

UNIDADE 4

REDES DE MONITORAMENTO

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	03
1 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS PARA IMPLANTAÇÃO DE REDE.....	04
2 DEFINIÇÃO DO ESCOPO TEMPORAL DO MONITORAMENTO	05
2.1 Variação temporal.....	05
2.1.1 Nictemeral.....	05
2.1.2 Diária.....	06
2.1.3 Semanal.....	06
2.1.4 Sazonal.....	07
2.2 Variação espacial.....	08
2.2.1 Critérios para seleção de pontos de amostragem.....	10
2.2.2 Metodologia de Alocação de Pontos de Monitoramento de Qualidade de Água, desenvolvida pela ANA para o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA).....	13
3 EXEMPLOS DE REDES EXISTENTES PARA OS DIFERENTES AMBIENTES.....	16
4 INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS E LAUDOS.....	20
5 CONCEITOS BÁSICOS DE ESTATÍSTICA APLICADA AO MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	22
RESUMO UNIDADE 4.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura1 - Exemplo hipotético de variação nictermeral de pH, ao longo de 24 horas.

Figura 2 - Exemplo hipotético da variação da temperatura da água em duas estações do ano (verão e inverno) em 09 estações de monitoramento.

Figura 3 - Exemplo hipotético da variação espacial da concentração de clorofila a, em um braço do Reservatório de Itaipu.

Figura 4 - Planejamento para a seleção de locais e posições de monitoramento.

Figura 5 - Redes de monitoramento da qualidade da água nas Unidades de Federação.

1 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS PARA IMPLANTAÇÃO DE REDE

Tendo em vista a necessidade de estabelecer um equilíbrio sustentável entre o necessário desenvolvimento econômico e demográfico e a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade que contemplem os diversos usos da água, é fundamental o estabelecimento de um programa de monitoramento hídrico quali-quantitativo que forneça subsídios para o diagnóstico e avaliação das condições dos ecossistemas aquáticos e para a tomada de decisões associadas ao gerenciamento dos recursos hídricos. Segundo a Agência Nacional de Águas, as redes de monitoramento têm como objetivo desenvolver ações que permitam o aprimoramento e a ampliação do monitoramento da qualidade das águas, permitindo que suas informações estejam disponíveis para toda a população.

O monitoramento pode ser definido como um conjunto de informações físicas, químicas e biológicas do ecossistema em estudo para atender a um ou mais objetivos. Pode ser também considerado um sistema contínuo de observações, medições e avaliações com múltipla finalidade. Dentre os seus principais objetivos, estão: 1) Detectar a violação de padrões de qualidade, previstos na legislação; 2) Analisar a tendência de uma variável; 3) Avaliar a eficácia de programas e ações conservacionistas em áreas isoladas ou realizadas nas bacias hidrográficas; 4) Documentar os impactos resultantes de uma ação proposta; 5) Alertar para impactos adversos não previstos, ou mudanças nas tendências previamente observadas; 6) Oferecer informações imediatas, quando um indicador de impactos se aproximar de valores críticos; 7) Oferecer informações que permitam avaliar medidas corretivas para modificar ou ajustar as técnicas utilizadas.

Deve ser notado que os objetivos de gerenciamento da rede estão relacionados com o funcionamento do sistema ambiental que se está avaliando, pois a rede deve subsidiar as decisões que serão tomadas com relação à gestão dos recursos hídricos da bacia considerada, enquanto os objetivos do monitoramento referem-se ao conhecimento do sistema.

2 DEFINIÇÃO DO ESCOPO TEMPORAL DO MONITORAMENTO

2.1 Variação temporal

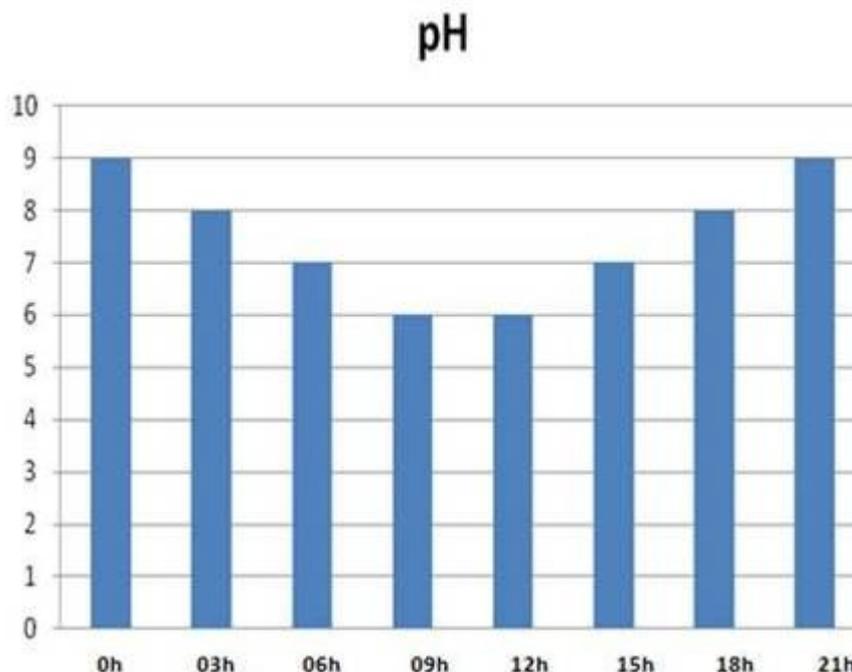
Há quatro tipos principais de variação temporal relevantes: variação nictemeral, variação diária, variação semanal e variação sazonal.

2.1.1 Nictemeral

A variação nictemeral refere-se ao período de monitoramento que ocorre em um espaço de tempo compreendido por 24 horas. Consiste em qualquer variação associada ao poliperíodo, compreendendo tanto variações comportamentais de organismos (ex: fitoplâncton, zooplâncton, etc), como variações de fatores físicos e químicos da água. A análise da dinâmica diária de variáveis limnológicas pode ser muito importante para a compreensão do funcionamento de ambientes aquáticos. A coleta de dados, compreendendo um período diário, tem como objetivo observar as oscilações limnológicas de um corpo de água, uma vez que tal comportamento poderá relatar a dinâmica dos organismos diante das condições físico-químicas do momento. Estudos realizados em lagos tropicais, por exemplo, observaram que a amplitude de variação dos processos ecológicos pode ser maior em um período diário em relação a períodos sazonais em um ano. Segue abaixo uma figura hipotética que exemplifica uma variação nictemeral, no caso, do parâmetro pH (Figura 1).

Figura1 - Exemplo hipotético de variação nictemeral de pH, ao longo de 24 horas.

0h 03h 06h 09h 12h 15h 18h 21h



Fonte: Bastos (2013).

2.1.2 Diária

A variação diária refere-se ao monitoramento realizado em um determinado período do dia, e que ocorre diariamente. Determinados parâmetros necessários em programas de monitoramento devem ser mensurados todos os dias, pois podem corresponder a indicadores importantes para se determinar a qualidade de um curso d'água, por exemplo. É importante ressaltar, no entanto, que tudo depende dos objetivos do monitoramento.

2.1.3 Semanal

A variação semanal representa o monitoramento que ocorre semanalmente, ou seja, seleciona-se um determinado dia da semana como padrão para realização das medições. De posse dos dados obtidos e, dependendo dos parâmetros observados, é possível avaliar os resultados e visualizar padrões neste intervalo de

tempo.

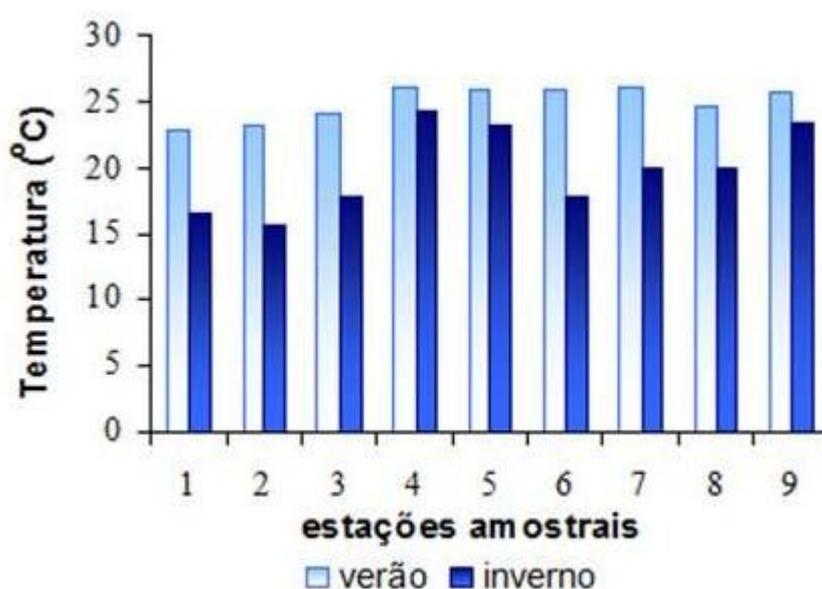
2.1.4 Sazonal

A variação sazonal está relacionada ao monitoramento em determinados períodos do ano, podendo, por exemplo, ser obtida com base nas estações do ano. O regime de chuvas no Brasil apresenta sazonalidade marcante com estação seca e chuvosa em diferentes épocas do ano de acordo com a localização geográfica, e as pesquisas e monitoramentos geralmente são realizados com base neste regime. A análise de variáveis, tanto físico-químicas quanto bióticas, pode indicar diferenças importantes entre épocas/estações do ano, indicando padrões de variação sazonal. Nesse contexto, a sazonalidade pode exercer influência direta e indireta sobre diversos parâmetros. A temperatura, por exemplo, é um parâmetro cuja variação está bastante relacionada à sazonalidade, geralmente sendo baixa no inverno e elevada no verão. Este fator, por conseguinte, pode influenciar diversos outros, como alteração nas taxas de oxigênio dissolvido e pH. Além disso, variações nos gradientes físicos e químicos da água ao longo de um gradiente temporal devem exercer influência na dinâmica sazonal de organismos de ambientes lóticos. A vazão é outro exemplo de parâmetro que sofre forte influência da sazonalidade, sendo baixa em períodos secos e elevada em períodos chuvosos. Em regiões estuarinas, por exemplo, a maior ou menor salinidade pode ser influenciada por diferenças de vazão.

O monitoramento sazonal também é importante para verificar a carga de poluentes na água. A qualidade de corpos hídricos pode sofrer forte influência da sazonalidade devido às altas taxas de evaporação que ocorrem nos períodos secos, concentrando substâncias de alto potencial poluidor, prejudicando assim o uso da água em atividades humanas e o equilíbrio ecológico do ecossistema, alterando as comunidades aquáticas e a composição físico-química do manancial como um todo. No período chuvoso, apesar do grande aumento dos aportes por via direta ou pelo escoamento superficial, o efeito da diluição é maior, melhorando as condições ambientais, além de permitir a saída de parte destes nutrientes a partir de

vertedouros. A Figura 2 demonstra um exemplo hipotético da variação espacial (09 estações) da temperatura da água (na superfície) em diferentes épocas do ano (verão e inverno). Observa-se a diferença existente entre os dados, e como estudado na unidade anterior, a variação da temperatura da água tem influência no comportamento de outras variáveis, como por exemplo, nas concentrações de oxigênio dissolvido.

Figura 2 - Exemplo hipotético da variação da temperatura da água em duas estações do ano (verão e inverno) em 09 estações de monitoramento.



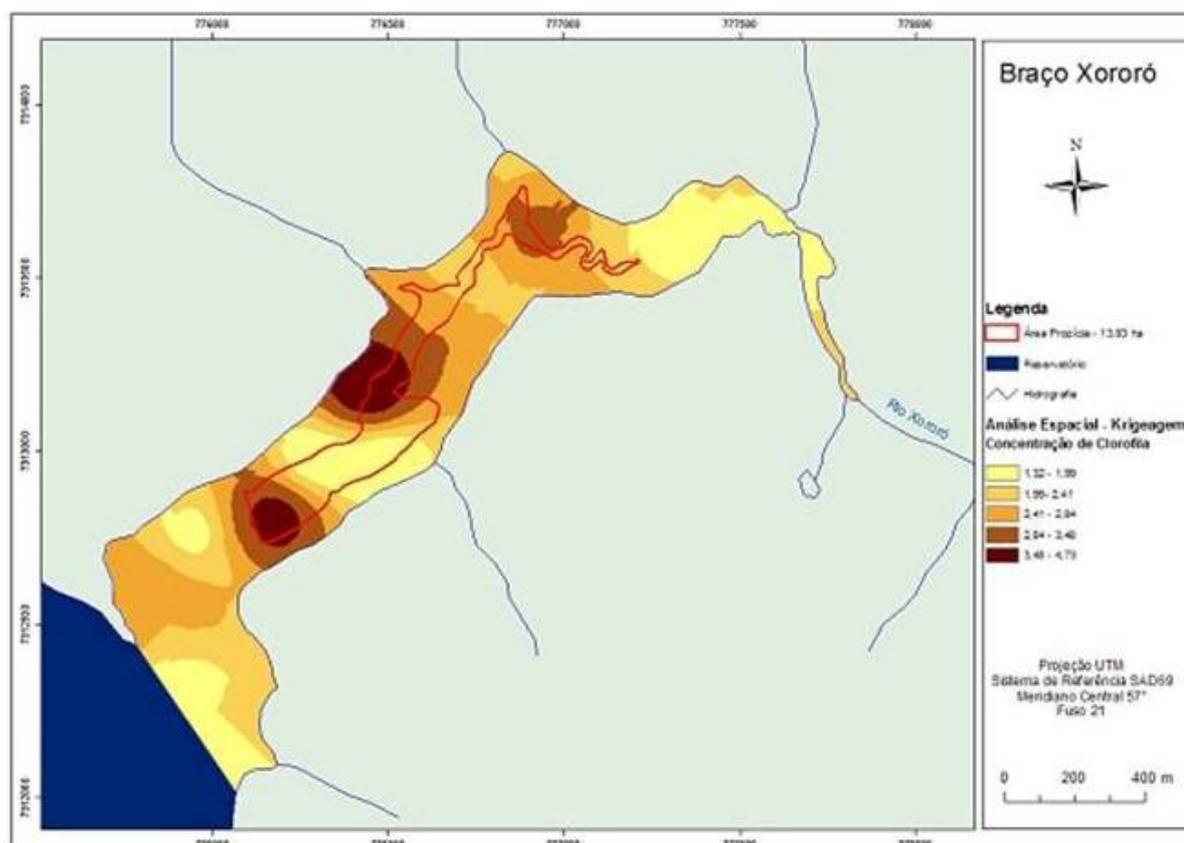
Fonte: Itaipu Binacional, 2012

2.2 Variação espacial

A qualidade das águas varia em função de uma enormidade de fatores, tais como uso e ocupação do solo da bacia de drenagem e existência de indústrias com lançamento de efluentes diversificados. Nesse sentido, verifica-se a importância da análise do perfil espacial para identificarmos os trechos mais críticos, ou seja, é necessário que se faça uma análise completa da bacia para verificação dos locais necessários ao bom monitoramento da qualidade da água.

Quando, em um monitoramento, se verifica grandes variações espaciais em variáveis analisadas, sejam estas físicas, químicas e/ou biológicas, isto pode ser um indicativo de que o curso d'água em questão é sensível a modificações no ambiente de entorno. Por exemplo, em um ponto de monitoramento que esteja próximo a regiões que foram desmatadas para fins agropecuários, podem ser registradas elevadas concentrações de material em suspensão, além de baixas concentrações de oxigênio dissolvido, e até altas concentrações de metais pesados na água e/ou no sedimento. Outro parâmetro que pode ser avaliado espacialmente e pode ter sua concentração relacionada a elevadas concentrações de matéria orgânica e níveis de poluição é a clorofila a. É importante caracterizar a variabilidade da clorofila em diferentes regiões não apenas como uma característica da variação natural, mas como um passo essencial para detectar efeitos antrópicos sobre a dinâmica do fitoplâncton. Além disso, o entendimento da dinâmica relação entre o suprimento de nutrientes e a formação da biomassa fitoplanctônica é importante para prever e evitar eutrofizações, sejam elas marinhas, estuarinas ou continentais. Segue abaixo exemplo hipotético da variação espacial de clorofila a (Figura 3).

Figura 3 - Exemplo hipotético da variação espacial da concentração de clorofila a, em um braço do Reservatório de Itaipu.



Fonte: Itaipu Binacional (revisores, projeto Águas e Conhecimento, 2012).

2.2.1 Critérios para seleção de pontos de amostragem

A escolha dos pontos de amostragem e dos parâmetros a serem analisados é realizada em função do tipo de ecossistema aquático, dos objetivos previamente definidos, do uso de suas águas, da localização de atividades que possam influenciar na sua qualidade e da natureza das cargas poluidoras, tais como despejos industriais, esgotos domésticos, águas de drenagem agrícola ou urbana.

Se o objetivo da análise é pericial e/ou investigativo, por exemplo, e visa avaliar a contribuição de um certo tipo de efluente na qualidade de um corpo d'água, a coleta deve ser realizada em pelo menos três pontos: um ponto à montante (ponto controle, localizado antes do lançamento), um ponto na zona de mistura (confluência do efluente com o corpo receptor) e um ponto à jusante (logo após o lançamento da

fonte poluidora). Caso seja possível, deve-se também selecionar outros pontos no corpo d'água para avaliar a capacidade de diluição. Paralelamente, deve ser feita a coleta de um ponto controle da origem, ou seja, a coleta do próprio efluente que está sendo lançado, e/ou na origem do local suspeito para que seja possível a caracterização e o confronto dos resultados.

Na escolha do local adequado para um programa de amostragem é importante considerar que a qualidade de um corpo d'água varia conforme o local (variação espacial) e o decorrer do tempo (variação temporal). Para garantir a homogeneidade e representatividade dos pontos de amostragem, as ações a serem tomadas devem ser cuidadosamente planejadas, conforme descreve a Figura 4.

Figura 4 - Planejamento para a seleção de locais e posições de monitoramento.



Fonte: CETESB, 2011 (Acesso em 08/01/13).

Para a instalação de estações de monitoramento, devemos considerar dois critérios muito importantes: a representatividade da estação quanto ao uso e ocupação do solo e a acessibilidade, pois o acesso às estações deve ser possível durante todo o ciclo hidrológico. Na escolha das estações de monitoramento,

devemos evitar locais de difícil acesso, propriedades particulares ou locais sujeitos à restrição de acesso por fenômenos sazonais, como enchentes. Vale ressaltar que o plano de amostragem depende dos objetivos do projeto ou do programa de monitoramento, pois cada caso requer uma metodologia específica, tanto de coleta, quanto de ensaios e interpretação de dados.

2.2.2 Metodologia de Alocação de Pontos de Monitoramento de Qualidade de Água, desenvolvida pela ANA para o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA)

Segundo a Agência Nacional de Águas, a locação de pontos de monitoramento de qualidade de água pode ser dividida em duas etapas subsequentes: A macrolocação e a microlocação. A macrolocação envolve a identificação das grandes regiões onde deverá ser implementada a rede de monitoramento, e está diretamente relacionada aos objetivos da rede a ser implantada. Já a microlocação envolve a definição precisa dos locais onde o monitoramento deverá ser realizado.

A partir de uma visão estratégica da qualidade das águas no território nacional e com vistas a promover a cooperação entre os operadores das redes de monitoramento de todo o país, a Agência Nacional de Águas elaborou o projeto da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água (RNMQA). Para elaboração desta rede integrada, foram estabelecidas metas regionalizadas que se referem à densidade mínima de pontos por km², à frequência mínima de amostragem dos parâmetros por ponto de monitoramento, e aos parâmetros mínimos analisados por ponto de monitoramento, em função das características hídricas e de qualidade da água das diferentes regiões do País. No Brasil, em função das diferenças regionais, a metodologia de monitoramento foi dividida em regiões, segundo os critérios mínimos de densidade de pontos por km² (Figura 5).

Figura 5 - Regiões da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água (RNMQA) segundo as metas e a densidade do monitoramento nas regiões hidrográficas.



Fonte: Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. (Acesso em: 10/01/13).

Com relação à frequência de monitoramento, a meta da RNMQA estabelece que, no mínimo, sejam realizadas coletas semestrais na região 1 e trimestrais no restante do País.

Além dos pontos de alocação definidos pela ANA, a fim de facilitar a avaliação das redes de monitoramento de qualidade da água, conta-se com o apoio dos seguintes elementos:

- Pontos de coleta, denominados estações de monitoramento, definidos em função dos objetivos da rede e identificados pelas coordenadas geográficas.
- Conjunto de instrumentos utilizados na determinação de parâmetros em campo e em laboratório.
- Conjunto de equipamentos utilizados na coleta: baldes; amostradores em profundidade (garrafa de Van Dorn); corda; frascos; caixa térmica; veículos; barcos; motores de popa.
- Protocolos para a determinação de parâmetros em campo; para a coleta e preservação das amostras; para análise laboratorial dos parâmetros de qualidade; para identificação das amostras.
- Estrutura logística de envio das amostras: locais para o envio das amostras; disponibilidade de transporte; logística de recebimento e encaminhamento das amostras para laboratório.

3 EXEMPLOS DE REDES EXISTENTES PARA OS DIFERENTES AMBIENTES

As redes de Monitoramento podem ser implantadas de diferentes formas e em diferentes ecossistemas para atender aos mais diferentes objetivos podendo ser redes de monitoramento em empresas de saneamento, hidroelétricas com redes convencionais e/ou automáticas.

As redes de monitoramento que podemos considerar como exemplo é da CETESB (SP) que iniciou-se em 1974 conhecida como a operação da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. As informações obtidas por meio do monitoramento possibilita o conhecimento das condições reinantes nos principais rios e reservatórios situados nas 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs), em que se divide o Estado de São Paulo de acordo com a Lei Estadual n.º 9.034 de 27 de dezembro de 1994.

Já as redes de monitoramento relacionadas à qualidade de água em tempo real (automáticas) são importantes para a tomada de decisões no que se refere aos diferentes usos que fazemos das águas fluviais, uma vez que os sensores e estações automáticas oferecem hoje uma enorme gama de opções de parâmetros que podem ser investigados, tais como: os nitritos, fosfatos, cianetos, cloretos e fluoretos; os hidrocarbonetos e a amônia; o carbono orgânico total (TOC); os parâmetros químicos e físicos como: temperatura, condutividade, turbidez e pH (Reis, 2005).

As redes de monitoramento são divididas para os diferentes ambientes, sendo elas superficiais e subterrâneas. A seguir serão apresentados alguns exemplos no Brasil de redes de águas subterrâneas e superficiais.

Rede de monitoramento de águas subterrâneas: O Brasil não possui uma rede de monitoramento nacional de qualidade das águas subterrâneas. As águas subterrâneas, de acordo com a Constituição Federal de 1988, são de domínio estadual. Nesse sentido, alguns estados realizam o monitoramento da qualidade do recurso hídrico subterrâneo, como é o caso do estado de São Paulo, onde são monitoradas, com frequência semestral, as águas de mais de 170 poços e

nascentes dos diversos aquíferos do Estado, distribuídos nas diversas UGRHIs (Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos). São analisados 40 parâmetros físicos, químicos e biológicos dessas águas, sendo que na Bacia do Alto Tietê - UGRHI 6 e no município de Paulínia também é realizado monitoramento de substâncias tóxicas orgânicas devido a acontecimentos anteriores de contaminação por despejo irregular de efluentes.

Já outro exemplo que podemos citar é do Distrito Federal, em que foi iniciado o monitoramento qualitativo em uma rede com 132 poços distribuídos pelos condomínios horizontais e algumas cidades-satélites de Brasília.

Redes de monitoramento de águas superficiais

Segundo a Agência Nacional de Águas, as redes estaduais analisam um média de 3000 pontos considerando parâmetros de qualidade da água e índice de estado trófico, dependendo da Unidade da Federação conforme figura abaixo (Figura 5).

Monitoramento da Qualidade da Água em Rios e Reservatórios

Figura 5 - Redes de monitoramento da qualidade da água nas Unidades de Federação.

Unidade da Federação	Entidade	Pontos de monitoramento ¹	Pontos com IQA - 2010	Pontos com IET - 2010	Pontos com ICE - 2010	Pontos com análise de tendência do IQA (2001-2010)	Pontos com análise de tendência do IET (2001-2010)
Alagoas	IMA	18	18	18	18	0	0
Bahia	INEMA	294	216	216	0	0	0
Ceará	COGERH	396	43	43	0	0	0
Distrito Federal	ADASA / CAESB	81	46	46	45	0	0
Espírito Santo	IEMA	84	77	77	58	27	36
Goiás	SEMARH	57	55	56	17	4	7
Mato Grosso	SEMA	151	82	82	1	17	18
Mato Grosso do Sul	IMASUL	235	84	84	29	75	76
Minas Gerais	IGAM	531	488	509	411	242	242
Paraíba	SUDEMA	136	68	71	0	0	0
Paraná	IAP / AGUAS PARANÁ	314	213	213	4	103	124
Pernambuco	CPRH	133	38	38	33	2	2
Rio de Janeiro	INEA	120	22	112	38	0	72
Rio Grande do Norte	IGARN	211	94	94	0	0	0
Rio Grande do Sul	FEPAM	187	36	128	36	0	26
São Paulo	CETESB	408	360	360	345	191	217
Tocantins	SANEATINS	55	48	55	0	0	0
TOTAL		3.411	1.988	2.202	1.035	661	820

Fonte: Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012. (Acesso em 10/01/13)

No estado de São Paulo a CETESB lançou, no ano de 2006, os programas de monitoramento de qualidade dos rios e reservatórios, que totalizaram 356 pontos de amostragem, conforme apresentado a seguir:

- Rede Básica - 163 pontos de amostragem de água;

- Monitoramento Regional - 124 pontos de amostragem de água;
- Monitoramento Automático – 13 pontos de amostragem de água;
- Balneabilidade de Reservatórios e Rios – 33 praias e
- Rede de Sedimento – 23 pontos de amostragem.

Como exemplo de rede de monitoramento no Estado de Minas Gerais, em área que compreende as bacias dos rios Verde Grande, Riachão, Jequitaiá e Pacuí, foi instalada, em 2004, uma rede piloto de monitoramento da qualidade da água. A coleta de amostras foi iniciada em 2005.

4 INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS E LAUDOS

As caracterizações físico-químicas e biológicas da água têm como objetivo identificar os elementos presentes e associar os efeitos de suas propriedades às questões ambientais, auxiliando na compreensão dos processos naturais ou ainda em possíveis alterações que possam estar ocorrendo no ambiente.

Quando se fala em interpretação de resultados, é importante ter ciência de que os responsáveis pela programação, bem como os técnicos envolvidos na execução dos trabalhos de coleta, devem estar totalmente familiarizados com os objetivos, metodologias e limitações dos programas de amostragem, pois as observações e dados gerados em campo ajudam a interpretar os resultados analíticos, esclarecendo eventualmente dados não-conformes. Também é muito importante que o pessoal envolvido observe e anote quaisquer fatos ou anormalidades que possam interferir nas características das amostras (ex: cor, odor ou aspecto estranho, presença de algas, óleos, corantes, material sobrenadante, peixes e animais aquáticos mortos), nas determinações laboratoriais e na interpretação dos dados.

Os laudos de análises têm como objetivo verificar o atendimento aos padrões exigidos pelas legislações vigentes. As diversas legislações relacionadas à qualidade da água exigem frequências mínimas de amostragem para algumas finalidades, além de imporem limites máximos ou mínimos para os diversos poluentes ou parâmetros físico-químicos e biológicos. No entanto, este procedimento de comparação entre valores numéricos não é complicado. Para que seja realizado de maneira adequada, deve-se ter o cuidado de verificar as unidades em que foram medidos os diversos parâmetros. Além disso, recomenda-se sempre a consulta à legislação vigente, como a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e a Resolução 357 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente, 1986), além de legislações a nível estadual e/ou municipal que estabeleçam, por exemplo, padrões de lançamento de efluentes líquidos em corpos d'água e padrões de classificação das águas naturais.

Como aprendemos nas unidades anteriores, há diversas formas de avaliação da qualidade da água. Esta pode ser tanto por meio de análises de parâmetros

físico-químicos, quanto por parâmetros biológicos. No caso de comunidades biológicas, como o fitoplâncton, o zooplâncton e o zoobentos, tais comunidades respondem rapidamente às alterações ambientais devido ao curto ciclo de vida de seus organismos, tornando-os indicadores da qualidade da água. Assim, cabe ao responsável interpretar os laudos e os resultados encontrados.

Apesar do elevado potencial bioindicador de algumas comunidades bióticas, a natureza transitória e a distribuição frequentemente agrupada destes organismos muitas vezes tornam necessária a interpretação de seus resultados conjuntamente com outros dados biológicos, físicos e químicos, coletados simultaneamente. Dessa forma, é importante que sempre haja uma boa integração entre quem são os responsáveis pelas coletas e aqueles responsáveis pelas análises e interpretações dos dados, de modo que os resultados sejam fidedignos ao que realmente pode estar ocorrendo nos cursos d'água investigados.

No caso de análises físico-químicas da água, o aspecto mais importante é assegurar que os dados e resultados obtidos tenham a melhor qualidade. Portanto, significa que o responsável pelas análises deve saber diferenciar quando há defeito no equipamento utilizado e quando há erro humano e, além disso, deve estar seguro de que a leitura de amostras em um equipamento é a mais real possível. É importante ressaltar, também, que todos os métodos possuem um limite de detecção.

5 CONCEITOS BÁSICOS DE ESTATÍSTICA APLICADA AO MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA

Estatística é a ciência que tem por objetivo orientar a coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados, e utilização dos mesmos na tomada de decisões. A estatística está dividida em dois segmentos: estatística descritiva e estatística indutiva (ou inferencial).

A estatística descritiva corresponde aos procedimentos relacionados com a coleta, elaboração, tabulação, análise, interpretação e apresentação dos dados. Em outras palavras, inclui as técnicas que dizem respeito à síntese e à descrição de dados numéricos. O objetivo da estatística descritiva é tornar as coisas mais fáceis de entender, relatar e discutir. Já a estatística indutiva ou inferencial parte de um conjunto ou subconjunto de informações (subconjuntos da população ou amostra) e conclui sobre a população. Utiliza técnicas como a teoria das probabilidades, amostragem, dentre outras.

A estatística é uma ótima ferramenta que pode ser utilizada para otimizar as redes de monitoramento, para reduzir os parâmetros monitorados quando estes apresentam correlação, ou ainda para verificar se os dados se assemelham ou diferem-se estatisticamente ao longo do tempo ou espacialmente. Ela serve para facilitar a interpretação dos dados, uma vez que pode apresentá-los de maneira mais sintética, por meio de valores, gráficos e diagramas. Assim, a estatística possibilita aos envolvidos de alguma maneira no processo de monitoramento uma maior compreensão dos resultados e conseqüentemente sua melhor interpretação.

Os dados estatísticos podem ser apresentados de diversas maneiras. As mais utilizadas são a apresentação na forma de gráficos, histogramas e diagramas. Todos os envolvidos em sistemas de monitoramento de qualidade de água devem ter um conhecimento básico sobre alguns termos estatísticos e suas aplicações. Nesse sentido, seguem abaixo alguns conceitos básicos de estatística que podem ser aplicados no dia a dia do monitoramento da qualidade da água:

- População Estatística ou Universo Estatístico: coleção de todos os elementos cujas características (comuns) desejamos conhecer.

- Amostra: subconjunto finito da população cujas características serão medidas. A amostra será usada para descobrir características da população. Como toda a análise estatística será inferida a partir das características obtidas da amostra, é importante que a amostra seja representativa da população, isto é, que as características de uma parte (amostra) sejam em geral as mesmas que do todo (população).

- Classificação das variáveis:

Qualitativa: quando seus valores são expressos por atributos (características), de forma não numérica. Exemplo: largura do curso d' água (largo ou estreito), porção do curso d'água (alto, médio ou baixo curso).

Quantitativa: quando seus valores são expressos por números. Exemplo: oxigênio dissolvido, turbidez, temperatura da água, pH, abundância de zooplâncton, riqueza de espécies de fitoplâncton, densidade de coliformes totais.

- Média: é considerada uma medida de tendência central e é muito utilizada no cotidiano. Surge do resultado da divisão do somatório dos números dados pela quantidade de números somados. Por exemplo, podemos tirar a média de um conjunto de valores de oxigênio dissolvido, ao longo do dia, ou sua média mensal.

- Mediana: valor que ocupa a posição central da distribuição. Isto é, divide a amostra em duas partes iguais. Por exemplo, em um conjunto de valores de turbidez da água, medidos ao longo de um semestre, a mediana corresponderá àquele valor que ocupa posição central na distribuição total do conjunto de dados.

- Moda: observação que ocorre com maior frequência em uma amostra. Por exemplo, em um conjunto de dados de pH para determinado ponto amostrado, a moda será aquele valor que apareceu com maior frequência durante as medições no curso d'água.

- Desvio padrão: o desvio padrão é a medida mais comum da dispersão estatística. O desvio-padrão define-se como a raiz quadrada da variância. É definido desta forma de maneira a dar-nos uma medida da dispersão. O desvio padrão é uma medida que está relacionada ao quanto determinado valor está mais ou menos distante da média. Por exemplo, um ponto de um curso d'água é monitorado regularmente, e tem-se conhecimento de que o desvio padrão dos dados é baixo, ou

seja, a dispersão do conjunto de dados dos parâmetros avaliados é pequena, uma vez que pelas análises estatísticas os dados sempre ficam concentrados em torno da média. No entanto, a partir de análises estatísticas de rotina, foi verificado durante o monitoramento que, em dois dias consecutivos, parâmetros como pH, turbidez e oxigênio dissolvido apresentaram um grande desvio padrão, com dados muito afastados da média. De posse destes resultados, pode-se tecer diversas interpretações, como por exemplo, de que estas alterações podem estar relacionadas ao lançamento inadequado de efluentes no corpo d'água, provocando alterações bruscas nos parâmetros.

RESUMO UNIDADE 4

Neste módulo você conheceu um pouco mais sobre as redes de monitoramento de água existentes no Brasil. O monitoramento pode ser definido como um conjunto de informações físicas, químicas e biológicas do ecossistema em estudo para atender a um ou mais objetivos, podendo ser também considerado um sistema contínuo de observações, medições e avaliações com múltipla finalidade.

As redes de monitoramento têm o objetivo de desenvolver ações que permitam o aprimoramento e a ampliação do monitoramento da qualidade das águas, permitindo que suas informações estejam disponíveis para toda a população, de maneira integrada e com dados confiáveis. Em outras palavras, é fundamental o estabelecimento de um programa de monitoramento hídrico quali-quantitativo que forneça subsídios para a avaliação das condições dos mananciais e para a tomada de decisões associada ao gerenciamento dos recursos hídricos.

Para entender melhor o funcionamento das redes de monitoramento, precisamos recordar que, para sua implantação, é estabelecida a locação de pontos de monitoramento de qualidade de água. Esta locação pode ser dividida em duas etapas subsequentes: a macrolocação e a microlocação. A macrolocação envolve a identificação das grandes regiões onde deverá ser implementada a rede de monitoramento, e está diretamente relacionada aos objetivos da rede a ser implantada; já a microlocação envolve a definição precisa do local onde o monitoramento deverá ser realizado.

Na unidade 4 também foi comentada a metodologia de alocação dos pontos de monitoramento

Além disso, vale ressaltar que não podemos falar em redes de monitoramento sem recordar a unidade 1, que aborda diversas legislações relacionadas à qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**. Brasília: ANA, 2012. 264 p.

ANA -AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil e Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Caderno de Recursos Hídricos, 5. Brasília: ANA, 2007.124 p. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA%20DO%20ENQUADRAMENTO.pdf>. Acesso em 03 jan. 2013.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Cadernos de Recursos Hídricos 1. Brasília: ANA, SPR, 2005, 176 p.

CETESB - **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. BRANDÃO, C. J. et al. (Org.). São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2013.

ESTATÍSTICA BÁSICA. Disponível em: <<http://ich.ufpel.edu.br/economia/professores/aadenardin/E1.pdf>>. Acesso em: dez. 2012.

ESTEVES, F. A.; THOMAZ, S. M.; ROLAND, F. **Comparison of the metabolism of two floodplain lakes of the trombetas river (Pará, Brazil) based on a study of diel variation**. Amazoniana, v.13, p.33-46, 1994.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciências, 602p,

1998.

FPTI - Fundação Parque Tecnológico Itaipu. Revisores Projeto Água – Conhecimento para Gestão, 2012.

GREGO, C. K. S. A.; FEITOSA, F. N.; HONORATO DA SILVA, M.; FLORES MONTES, M. J. **Distribuição espacial e sazonal da clorofila a fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista – PE)**. Tropical Oceanography, Recife, v. 32, n. 2, p. 181-199, 2004.

MATO GROSSO, Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA. **Superintendência de Monitoramento de Indicadores Ambientais. Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia – 2007 a 2009**. ARAÚJO, A. A.; FIGUEIREDO, S. B. (Org.). Cuiabá: SEMA/MT; SMIA, 2010. Disponível em: http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_docman&Itemid=82. Acesso em: 03 jan. 2013.

MPSC. Ministério Público de Santa Catarina. **Manual Técnico para Coleta de Amostras de Água**. Florianópolis, 2009. Disponível em: http://portal.mp.sc.gov.br/portal/conteudo/cao/cme/atividades/recursos_hidricos/manual_coleta_%C3%A1gua.pdf. Acesso em 04 jan. 2013.

OLIVEIRA, J. N. P.; LOPES, Í. F.; CARNEIRO, I. A.; GOMES, R. B. **Efeito da sazonalidade na qualidade da água de um ecossistema lacustre urbano de Fortaleza-CE: Lagoa Maria Vieira**. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. Belém, PA, 2009.

PARRON, L. M.; Muniz, D. H. F. H; Pereira, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Documentos 232. 2011. Disponível em: Colombo: Embrapa Florestas, <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/921050/1/Doc232ultimaversao.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2013.

