

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CORPOS D'ÁGUA URBANOS.

Juliana Caroline de Alencar da Silva^{1*} & *Monica Ferreira do Amaral Porto*².

Resumo – Na engenharia, quando o objetivo é caracterizar a qualidade de corpos d'água a principal abordagem utilizada é a análise das variáveis físicas e químicas de suas águas, no entanto é crescente a utilização de indicadores biológicos como fonte alternativa para obtenção de uma caracterização mais detalhada, uma vez que a comunidade biológica tem a capacidade de refletir o histórico dos eventos ocorridos anteriormente ao momento da amostragem, enquanto as variáveis físicas e químicas na maioria das vezes reflete somente a qualidade do corpo d'água no instante da amostragem. Diante disto cresce a demanda por estudos que sobre a utilização de bioindicadores como o presente trabalho que faz o comparativo entre a classificação da qualidade da água de um corpo d'água segundo sua Demanda Bioquímica de Oxigênio e o Índice biótico de famílias de *Hilsenhoff* aplicado aos organismos macro invertebrados bentônicos coletados no mesmo corpo d'água e no mesmo instante.

Palavras-Chave – Limnologia; recursos hídricos; qualidade da água.

DESCRIPTION OF THE QUALITY OF URBAN WATER BODIES THROUGH USE OF BIOLOGICAL INDICATORS.

Abstract – In engineering, when the objective is to characterize the quality of water bodies is the main approach used to analyze the physical and chemical parameters of waters, however there is a growing use of biological indicators as an alternative source to obtain a more detailed characterization since the biological community has the ability to reflect the history of events occurring prior to the time of sampling, while the physical and chemical most often only reflect the quality of the water body at the time of sampling. Given this growing demand for studies on the use of biomarkers such as this work is the comparison between the classification of the water quality of a water body according to its biochemical oxygen demand and the Index of Biotic families *Hilsenhoff* applied to organisms benthic macro invertebrates collected in the same body of water and at the same instant.

Keywords – Limnology, Water resources and water quality.

1. INTRODUÇÃO

Os corpos d'água desde o início da formação das grandes civilizações foram tidos como sinônimo de fartura, por serem eles os provedores dos recursos que permitiam o desenvolvimento destas, sendo essas sociedades chamadas apropriadamente de hidráulicas devido a essa relação direta com as águas. No entanto, nos dias de hoje os corpos d'água urbanos fazem parte de um contrassenso se considerada a sua importância no passado, pois para a maioria dos moradores das

¹ Afiliação: Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Depto de Engenharia Hidráulica e Sanitária - juliana.caroline.silva@usp.br

² Afiliação: Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Depto de Engenharia Hidráulica e Sanitária - mporto@usp.br

grandes cidades eles representam apenas fontes de problemas, que foram na verdade resultado da ocupação não planejada do espaço urbano.

Segundo o monitoramento realizado pela ANA em 2012 em corpos d'água em regiões urbanas no Brasil, 47% dos corpos d'água monitorados apresentarão índice de qualidade da água péssimo ou ruim, estando a maior parcela destes corpos d'água situados nas capitais do país como São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte, Salvador, Goiânia e Vitória ou em cidades de médio e grande porte como Campinas e Juiz de Fora (ANA, 2012).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Recuperação de corpos d'água urbanos

As primeiras ações voltadas para recuperação de corpos d'água urbanos se deram nos países desenvolvidos, servindo hoje como referência para o processo, o que resultou em alguns países na criação de leis que estabelecem as condições para conservação e recuperação de ambientes aquáticos, como o "*Clean Water Act*" nos Estados Unidos (1972), a "*Directiva quadro da água*" na União Europeia (2000) e a "*Water Resources Act*" na Austrália (2007). Tais países atingiram resultados eficientes na recuperação de seus corpos d'água através da implantação de programas que visam à eliminação da carga pontual e difusa, implantação de parques lineares e programas de gestão participativa nas bacias hidrográficas. Como a preocupação com a recuperação dos corpos d'água é resultado quase que imediato da consolidação do saneamento básico, no Brasil, em regiões onde o saneamento encontra-se consolidado ou em processo de consolidação, surge à necessidade de compreender as técnicas de recuperação e as etapas envolvidas neste processo, para tanto diretrizes como as da "*Clean Water Act*" são utilizadas como referência. No entanto, no país ainda há regiões em que as condições sanitárias são precárias e a preocupação com a qualidade ambiental fica em segundo plano o que agrava ainda mais a consolidação do processo (MACEDO et al., 2011).

2.2 Qualidade da Água

A disponibilidade da água na forma líquida é um dos fatores mais importantes a moldar os ecossistemas, esse recurso natural é essencial para a manutenção da vida e deve conter substâncias que a propiciem. A qualidade da água depende da capacidade desta de diluir e transportar substâncias benéficas e maléficas à vida (BRAGA, 2002). A alteração da qualidade da água agrava o problema da escassez desse recurso, já que apesar de ser abundante, esta distribuída de forma

irregular no planeta, além disso, outro problema a ser considerado como resultado da alteração da qualidade da água é o das doenças de veiculação hídrica. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas por ano no mundo morrem devido a doenças como cólera e diarreias, isso ocorre principalmente em países onde o acesso à água tratada e potável não é ainda uma realidade palpável (BRAGA, 2002).

A avaliação da qualidade da água pode ser realizada através do monitoramento de diversos componentes que compõe o ecossistema, podendo ser classificados em variáveis físicas, químicas, microbiológicas, hidrobiológicas, ecotoxicológicas. (CETESB, s/d). A Tabela 01 a seguir apresenta a descrição dos principais componentes de cada variável.

TABELA 01 - Variáveis de qualidade das águas. Fonte: Elaborado pela autora a partir de CETESB (s/d).

Variáveis de qualidade das águas				
Variáveis físicas:		Variáveis hidrobiológicas:		Variáveis químicas:
Cor		Clorofila a	Manganês	Oxigênio Dissolvido (OD) Potencial Redox (EH)
Série de sólidos		Comunidade fitoplanctônica	Mercurio	Praguicidas organoclorados Sódio
Temperatura		Comunidade zooplanctônica	Níquel	Potencial Hidrogeniônico (pH) Sulfato
Transparência		Comunidade bentônica	Óleos e graxas	Potássio Surfactantes
Turbidez			Ortofosfato solúvel	Zinco
Variáveis microbiológicas:		Variáveis toxicológicas e ecotoxicológicas:		Potencial de formação de triahalometanos
Coliformes termotolerantes		Ensaio ecotoxicológicos		Carbono orgânico dissolvido e Carbono Orgânico Total (COT)
Enterococos				Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)
Variáveis químicas:				Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
Alumínio	Chumbo	Condutividade	Ferro	Demanda Química de Oxigênio (DQO)
Bário	Cloreto	Cromo	Fluoreto	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP)
Cádmio	Cobre	Fenóis	Fósforo total	Série de nitrogênio (amônia, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico)

Podemos assim dividir a avaliação das águas de um corpo d'água em dois blocos, que apesar da divisão teórica estão intimamente relacionados, o componente físico e químico e o componente biológico, resultando em duas avaliações possíveis, a avaliação física e química e a avaliação biológica da qualidade das águas.

Segundo Mendes & Oliveira (2004) durante muito tempo a avaliação física e química de um corpo d'água era a maneira mais rotineira de detecção de poluição, mas hoje com o avanço das técnicas para emprego de indicadores biológicos, houve uma mudança no padrão de monitoramento da qualidade da água, havendo uma integração maior entre as ciências exatas e biológicas no processo. A avaliação biológica de um corpo d'água é indispensável, uma vez que o ecossistema

consegue detectar e apresentar respostas mesmo sob influência de pequenas concentrações de poluentes, além disso, as avaliações físicas e químicas são um retrato da qualidade da água no ponto de amostragem e no instante da amostragem, enquanto a avaliação biológica faz um filme da situação do corpo d'água, já que a comunidade aquática é capaz de refletir no presente as alterações geradas em momentos anteriores, bem como acumular resposta de diversas alterações (CORTES et al., 2002).

2.3 Indicadores Biológicos

Qualquer ecossistema tende a manter um equilíbrio através de relações ecológicas complexas, no entanto tal equilíbrio não é estático e pode ser deslocado na ocorrência de mudanças nas características do meio, sejam elas causadas por agentes naturais ou pela ação antrópica. Quando tal equilíbrio é perturbado, o resultado é um reajuste na comunidade a fim de atingir um novo equilíbrio, tal ajuste gera uma mudança na dinâmica populacional, ou seja, há o beneficiamento dos organismos mais aptos à nova condição que se sobrepõe em número aos organismos menos aptos, além disso, pode haver a extinção local dos menos aptos ou não aptos. Tal mudança populacional no decorrer do tempo pode ser medida e utilizada como indicador biológico destas alterações.

Um dos principais elementos sensíveis à poluição dentro de um corpo d'água é sua biota, devido a isto é possível utilizá-la como indicador ambiental de poluição, já que uma mudança na dinâmica populacional de uma determinada espécie devido ao desequilíbrio ambiental pode refletir em como o ecossistema de modo geral se alterou. (Branco, 1986). Para Rosenberg & Resh (1993), um bom bioindicador deve: Ser sensível às alterações ambientais de maneira gradual e consiga expressar de maneiras detectáveis diferentes níveis de intensidade e magnitude deste impacto; Ser facilmente encontrado, facilmente identificado e existir em quantidade suficiente para viabilizar coletas; Apresentar baixo custo de processamento; Possuir ciclo de vida longo e responder espaço-temporalmente às alterações ambientais; e Ser passível de uso em estudos ecotoxicológicos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O objeto deste estudo é o Córrego Ibiraporã, localizado na Zona Oeste do Município de São Paulo, na Rua Ibiraporã. A Ilustração 01 abaixo mostra sua localização.

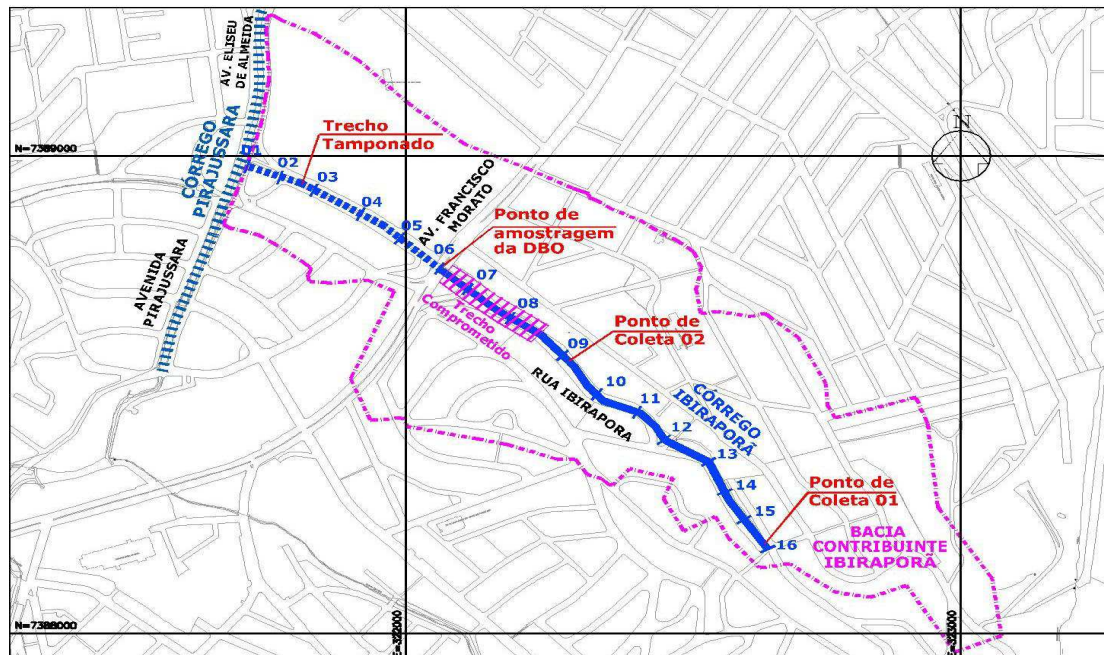


ILUSTRAÇÃO 01 - Córrego Ibiraporã: Localização, ponto de amostragem da DBO e pontos de coleta dos organismos bentônicos.

3.2 Metodologia

Para avaliar a qualidade do corpo d'água em estudo será realizada a classificação segundo sua DBO e segundo o Índice Biótico de Família de Hilsenhoff, conforme descrito a seguir.

3.2.1 DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)

Foi utilizada a DBO para avaliar a qualidade do corpo d'água em questão, cujo ponto de amostragem é mostrado na Ilustração 02. Segundo o manual de procedimentos e técnicas laboratoriais do laboratório de saneamento da escola politécnica (2004) a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) consiste em um teste empírico através de procedimentos padronizados, no qual é possível determinar a quantidade de oxigênio consumido em um determinado período de tempo em uma determinada amostra. Tal parâmetro pode ser utilizado para avaliar cargas poluidoras em corpos d'água, já que o oxigênio é item essencial para manutenção da vida. O programa de despoluição de corpos d'água urbanos "Córrego Limpo", parceria da SABESP com a Prefeitura do Município da Cidade de São Paulo, utiliza a DBO como indicador de qualidade da água nos corpos d'água nos quais o programa atua, desta forma eles são classificados de "condições naturais" a "poluídos" conforme a DBO apresentada, a Tabela 02 apresenta a caracterização utilizada pelo programa "Córrego Limpo", para classificar estes corpos d'água.

TABELA 02 - Caracterização dos Córregos em função da DBO. Fonte: Adaptado de Córrego Limpo (s/d).

Caracterização dos Córregos em função da DBO Demanda Bioquímica de Oxigênio	
0 a 5 mg/litro	Condições naturais, permite o contato primário das pessoas e a rega de hortaliças
5 a 10 mg/litro	Condições boas, já não se recomenda o contato primário nem a rega de hortaliças, mas possibilita a existência de peixes, o uso da água para animais e o tratamento convencional da água.
10 a 30 mg/litro	Condições boas, aspecto estético bom, permite a existência de peixes, não exala odores e possibilita o tratamento convencional da água.
30 a 70 mg/litro	Condição estética ainda boa, porém com restrições a existência de peixes e exalação de odores em determinadas épocas do ano (verão seco, principalmente); tratamento de água com consumo alto de produtos químicos.
> 70 mg/litro	Poluído.

3.2.2 Índice BF (Biótico de Famílias de Hilsenhoff)

Foram coletados organismos macro invertebrados bentônicos nos pontos mostrados na Ilustração 02 e aplicado o índice biótico de família de Hilsenhoff. O índice consiste em atribuir pesos de 0 a 10 de tolerância à poluição orgânica a cada grupo taxonômico, sendo atribuído 0 aos menos tolerantes e 10 aos mais tolerantes, e em seguida multiplicar estes pesos pelo número de indivíduos de cada táxon encontrado, os produtos resultantes então devem ser somados e divididos pelo número total de organismos na amostra (FERREIRO, 2007). A expressão a seguir resume a metodologia de cálculo.

$$IBF = \frac{\sum n_i a_i}{N} \quad (\text{Equação 1 - FERREIRO, 2007})$$

Onde: n_i = Número de indivíduos do grupo taxonômico i ; a_i = valor de tolerância do grupo taxonômico i ; e N = Número total de indivíduos. A Tabela 03 abaixo mostra a classificação da qualidade da água segundo o Índice.

TABELA 03 - Qualidade da água segundo o Índice Biótico de Famílias de Hilsenhoff. Fonte: Ferreiro (2007).

Índice biótico	Qualidade da água	Grau de poluição orgânica
0,00-3,50	Excelente	Sem poluição orgânica aparente
3,51-4,50	Muito boa	Possível poluição orgânica leve
4,51-5,50	Boa	Alguma poluição orgânica
5,51-6,50	Razoável	Poluição orgânica razoável
6,51-7,50	Moderadamente pobre	Poluição orgânica significativa
7,51-8,50	Pobre	Poluição orgânica muito significativa
8,51-10,00	Muito pobre	Poluição orgânica severa

Valores de IBF podem variar de 0 a 10, onde valores próximos de 10 indicam comunidades dominadas por organismos tolerantes à poluição orgânica e valores próximos de 0 indicam comunidades onde organismos intolerantes a poluição predominam, ou seja, quanto mais próxima de 0, melhor a qualidade ambiental do ambiente aquático.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)

Obteve-se com a aplicação da classificação segundo a DBO que o corpo d'água ficou entre a classificação Condições Boas (+) e Condições Naturais. A Ilustração 02 apresenta os resultados obtidos para as coletas analisadas.

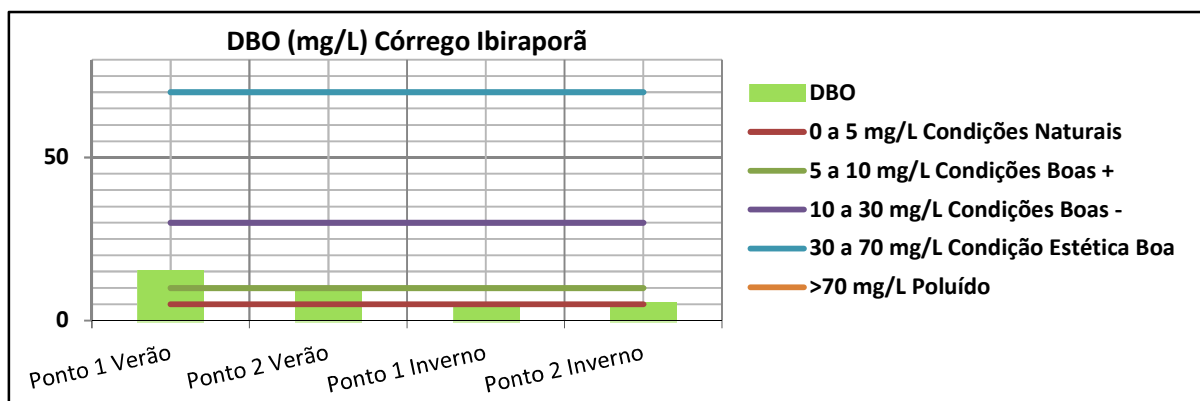


ILUSTRAÇÃO 02 - DBO do Córrego Ibiraporã.

4.2 Índice BF (Biótico de Famílias de Hilsenhoff)

Obteve-se com a aplicação do Índice Biótico de Família de Hilsenhoff a classificação "Pobre" para todas as coletas avaliadas, ou seja, o efeito da poluição orgânica é significativo e o corpo d'água encontra-se degradado. A tabela 04 apresenta os resultados obtidos para as coletas analisadas.

TABELA 04 - Resultados obtidos - Índice Biótico de Família de Hilsenhoff.

Biótico de Famílias de Hilsenhoff (IBF)	Ponto 1 - Inverno	Ponto 2 - Inverno	Ponto 1 - Verão	Ponto 2 - Verão
	8,02	8,15	8,11	8,29
	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre

5. CONCLUSÃO

Observou-se no estudo as diferenças obtidas na classificação da qualidade do corpo d'água através da utilização dos dois métodos. Enquanto a classificação através do Índice Biótico de Família de Hilsenhoff classificou o corpo d'água como "Pobre" a classificação através da DBO enquadrou o corpo d'água em Condições Boas a Naturais. Portanto, fica clara a importância do uso de indicadores biológicos como ferramenta conjunta à utilização da avaliação das variáveis físicas e químicas durante para a avaliação da qualidade de um corpo d'água.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P.R. (EDITORES) - Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos. Instituto da Água, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa.

ANA – Agência Nacional de Águas. Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil: 2012. Brasília, DF: ANA, 2012 - Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/PanoramaAguasSuperficiaisPortugues.pdf>>. Acessado em 19/10/2012.

BRAGA, Benedito et al. Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Pince Hall, 2002.

BRANCO, S. M. (1986). Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária, São Paulo, 3ª Edição, CETESB/ASCETESB.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). Variáveis de qualidade das águas. s/d. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/109-variaveis-de-qualidade-das-aguas>>. Acesso em: 14/10/2012.

CORTES, R.; PINTO, P.; FERREIRA, M. T.; MOREIRA, I., 2002 – Qualidade biológica dos ecossistemas fluviais. MOREIRA, I., FERREIRA, M.T. CORTES, R. M. V., PINTO, P. &

FERREIRO, N. R. B. Caracterização da Qualidade Ecológica do Rio Tua. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto – Departamento de Zoologia e Antropologia. Dissertação de Mestrado, 2007.

MACEDO, D. R.; CALLISTO, M.; MAGALHÃES, A.P. - Restauração de Cursos d'água em Áreas Urbanizadas: Perspectivas para a Realidade Brasileira - RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 16 n.3 - Jul/Set 2011, 127-139.

MENDES, B. & OLIVEIRA, J.F.S.– Qualidade da água para consumo humano - Lidel, Edições Técnicas, Lda, Lisboa – 2004.

Programa Córrego Limpo – Disponível em: <<http://www.corregolimpo.com.br>> Acessado em 18/02/2011.

ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M., RESH, V.H., eds. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York, Chapman and Hall – 1993 - Cap. 1.