcula-se a razão entre turbidez (em NTU) e SST (em $mg.L^{-1}$), sendo aceitos os dados onde essa razão está entre 0,5 e 1,5 e corrigido o valor de SST quando o valor da razão estiver fora deste intervalo. Para a correção de SST é necessário verificar no conjunto de parâmetros monitorados o valor medido de SST é explicável. Quando é necessária a substituição de SST, o valor é calculado pela diferença entre STm e SDT e, ainda, o valor de turbidez referente é mantido.

A verificação do valor de consistência dos sólidos dissolvidos usa a razão entre SDT e condutividade elétrica, que deve encontrar-se entre 0,4 e 0,9. Neste caso, o STm deve ser corrigido, ou seja, seu valor deve ser substituído pelo STc. Se essa razão não estiver entre 0,4 e 0,9, necessário verificar o conjunto de dados, principalmente parâmetros relacionados à presença de matéria orgânica (DBO, DQO) e pH. A correção do valor de SDT é feita pela substituição do valor medido pela diferença entre STm e SST.

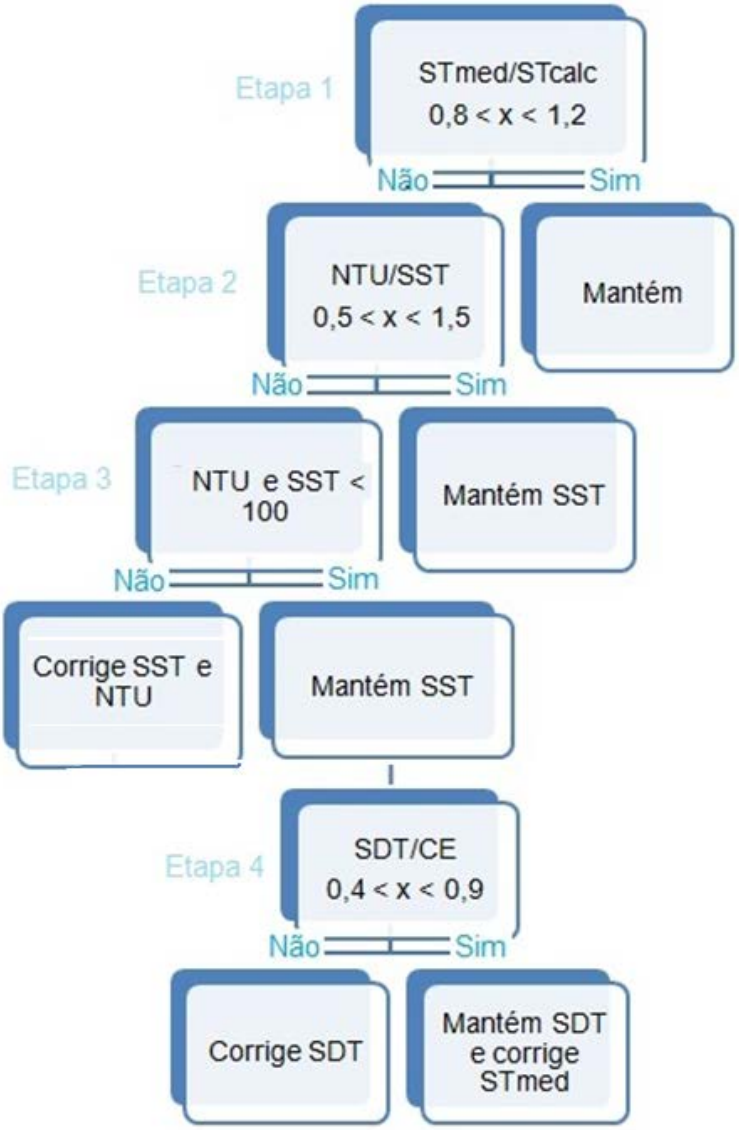

Figura 1: Fluxograma das etapas definidas para a análise de consistência na série de sólidos

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de consistência, 26,8% de coletas não foram consideradas por não haver resultados de pelo menos dois parâmetros da série sólidos (totais, dissolvidos, em suspensão). Em 27% do total de dados analisados os valores de ST foram corrigidos, com lançamento de 89 dados de ST (soma dos valores medidos de SST e SDT), e alteração de 5 valores de STm por STc. .

Para confirmação de valores inconsistentes de SST e STD em uma amostra, é verificado o conjunto de resultados, identificando se outros parâmetros relacionados à presença de sólidos corroboram os valores medidos. Neste caso, dois dados de SST e de turbidez elevados foram mantidos, pela indicação de contaminação por lançamento de efluentes, evidenciada pelos elevados valores de DQO, coliformes e estreptococos. Por último, após a realização da consistência, alguns valores de SDT foram indicados para exclusão, enquanto outros valores de SDT foram mantidos por existirem altos valores de DBO e de DQO na mesma coleta. Foram excluídos 3,2% dados de SDT do total de dados analisados.

No final das quatro etapas 2,3% do total de valores de sólidos totais medidos (STm) foram corrigidos. Além disso, houve a necessidade de se corrigir 4,5% dos valores de SDT, com exclusão de 2,8% dos dados, considerados inconsistentes.

As análises preliminares feitas com os 11 parâmetros já explicitados foram realizadas através dos cálculos das medianas, média, desvio padrão e percentis (Tab.1). Foi possível verificar que a variação da turbidez é mais alta em pontos lóticos; a concentração de OD, como esperado, é maior nos pontos de superfície; os valores encontrados para DQO são mais elevados em pontos lóticos; o ferro dissolvido esteve várias vezes acima do limite permitido na legislação (0,3 mgL-1); o fósforo total tem maior variação sazonal nos pontos lóticos e os sólidos em suspensão estão mais altos em pontos lóticos.

Tabela 1: Análise descritiva dos doze parâmetros selecionados no banco de dados.

Parâmetro	Mediana	Média	Desvio padrão	Percentil 10%	Percentil 90%
pH	7,0	7,0	0,5	6,4	7,7
CE	22,9	29,1	24,1	16,4	46,0
Turbidez	3,5	21,0	74,7	0,7	42,1
SDT	30	62	301	10	88
SST	4	32	94	1	63
ST	41	99	331	15	183
DQO	6,7	14,8	30,6	5,0	22
N Amoniacal	0,05	1,85	10,92	0,01	0,39
OD	7,4	7,2	1,3	5,4	8,6
Ferro	0,4	1,2	3,5	0,0	2,3
Fósforo	0,020	0,841	6,113	0,003	0,190

CONCLUSÕES

O tratamento dos dados muitas vezes não é realizado de forma devida, e em muitos trabalhos ele não é sequer mencionado. Contudo, um tratamento de dados adequado é decisivo para a confiabilidade dos resultados obtidos nas análises. Informações incorretas acabam por resultar em conclusões equivocadas e esses erros vão se multiplicando à medida que os dados vão sendo manipulados. Para que isso não ocorra, séries históricas longas devem ser armazenadas com o devido cuidado para que não se alterem os dados e se percam informações importantes.

Análises das correlações entre parâmetros simples tais como série sólidos, condutividade e turbidez permitem a identificação de dados inconsistentes, com sua correção ou exclusão, apoiada pela verificação do conjunto de parâmetros quantificados em uma amostra. A metodologia usada neste trabalho se mostrou adequada e foi utilizada antes da realização da análise estatística descritiva.

A análise descritiva mostrou que os pontos lóticos apresentam os valores para DQO, ferro, fósforo e sólidos em suspensão são mais elevados quando comparados aos ambientes lênticos, com maiores variações sazonais de turbidez e fósforo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CEMIG e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
2. BILOTTA, G.S, BRAZIER, R.E. “Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota”. Water Research, v. 42, n. 12, p. 2849–2861, 2008.
3. CALLEGARI-JACQUES, Sidia M.. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed Editora AS, 2003. 255 p.

4. CARLETON, Christian; DAHLGREN, Randy; TATE, Kenneth. A relational database for the monitoringand analysis of watershed hydrologic functions: I. Database design and pertinent queries. Computers & Geosciences, Califórnia, v. 31, n. , p.393-402, 2005.
5. CHAPMAN, Arthur D.. Principles of Data Quality. Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 2005.
6. DAY, Barbara A.; NIGHTINGALE, Harry I.. Relationships between ground-water silica, total dissolved solids, and specific electrical conductivity. Ground Water, California, v. 22, n. 1, p.80-85, 01 fev. 1984.
7. ENGLISH, Larry P.. Improving Data Warehouse and Business Information Quality: Methods for Reducing Costs and Increasing Profits. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999. 518 p.
8. GRAYSON, R. B.; FINLAYSON, B. L.; GIPPEL, C. J.; HART, B. T. "The Potential of Field Turbidity Measurements for the Computation of Total Phosphorus and Suspended Solids Loads". Journal of Environmental Management, v. 47, n.3, p. 257–267, 1996.
9. HOLDICH, R. G.; SINCLAIR, I.. Measurement of slurry solids content by electrical conductivity. Powder Technology, Reino Unido, v. 72, n. , p.77-87, 03 mar. 1992.
10. KEMP, P. H.. Chemistry of natural waters-I: Fundamental relationships. Water Research, Africa do Sul, v. 5, n. 6, p.297-311, 19 set. 1970.
11. LEMOS, Wictor Edney Dajtenko. MONITORAMENTO E GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS INCORPORANDO PROCESSOS HIDRODINÂMICOS E CLIMÁTICOS DE REGIÕES TROPICAIS SEMIÁRIDAS. 2011. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
12. OLSEN, Roger L., CHAPPELL, Rick W., LOFTIS, Jim C.. Water quality sample collection, data treatment and results presentation for principal components analysis e literature review and Illinois River watershed case study. Water Quality, v. 46, n.9, p. 3110–3122, 2012.
13. SUKA, N. S., GUOA, Q. e PSUTYB, N. P.. 1998. "Feasibility of Using a Turbidimeter to Quantify Suspended Solids Concentration in a Tidal Saltmarsh Creek". Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 46, n. 3, p. 383–391, mar. 1998.