Apêndice M
Índice de Qualidade de Água - CCME Canadá

A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB, embora relativamente nova, oferece valiosas informações sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Não obstante, estas informações são usadas na gestão da qualidade dessas águas. No sentido de aperfeiçoar a apresentação e integrar as informações geradas optou-se por introduzir neste ano, o cálculo de um Índice de qualidade para as águas costeiras que possa agregar os dados mais relevantes gerando uma classificação que reflete um diagnóstico das áreas avaliadas no litoral paulista.

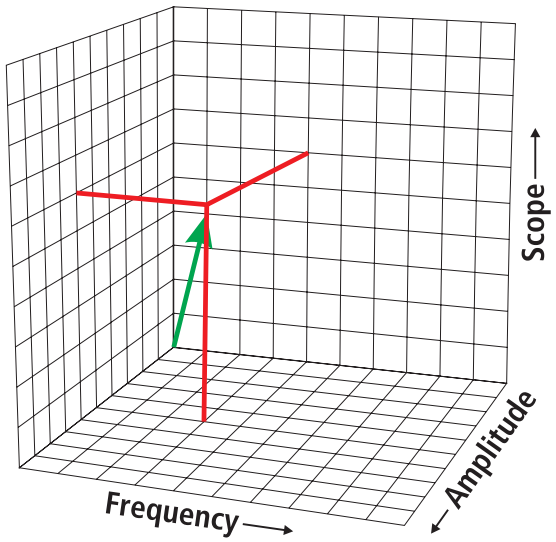
Com esse objetivo foi empregada a metodologia do Índice de Qualidade elaborado pelo CCME - *Canadian Council of Ministers of the Environment* (2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

O método Canadense consiste em uma análise estatística que relaciona os resultados obtidos nas análises com um valor padrão para cada parâmetro incluído no cálculo. Por ser um método estatístico, o modelo não pode ser utilizado para menos de 4 valores. Para tanto, o índice foi calculado para cada ponto de amostragem utilizando-se os resultados obtidos nas três profundidades em duas campanhas, totalizando 6 valores.

A metodologia Canadense contempla 3 fatores principais que se referem às desconformidades em relação à um padrão legal ou valor de referência.

1. Parâmetros ou abrangência (Scope)
2. Frequencia
3. Amplitude

Figura X – Modelo conceitual do índice.



1. Abrangência: Parâmetros Desconformes

Este fator do índice (denominado F_1) avalia a quantidade de parâmetros que apresenta não conformidades. Uma área que apresente desconformidade em poucos parâmetros será menos penalizada no cálculo do que uma área que apresente desconformidade em muitos parâmetros analisados. Este fator não considera a frequência das não conformidades de forma que apenas uma ocorrência é suficiente para a inclusão do parâmetro. O cálculo é porcentual simples como apresentado na equação (1):

$$F_1 = \left(\frac{V_{NC}}{V_T} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde:

V_{NC} é o número de variáveis que apresentaram não conformidade em relação aos valores de referência (por exemplo os limites da Resolução Conama 357/2005);

V_T é o número total de variáveis analisadas que possuem valores de referência.

2. Frequência de desconformidade

Este fator avalia a quantidade de não conformidades como um todo e não diferencia os parâmetros entre si. Desta forma, uma área que tenha poucos parâmetros com não conformidades e que estes parâmetros apresentem resultados sistematicamente não conformes será penalizada da mesma forma que uma área em que muitos parâmetros apresentem não conformidades ocasionais. Este fator temporal é impactado pelo fato da CETESB não realizar quatro amostragens anuais. A deficiência em número de campanhas por ano foi compensada considerando-se as amostras de superfície, meio e fundo de cada uma das duas campanhas anuais realizadas atualmente. O cálculo é apresentado na equação (2).

$$F_2 = \left(\frac{A_{NC}}{A_T} \right) \times 100 \quad (2)$$

Onde:

A_{NC} é o número total de amostras não conformes;

A_T é o número total de amostras.

Nota: incluem-se todas as amostras de todos os parâmetros considerados para o cálculo, mesmo aqueles com menor número (as análises de clorofila consideram apenas superfície e meio).

3. Amplitude da desconformidade

Este fator (denominado F_3) avalia a amplitude das não conformidades. Neste caso a quantidade de amostras desconformes e o 'tamanho' do desvio em relação ao padrão utilizado serão determinantes. Desta forma um valor 50% acima do padrão teria um peso igual a dois valores que excedessem em apenas 25%. Cada amostra não conforme deve ser comparada ao padrão e o valor total dos desvios deve ser somado segundo as equações (3a), (3b) e (4). A equação (3b) deve ser usada em casos em que existe um valor mínimo e não máximo como é o caso do oxigênio dissolvido.

$$D_i = \left(\frac{NC_j}{R_i} \right) - 1 \qquad (3a)$$

$$D_i = \left(\frac{R_i}{NC_j} \right) - 1 \qquad (3b)$$

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{A_T} \qquad (4)$$

Onde:

D_i é o desvio do valor da não conformidade em relação ao valor de referência;

NC_j é o resultado das análises não conformes;

R_i é valor de referência para o parâmetro analisado;

S é a somatória normalizada dos desvios.

A parcela F_3 é então calculada seguindo-se uma função assintótica que transpõe o resultado para um número em uma escala de 0 e 100 conforme a equação (5).

$$F_3 = \frac{S}{0{,}01 \times S + 0{,}01} \qquad (5)$$

Índice

O índice é então calculado segundo a equação (6).

$$\textit{Índice Costeiro} = \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_2^3}}{1{,}732} \qquad (6)$$

O valor 1,732 advém do fato de que o valor máximo para cada fator do índice pode atingir é 100. A visualização gráfica dos três fatores mostra que o vetor resultante pode ser dado pela equação (7).

$$\sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = \sqrt{30000} = 173{,}2 \qquad (7)$$

Sendo 173,2 seu valor máximo. Desta forma, faz-se necessário adicionar o divisor 1,732 para trazer a amplitude máxima do vetor para uma escala de 0 a 100.

O CCME determinou faixas de classificação para o índice que se mostraram bastante satisfatórias em testes realizados pela CETESB e optou-se por utilizar estas faixas em um primeiro momento. As classificações são apresentadas na TABELA.

Faixa de valores do índice	Classificação da faixa
≥95	Excelente
<95 e ≥80	Boa
<80 e ≥65	Regular
<65 e ≥45	Ruim
<45	Péssima