



FAE - UFMG



FoCo-Cecimig-DMTE-FaE-UFMG
PIBID- Química -UFMG
Coordenadores:
Prof. Eduardo Fleury Mortimer
Profa. Penha Souza Silva

PROJETO ÁGUA EM FOCO: QUALIDADE DE VIDA E CIDADANIA

Aluno: _____



PROJETO ÁGUA EM FOCO: QUALIDADE DE VIDA E CIDADANIA

1. Prezados alunos,

Dentre muitas turmas desta escola, a sua escola foi escolhida para participar do **Projeto Água em FoCo: qualidade de vida e cidadania**, coordenado, nesta escola, por alunos(as) do curso de licenciatura de Química da UFMG, com a ajuda e apoio do(a) seu(sua) professor(a).

O objetivo deste projeto é a investigação de um problema real, relacionado à qualidade da água da Lagoa da Pampulha, a partir dos conhecimentos que vão ser adquiridos em sala de aula. Os conhecimentos adquiridos nas aulas geralmente são utilizados para solucionar problemas hipotéticos, criados pelos professores, ou seja, problemas que não são reais. Este projeto trará um problema real que a população de Belo Horizonte enfrenta no seu dia-a-dia: Como transformar a qualidade da água da Lagoa da Pampulha de modo que ela possa ser usada pela população de Belo Horizonte para pescar e ter contato com a água, como muitas pessoas já fazem atualmente?

Para investigar a qualidade da água da Lagoa da Pampulha, vocês coletarão amostras e analisarão alguns parâmetros que possibilitarão concluir sobre a qualidade da água coletada. Além disso, serão produzidos gráficos e tabelas a partir de dados que foram obtidos junto à COPASA e à Secretaria Municipal de Meio-Ambiente de Belo Horizonte, a quem agradecemos a disponibilidade. Esses dados, juntamente com as informações que vocês irão obter trabalhando em grupo, subsidiarão a discussão do problema, a sua melhor definição e as possíveis ações que poderiam ser adotadas para sua solução.

Inicialmente teremos algumas aulas nas quais aprenderemos a analisar a qualidade da água. Nestas aulas teremos atividades práticas e discussão de procedimentos para coletar e analisar a água. Além disso, aprenderemos sobre alguns parâmetros que são necessários para a análise de água. Em seguida iremos fazer trabalho de campo, ou seja, coletar e analisar a água em alguns pontos da Lagoa da Pampulha. Para a realização deste trabalho, a turma será dividida em grupos e cada grupo ficará responsável por analisar um determinado parâmetro da água. Esta atividade, análise e coleta da água, demanda cooperação, cuidado com segurança na manipulação de reagentes e da amostra de água coletada. Na semana seguinte serão feitas discussões em sala de aula a respeito da relação entre qualidade de água e qualidade de vida. A partir da análise de dados, informações e do trabalho que vocês realizaram, serão discutidas as possíveis soluções para o problema. Também prepararemos ações coletivas visando a sensibilização da população para o problema e para as possíveis soluções que resultariam na melhoria da qualidade da água da lagoa.

Esperamos que gostem de participar deste projeto.



2. Cronograma

Data	Aula	Assunto
	1	Apresentação do projeto e pré-teste
	2	Qualidade de Água e qualidade de vida: discussão da resolução do CONAMA
	3	Discutir e programar a investigação: dividir grupos por tarefa (obtenção de informações). Análise e tratamento de dados históricos. Preparar trabalho para todo período
	4	Parâmetros físico-químicos da água: Oxigênio Dissolvido - Solubilidade
	5	Fatores que influenciam solubilidade dos gases e importância do oxigênio dissolvido para os ambientes
	6	Parâmetros físico-químicos da água: Oxigênio Dissolvido – Procedimento Experimental
	7	Parâmetros físico-químicos da água: Oxigênio Dissolvido – Discussão dos resultados
	8	Parâmetros físico-químicos da água: pH – Equilíbrio ácido base
	9	Parâmetros físico-químicos da água: pH como medida de acidez e basicidade
	10	Parâmetros físico-químicos da água: pH – Procedimento experimental
	11	Parâmetros físico-químicos da água: pH – Influência do pH da água nos ambientes aquáticos
	12	Exercícios
	13	Parâmetros físico-químicos da água: Turbidez
	14	Parâmetros físico-químicos da água: Turbidez – procedimento experimental
	15	Parâmetros físico-químicos da água: metais pesados
	16	Parâmetros físico-químicos da água: Condutividade elétrica
	17	Parâmetros biológicos da água: coliformes
	18	Apresentação dos trabalhos - grupos
	19	Apresentação dos trabalhos - grupos
	20	Procedimentos de amostragem e preparação da saída de campo
	21	Saída ao campo para coleta e análise de dados
	22	Apresentação dos relatórios da coleta
	23	Debate com o poder público
	24	Aplicação do pós-teste
	25	Fechamento do projeto



3. Água: importância e qualidade

A água tem influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento do ser humano. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS) e seus países-membros, “todas as pessoas, em qualquer estágio de desenvolvimento e condições socioeconômicas, têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura”. “Segura”, nesse contexto, refere-se a uma oferta de água que não representa risco significativo à saúde, que é de qualidade suficiente para atender a todas as necessidades domésticas, que está disponível continuamente e que tem um custo acessível. Essas condições podem ser reunidas em cinco palavras-chave: qualidade, quantidade, continuidade, cobertura e custo.

Se o objetivo é melhorar a saúde pública, é vital que todas essas condições sejam consideradas simultaneamente no momento de se definirem e se manterem programas de qualidade e abastecimento de água. Ainda assim a prioridade deve ser, sempre, providenciar e garantir o acesso de toda a população a alguma forma de suprimento de água potável.

Qualquer coleção de águas é um ecossistema, onde vegetais, animais e minerais convivem. Do equilíbrio dessa convivência depende a vida dos seres vivos presentes nessa coleção. Basicamente, animais e vegetais podem se alimentar e se reproduzir, dando sequência à sua história na Natureza. Mesmo em condições bastante adversas, alguns desses seres podem se alimentar e se multiplicar. Grande parte dos seres vivos depende do oxigênio, quer direta, quer indiretamente. Os animais que vivem no meio aquático, em sua maioria, utilizam, para a sua respiração, o oxigênio que está dissolvido nessas águas.

Qualquer ação, antrópica (causada pelo homem) ou não, que diminua a quantidade de oxigênio dissolvido na água, prejudica a “saúde” desses animais e indiretamente a dos vegetais.

Como sabemos, a água tem um imenso leque de uso e um papel fundamental no equilíbrio ecológico. Para falar em “qualidade” de água é preciso definir o destino que se deseja dar à mesma. Sendo assim, podemos analisar alguns parâmetros que inferem sobre a qualidade da água, de acordo com sua aplicação e os valores padrões de referência, que são dados nas diversas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

4. Resumo da Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005

Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I- Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5%.
- II- Águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5% e inferior a 30%.
- III- Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30%.

Classificação	Classe	Usos Preponderantes
Águas Doces	Especial	Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, e a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
	1	Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como: natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
	2	Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como: natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aqüicultura e a atividade de pesca.
	3	Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; a pesca amadora; a recreação de contato secundário; e a dessedentação de animais.
	4	Águas destinadas à navegação; à harmonia paisagística.
Águas salinas	Especial	Águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
	1	Águas destinadas à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à proteção das comunidades aquáticas e à aqüicultura e a atividade de pesca.
	2	Águas destinadas à pesca amadora; e a recreação de contato secundário.
	3	Águas destinadas à navegação; à harmonia paisagística.
Águas salobras	Especial	Águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
	1	Águas destinadas à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à proteção das comunidades aquáticas; à aqüicultura e a atividade de pesca; ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
	2	Águas destinadas à pesca amadora; e a recreação de contato secundário.

Algumas condições a respeito da qualidade de água:

I - Águas Doces:

Classe 1:

- Materiais flutuantes, inclusive, espumas não naturais: virtualmente ausentes
- Óleos e graxas: virtualmente ausentes
- Substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes
- Corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes
- Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes
- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não inferior a 6mg/L O₂
- Turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT)
- pH: 6,0 a 9,0

Classe 2:

Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições da classe 1, à exceção dos seguintes:

- Não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais.
- Turbidez: até 100 UNT
- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não inferior a 5mg/L O₂.
- pH: 6,0 a 9,0.

Classe 3:

- Materiais flutuantes, inclusive, espumas não naturais: virtualmente ausentes
- Óleos e graxas: virtualmente ausentes
- Substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes
- Não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais.
- Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes
- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não inferior a 4mg/L O₂
- Turbidez: até 100 UNT
- pH: 6,0 a 9,0

Classe 4:

- Materiais flutuante, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes
- Odor e aspecto: não objetáveis
- Óleos e graxas: toleram-se iridescências
- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, superior a 2mg/L O₂
- Substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes.
- pH: 6,0 a 9,0

II - Águas salinas:**Classe 1:**

- Materiais flutuantes: virtualmente ausentes
- Óleos e graxas: virtualmente ausentes
- Substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes.
- Corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes
- Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes
- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L de O₂.
- pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

Classe 2:

Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições da classe 1, à exceção do seguinte:

- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L.

Classe 3:

- Materiais flutuantes, inclusive, espumas não naturais: virtualmente ausentes.
- Óleos e graxas: toleram-se iridescência.
- Substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes.
- Corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes.
- Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes.

- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não inferior a 4.mg/L.
- pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

III - Águas Salobras:

Classe1:

- Materiais flutuantes: virtualmente ausentes.
- Óleos e graxas: virtualmente ausentes.
- Substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes.
- Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes.
- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L.
- pH: 6,5 a 8,5.

Classe 2:

Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições da classe 1, à exceção do seguinte:

- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L.

Classe 3:

- Materiais flutuantes: virtualmente ausentes.
- Óleos e graxas: toleram-se iridescência.
- Substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes.
- Substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes.
- Oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não inferior a 3mg/L.
- pH: 5 a 9.

5. Resumo das Resolução CONAMA: nº. 274, de 29/11/2000 e nº. 357, de 7/03/2005

Coliformes e metais pesados

Considerando ser a classificação das águas em doce, salobra e salina essencial à defesa dos seus níveis de qualidade, são avaliados por parâmetros e indicadores específicos os teores de coliformes fecais e metais pesados, de modo a assegurar condições de balneabilidade, priorizando a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático não devendo ser afetado pela deterioração da qualidade das águas.

Coliformes Fecais

Art. 1º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- Coliformes fecais (termotolerantes): bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidade e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica;
- Escherichia coli*: bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae*, caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidade e β -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;
- Enterococos: bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições

adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* é de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais;

§ 1º As águas consideradas próprias (para banho) poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

- a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 *Enterococos* por 100 mililitros;
- b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 *Enterococos* por 100 mililitros;
- c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 *Enterococos* por 100 mililitros.

Metais Pesados

O termo metais pesados é de definição ambígua, mas vem sendo intensamente utilizado na literatura científica como referência a um grupo de elementos amplamente associados à poluição, contaminação e toxicidade. Conceitualmente metais pesados são definidos como elementos que possuem densidade superior a 6 g/cm³ ou raio atômico maior que 20. Essa definição é abrangente e inclui, inclusive, alguns ametais ou semi-metais, como As (arsênio) e Se (selênio).

Entretanto, a definição mais difundida é aquela relacionada com a saúde pública: metais pesados são aqueles que apresentam efeitos adversos à saúde humana, sendo quimicamente (altamente) reativos e bio-acumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los.

Efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição.

Efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causados por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele.

Para detecção destes poluentes, são feitas medidas ecotoxicológicas, realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos; e medidas toxicológicas, realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana.

O monitoramento da água é feito obedecendo alguns parâmetros de qualidade usando substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da mesma.

As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados na Resolução do CONAMA 357, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos ou outros métodos cientificamente reconhecidos. No Art. 10º são encontrados os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento da água, que deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

Condições de qualidade de água doce classe I:

- a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.
- b) materiais flutuantes, inclusive, espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L de O₂;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L de O₂;;
- j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mgPt/L; e
- m) pH: 6,0 a 9,0.

Tabela 5.1 - Classificação das águas doces (Classe tipo I) admitindo um valor de concentração máxima de metais pesados para um padrão de qualidade.

Parâmetros Inorgânicos	Valor Máximo de Concentração mg/L
Alumínio dissolvido	0,1
Arsênio total	0,01
Cádmio total	0,001
Chumbo total	0,01
Cobre dissolvido	0,009
Cromo total	0,05
Mercúrio total	0,0002
Níquel total	0,025

Condições de qualidade de água doce classe II:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencional;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido o limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L de O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L de O₂;

VII - clorofila *a*: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm/L³; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Tabela 5.2 - Classificação das águas doces (Classe tipo II) admitindo um valor de concentração máxima de metais pesados e derivados para um padrão de qualidade.

Padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo.	
Parâmetros Inorgânicos	Valor Máximo de Concentração µg/L
Arsênio total	0,14

Condições de qualidade de água doce classe III.

- a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) materiais flutuantes, inclusive, espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtrações convencionais;
- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm/L;
- i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L de O₂;
- j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L de O₂;
- l) turbidez até 100 UNT;
- m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,
- n) pH: 6,0 a 9,0.

Tabela 5.3 - Classificação das águas doces (Classe tipo III) admitindo um valor de concentração máxima de metais pesados para um padrão de qualidade.

Parâmetros Inorgânicos	Valor Máximo de Concentração mg/L
Alumínio dissolvido	0,2
Arsênio total	0,033
Cádmio total	0,01
Chumbo total	0,033
Cobre dissolvido	0,013
Cromo total	0,05
Mercúrio total	0,002
Níquel total	0,025

Condições de qualidade de água doce classe IV.

- I - materiais flutuantes, inclusive, espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II - odor e aspecto: não objetáveis;
- III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- V - fenóis totais até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;
- VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,
- VII - pH: 6,0 a 9,0.

6. Conhecendo a Lagoa da Pampulha: organizando a obtenção de informações

Nesta aula você vai ter oportunidade de delimitar um pouco mais o problema que estamos investigando relacionado à Lagoa da Pampulha. Para que o problema seja investigado é necessário obter várias informações sobre a lagoa, o que vai demandar consulta a livros, internet, entrevistas com pessoas, etc. A seguir apresentamos alguns roteiros para orientar essa busca de informações. Seu grupo deverá pesquisar um desses roteiros e responder às questões com o maior número de detalhes possíveis. Posteriormente, nas aulas 18 e 19, seu grupo deverá apresentar essas informações para toda a classe, usando cartazes e outros recursos.

6.1. Legislação e o que vem sendo feito para melhorar a qualidade da água da lagoa:

A lista de questões a seguir tem por objetivo orientar a pesquisa quanto à legislação vigente a respeito da Lagoa da Pampulha e quanto as medidas que estão sendo tomadas para o seu tratamento. Para respondê-las, você pode consultar a internet, livros e outras fontes caso ache necessário:

1. A Lagoa da Pampulha é responsabilidade do governo estadual ou municipal?
2. Existe alguma legislação específica para a Lagoa da Pampulha?
3. Caso alguma empresa como a Sadia desejasse lançar os seus rejeitos (efluentes) na Lagoa da Pampulha, ela poderia fazê-lo?
4. Caso alguma empresa esteja desrespeitando a legislação vigente e poluindo a Lagoa da Pampulha, qual é a punição prevista?
5. Que medidas que são tomadas para a melhoria das condições da Lagoa da Pampulha?
6. A Lagoa da Pampulha recebe águas de diversos pequenos rios, por exemplo, o Ressaca. Esses rios recebem tratamento?
7. Existe alguma previsão de quando a Lagoa estará despoluída?

6.2. Utilização da Lagoa

A lista de questões a seguir tem por objetivo orientar o tipo de entrevista a ser feita com as pessoas que frequentam a Lagoa da Pampulha. Obviamente, você precisará ir à Lagoa em um final de semana para realizar as entrevistas.

1. Durante o tempo em que esteve na Lagoa da Pampulha, você observou alguém entrar na Lagoa? Em caso afirmativo, por que essa pessoa entrou? Ela fazia alguma ideia dos riscos de contaminação aos quais estava exposta?
2. Na sua visita à Lagoa, você percebeu alguém pescando? Em caso afirmativo, conte o número de pescadores?
3. Quais os motivos (necessidade ou lazer) que levam essas pessoas a pescar na Lagoa?
4. Os pescadores têm noção do risco de contaminação que os peixes representam?
5. Alguns dos pescadores já tiveram problemas de saúde que possam ser atribuídos à qualidade dos peixes?
6. Quais são os bairros de onde vêm os pescadores? Procure no mapa a localização desses bairros e verifique se estão próximos ou distantes da Lagoa da Pampulha.
7. Qual a principal espécie de peixe pescado na Lagoa da Pampulha?

OBS: Várias questões poderão ser apresentadas de forma estatística. Por exemplo, você perguntou a 25 pescadores qual o bairro em que residem. Dois pescadores responderam que moram no bairro Leblon. Assim, para descobrir qual a porcentagem dos pescadores que moram no bairro Leblon, basta fazer a divisão desse número (2) pelo número de pescadores consultados (25). Multiplicando o resultado por 100, você terá a porcentagem. O resultado será 8%.

6.3. População local

Este trabalho implica a realização de entrevistas com os moradores e as empresas localizadas no entorno da Lagoa da Pampulha. Dessa forma, é fundamental uma visita à Lagoa.

Questões a serem respondidas

1. Qual o sentimento da população local com relação à situação da Lagoa da Pampulha?
2. Entre em contato com associações que cuidam da preservação da Lagoa. Entreviste alguém dessa associação, usando questões deste roteiro e outras que vocês imaginarem. Existe envolvimento da população local com alguma organização de proteção à Lagoa?
3. Pergunte aos moradores se eles contribuem para a poluição da Lagoa da Pampulha. Apresente esses resultados de forma estatística. Para tanto, divida o número de moradores que declararam contribuir para a poluição da Lagoa pelo número total de entrevistados e multiplique por 100. Essa será a porcentagem que contribui para a poluição da Lagoa. O mesmo cálculo deve ser realizado para os que se declararam não poluidores da Lagoa.
4. Segundo a população local, os visitantes contribuem para a poluição da Lagoa?
5. A população local constatou melhorias das condições da Lagoa nos últimos anos?
6. As empresas declaram lançar os seus rejeitos (efluentes) na Lagoa da Pampulha?
7. As empresas adotam alguma medida relativa à poluição da Lagoa da Pampulha?

6.4. Tratamentos bem sucedidos –Rio Tâmis

O rio Tâmis, na Inglaterra, ficou conhecido como o “Grande Fedor” quando, em 1858, as sessões do Parlamento foram suspensas devido ao mau cheiro. A poluição do rio também estava na consciência dos ingleses por causa da morte do príncipe Alberto, marido da rainha Vitória. Alberto morreu de febre tifóide devido à insalubridade das águas do rio.

O Tâmis deixou de ser considerado potável por volta de 1610. Entretanto, o projeto de despoluição só começou a ser esboçado no século XIX. Além do mau cheiro, as epidemias de cólera das décadas de 1850 a 1860 foram fundamentais para que o governo decidisse construir um sistema de captação de esgotos da cidade. Ao todo, foram quase 150 anos de investimentos na despoluição das águas do rio que corta Londres.

O projeto de limpeza do Tâmis começou a ser delineado em 1895. Os primeiros resultados do trabalho apareceriam apenas em 1930. No início, os engenheiros criaram um sistema de captação do esgoto da cidade de Londres que despejava os dejetos quilômetros abaixo de onde o rio cortava a região metropolitana. Entretanto, o crescimento da população fez com que a mancha de poluição subisse novamente o rio e o tornasse poluído na região londrina.

Em 1950, o Tâmis era considerado, outra vez, morto. A nova iniciativa do governo foi a construção das primeiras estações de trabalho de esgoto da cidade. Já na década de 70, os sinais iniciais de que os resultados estavam sendo alcançados apareceram. Prova era o flagrante do reaparecimento do salmão – peixe sensível à poluição e exigente em matéria de água limpa. (Revista Época, 13 dez. 2004).

Usando como fonte de pesquisa a Internet, livros e revistas, responda as questões:

1. Qual o principal fator de poluição do rio Tâmis até os anos 50?
2. Quais medidas foram tomadas para a despoluição do rio Tâmis?
3. Qual foi o capital necessário ao projeto de despoluição do rio?
4. No caso do rio Tâmis, houve mobilização popular pela necessidade de tratamento do rio?
5. Com base na pesquisa realizada para a questão 2, alguma das medidas usadas no rio Tâmis são ou já foram usadas na Lagoa da Pampulha?

6.5. Tratamentos bem sucedidos – Lago Paranoá

O lago Paranoá em Brasília apresenta algumas semelhanças com a lagoa da Pampulha.

Usando como fonte de pesquisa a Internet, livros e revistas, responda as questões abaixo:

1. Quando foi criado o lago Paranoá?
2. Quais problemas ambientais que o lago apresentou ao longo dos anos?
3. Quais foram as medidas do poder público para resolver estes problemas?
4. Qual a situação atual do lago?

6.6. Eutrofização e cianobactérias

A lagoa da Pampulha apresenta diversos problemas ambientais, dentre eles a eutrofização e a proliferação de cianobactérias. **Usando como fonte de pesquisa a Internet, livros e revistas, responda as questões abaixo:**

1. O que é eutrofização?
2. O que causa a eutrofização de uma lagoa?
3. O que são cianobactérias?
4. Quais fatores aumentam a proliferação de cianobactérias na Lagoa da Pampulha? Quais as consequências ambientais?

6.7- Biodiversidade da Lagoa da Pampulha e bioindicadores de qualidade da água

Apesar dos problemas ambientais, existem animais que vivem na Lagoa da Pampulha. **Usando como fonte de pesquisa entrevistas, a Internet, livros e revistas, responda as questões a seguir:**

1. Pesquise as espécies que vivem na lagoa atualmente, quais espécies viviam na lagoa há alguns anos atrás e compare os dados obtidos.
2. O que são bioindicadores de qualidade da água e como eles podem ser utilizados na Lagoa da Pampulha para monitorar sua qualidade?

6.8- Tratamento de esgoto

1. O que é tratamento de esgoto?
2. Pesquise alguns métodos de tratamento de esgoto.
3. Faça uma visita à Estação de Tratamento da Lagoa. Como funciona a Estação? Qual a sua vazão? A população local sofre com o mau cheiro?
4. Quantas e quais estações de tratamento de esgoto existem em Belo Horizonte?

7- Tratando os dados relativos aos parâmetros de qualidade de água da Lagoa da Pampulha

7.1 - Introdução

Na segunda-feira, logo após uma rodada do campeonato brasileiro de futebol, os jornais trazem uma tabela com a pontuação e a quantidade de jogos, vitórias, empates e derrotas de todos os times participantes. Mesmo quem não acompanhou o campeonato desde o início é capaz de ficar por dentro do assunto se prestar atenção nos gráficos e tabelas. Bom, não é?

A importância de se interpretar corretamente tabelas e gráficos é inquestionável. Como foi relatado, os meios de comunicação utilizam dessas ferramentas (tabelas e gráficos) para disponibilizar notícias do dia-a-dia de forma mais clara e rápida. Para compreender esse tipo de informação, temos que dominar essa linguagem, que utiliza números, palavras e recursos gráficos.

A tabela é a melhor forma de organizar os resultados de uma pesquisa estatística. Nessa, a informação é apresentada em linhas e colunas, possibilitando uma primeira análise.

Para se construir uma tabela é necessário seguir os seguintes tópicos:

- Propor um título autoexplicativo para a tabela;
- A tabela deve apresentar linhas e colunas onde serão inseridos os dados;
- Rotular as colunas e incluir as unidades de medida;

- Tente trocar de orientação (linhas por colunas ou vive-versa) e verifique se isso melhora a apresentação dos dados.

Tabela 7.1: Concentração de Óleos e Graxas na Lagoa da Pampulha

Data	Óleos e Graxas (mg/L)
4/09/2002	2,0
12/09/2002	2,2
1/10/2002	2,8
9/10/2002	0,4
5/11/2002	0,4
13/01/2002	0,2
19/11/2002	2,2
23/12/2002	7,4
13/01/2003	0,2

Mas, nem sempre a tabela permite que você visualize o que a pesquisa indica. Nesse caso, a solução é transformar os dados em um gráfico.

Os gráficos demonstram o comportamento de um conjunto de variáveis que se relacionam e podem ser comparadas. Mostraremos dois entre os três tipos mais comuns:

1. Gráficos de barras: são os mais utilizados quando há uma grande quantidade de dados a ser exibidos, e a intenção é comparar dados. Um exemplo é mostrado no gráfico 1, que compara os valores de turbidez das águas da Lagoa da Pampulha em diferentes pontos, ao longo do anos.

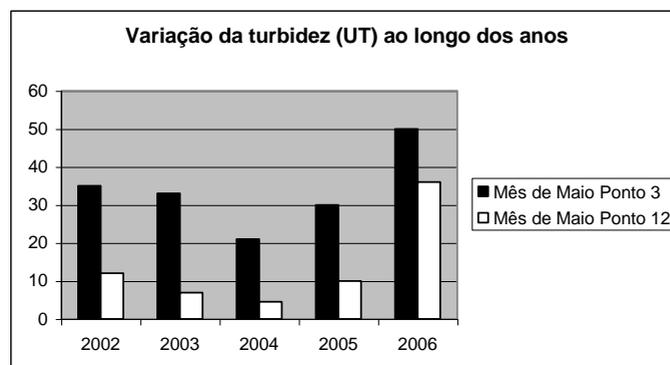
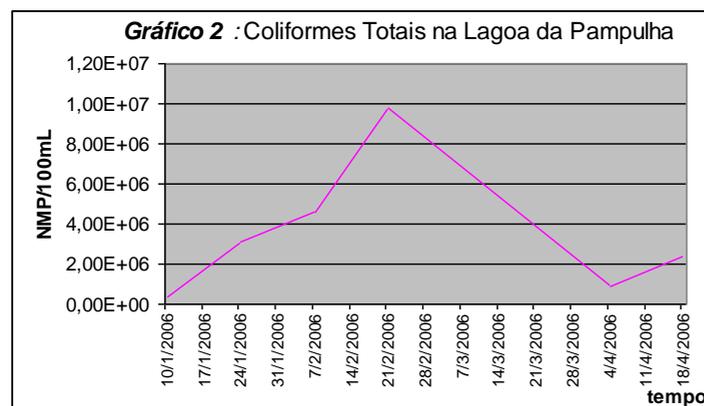


Gráfico 1 – O gráfico compara a turbidez nas águas dos pontos 3 (Ressaca) e 12 (Clube BH) ao longo dos anos.

2. Gráficos de linha: são mais usados quando a intenção é analisar a variação de um dado em determinado período. No gráfico 2, podemos observar a variação da quantidade de coliformes totais ao longo do tempo.

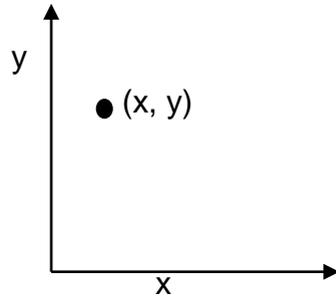
Existem ainda os gráficos de setores (conhecidos como "pizza"): são mais indicados para mostrar poucos



números. Os dados de um gráfico desse tipo são úteis para atribuir valores comparativamente e sempre se referem a um mesmo universo, como, por exemplo, a escolaridade da população de um país ou estado.

Para que gráficos sejam construídos de forma clara e objetiva é necessário respeitar algumas regras simples:

- Proponha um título autoexplicativo;
- O eixo horizontal é chamado de eixo das abscissas (x) e o vertical de eixo das ordenadas (y);



A variável independente deve ser colocada no eixo horizontal(x) e a variável dependente no eixo vertical (y);

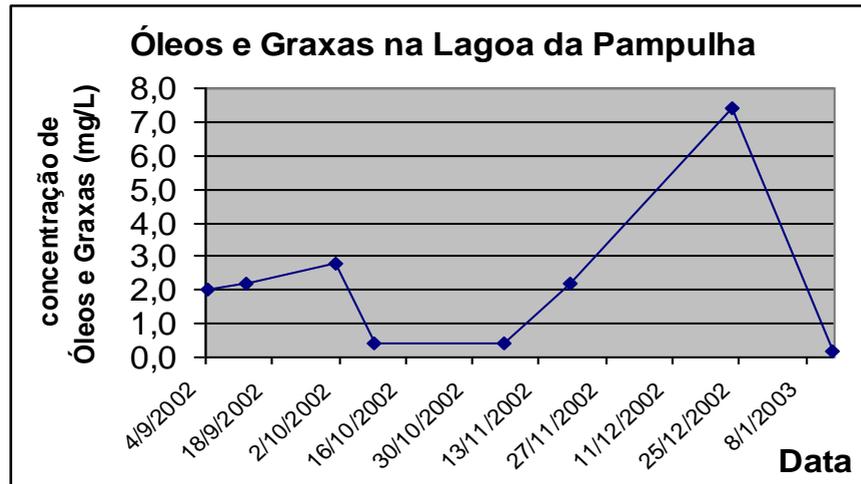
- Rotule os eixos apropriadamente, incluindo unidades de medida;
- As escalas devem crescer da esquerda para a direita, e de baixo para cima;
- As escalas dos eixos x e y não, necessariamente, devem ser iguais;
- Antes de iniciar a construção de um gráfico deve-se verificar a escala a ser usada levando em consideração os valores extremos, ou seja, o maior e o menor valor assumido por ambas as variáveis do gráfico. Divide-se então o espaço disponível, em cada eixo, para que acomode todos os pontos experimentais;
- Se necessário, inclua uma legenda.

7.2 – Exercícios

- 1) A condutividade indica a facilidade de um material para conduzir corrente elétrica e sua unidade é expressa em mS/cm ou μ S/cm. A COPASA utiliza essa medida como parâmetro para análise de águas. Na tabela abaixo se encontram os valores de condutividade em determinado período. A partir dos dados da tabela construa um gráfico de linhas com uma escala que facilite a visualização.

Data	Condutividade (mS/cm)
4/9/2002	255
12/9/2002	280
1/10/2002	290
9/10/2002	310
5/11/2002	245
19/11/2002	180

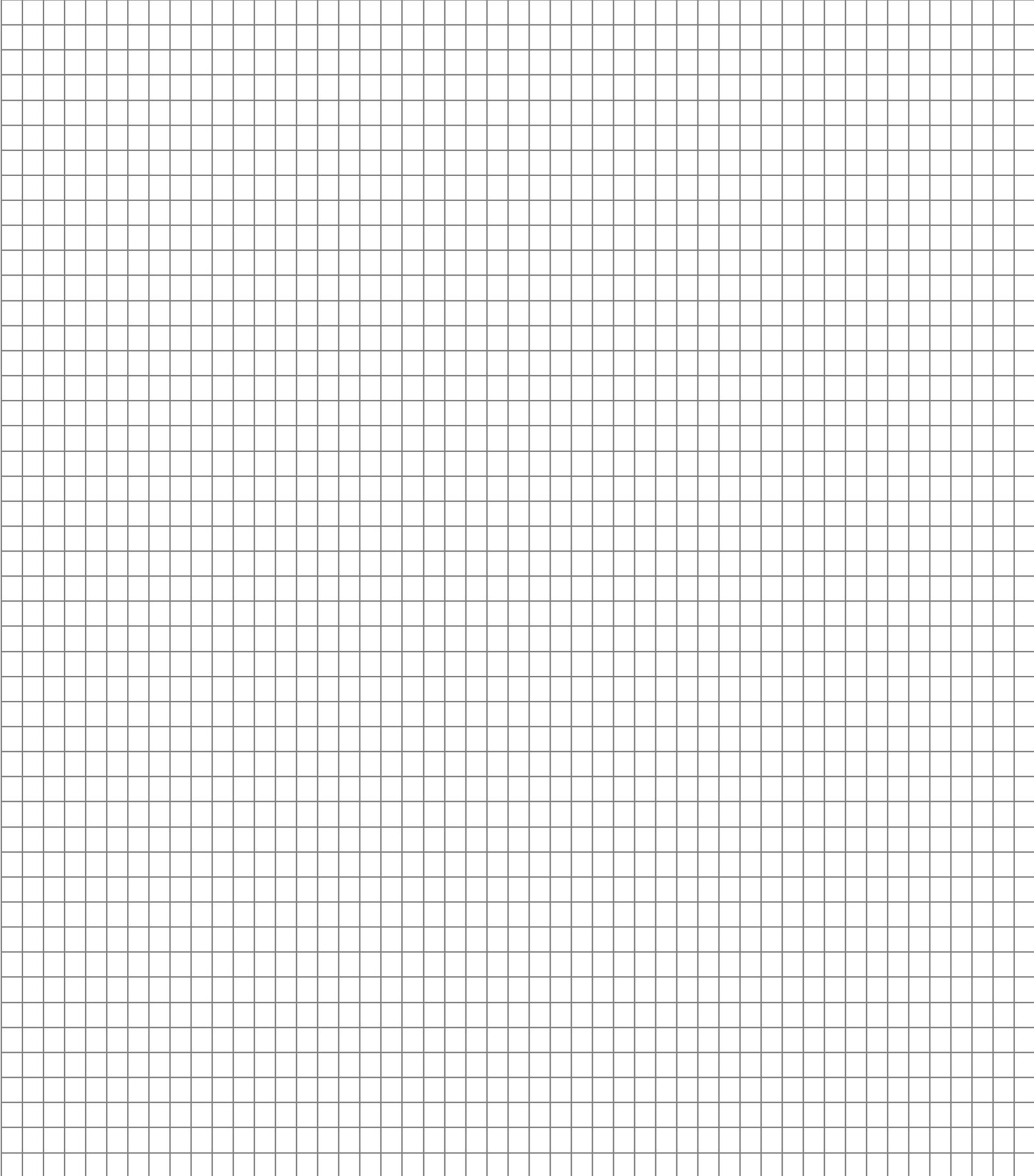
- 2) Por meio da observação e da interpretação do gráfico a seguir, responda as questões propostas:



- a) A concentração de Óleo e Graxa variou de quanto no período entre 4/9/2002 a 21/10/2002?
- b) Em qual data a concentração de Óleos e Graxas foi menor? E a maior?(Dica: Observe a escala)
- c) Em que período não ocorreu variação na concentração de óleos e graxas?

3) Os metais pesados são grandes problemas para o meio ambiente e geram vários transtornos ao homem. De acordo com dados da COPASA, a quantidade de zinco de janeiro a dezembro do ano de 2003 foi, nessa ordem: 0,090 / 0,060 / 0,066 / 0,059 / 0,095 / 0,085 / 0,120 / 0,080 / 0,093 / 0,075 / 0,132 / 0,080 mg/L.

- a) Construa uma tabela com os dados.
- b) Construa um gráfico com os dados (use a folha da página seguinte).



7.3 - Vamos nos organizar para trabalhar os dados

Você vai trabalhar com seu grupo na produção de gráficos e tabelas para organizar os dados de parâmetros de qualidade da água da Lagoa da Pampulha obtidos pela COPASA. Você deve preparar uma apresentação desses dados com a maior quantidade de informações possíveis. Cada grupo vai trabalhar com um conjunto de dados:

- Grupo 1: Oxigênio dissolvido
- Grupo 2: pH e nitrogênio amoniacal
- Grupo 3: Turbidez e fósforo total
- Grupo 4: Condutividade
- Grupo 5: Metais pesados – Mercúrio (Hg); Cádmio (Cd) e Manganês (Mn)
- Grupo 6: Metais pesados – Chumbo (Pb); Arsênio (As) e Ferro (Fe)
- Grupo 7: Coliformes
- Grupo 8: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

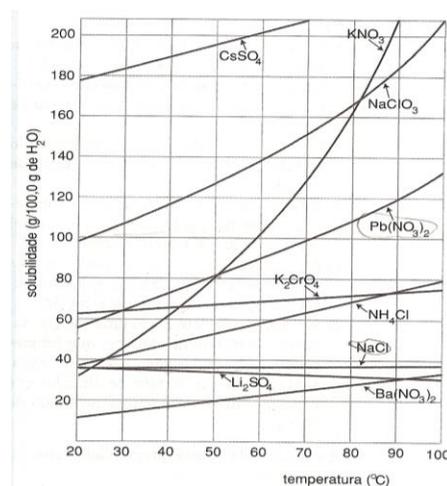
Para enriquecer sua pesquisa, as questões abaixo servirão de auxílio para direcionamento de estudo e todas deverão ser relacionadas ao parâmetro:

- 1 - Representação gráfica da variação do parâmetro a ser pesquisado ao longo dos anos, em um determinado mês, para cada ponto da lagoa (pontos 10, 11 e 12). Fazer um único gráfico contendo 3 curvas.
- 2 - Representação gráfica da variação do parâmetro a ser pesquisado ao longo dos anos, em um determinado mês, para cada ponto córregos afluentes (pontos 3 e 4). Fazer um único gráfico contendo 2 curvas.
- 3 - Representação da variação do parâmetro, durante um ano, em um ponto da lagoa (um para cada integrante do grupo).
- 4 - Interpretar as informações obtidas dos gráficos, discutir os resultados, com o auxílio da resolução do CONAMA e com informações obtidas de outras fontes.

8. Atividade: Solubilidade

Gráfico de solubilidade em água x temperatura para alguns sais

Para responder às questões que se seguem, consulte o gráfico a seguir.



01) Complete o quadro de acordo com os dados do gráfico:

Material	Solubilidade na temperatura indicada (em g/100g de água)			
	20°C	40°C	60°C	80°C
NaCl (Cloreto de sódio)				
Pb(NO ₃) ₂ (nitrato de chumbo)				
KNO ₃ (Nitrato de potássio)				
CsSO ₄ (Sulfato de céσιο)				

02) Com base nas informações do quadro acima e do gráfico de solubilidade X temperatura, responda:

- Em qual dos sais o efeito da temperatura sobre a solubilidade é mais acentuado?
- Em que temperatura a solubilidade do nitrato de chumbo é igual à do nitrato de potássio?
- Em que temperatura a solubilidade do cloreto de sódio é igual à do nitrato de potássio?
- À temperatura de 20°C, qual dos sais relacionados no quadro acima é mais solúvel em água? Qual é menos solúvel?
- À temperatura de 60°C, qual dos sais relacionados no quadro anterior é mais solúvel em água? Qual é menos solúvel?
- Se você for resfriar até 20°C uma solução saturada de nitrato de chumbo, que foi preparada a 80°C, usando 100g de água, qual a massa de nitrato de chumbo que ficará insolúvel e depositará no fundo do béquer?

03) A solubilidade é uma propriedade específica? Explique.

9. Oxigênio Dissolvido

Questões Preliminares

Um dos parâmetros importantes da qualidade da água é o oxigênio dissolvido. Ele é essencial para a vida existente nos cursos d'água.

Para iniciarmos a discussão sobre a importância do oxigênio dissolvido, responda as questões:

- Os peixes respiram oxigênio. De onde vem esse oxigênio? Será que ele vem da molécula de água, que os peixes quebrariam para respirar? Explique.
- A quantidade de oxigênio dissolvido em água interfere na qualidade da água? Justifique.
- Anteriormente discutimos o conceito de solubilidade. Para grande parte das substâncias sólidas, a solubilidade aumenta com o aumento da temperatura. Será que o mesmo é observado quando dissolvemos

um gás em um líquido? Abram uma garrafa de refrigerante gelada e outra na temperatura ambiente. Em qual das duas vocês consideram que há mais gás dissolvido? Justifique.

4. Considerando sua resposta para a questão 3, proponha um modelo de partículas para a dissolução dos gases em líquido que explique o fato observado.

Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido na água é uma variável extremamente importante, haja vista que a maioria dos organismos necessita dessa substância para a respiração.

O oxigênio dissolve-se na água a partir de, basicamente, duas fontes: por meio do contato da superfície da água com o ar atmosférico, que contém 20,8% de oxigênio. Uma maior movimentação da água, como em quedas d' água e corredeiras, aumenta, portanto, a quantidade de oxigênio. Essa, no entanto, não é a principal fonte. A maior parte do oxigênio dissolvido na água é produzido pela fotossíntese de plantas e algas.

A quantidade de oxigênio dissolvido depende da temperatura da água e da pressão atmosférica. Quanto maior a pressão, maior a dissolução desse gás. O quadro a seguir mostra a variação de oxigênio dissolvido em função da altitude e da temperatura.

Temperatura (°C)	Altitude (m)				
	0	250	500	750	1000
0	14,6	14,2	13,8	13,6	12,9
2	13,8	13,4	13	12,6	12,2
4	13,1	12,7	12,3	12	11,6
6	12,5	12,1	11,7	11,4	11
8	11,9	11,5	11,2	10,8	10,5
10	11,3	11	10,7	10,3	10
15	10,2	9,9	9,5	9,3	9
20	9,2	8,9	8,6	8,4	8,1
25	8,4	8,1	7,9	7,6	7,4
30	7,6	7,4	7,2	7	6,7

Teor de saturação do oxigênio dissolvido na água doce para diferentes temperaturas e altitudes.

Fonte: DERÍSIO, J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. São Paulo: Signus. 2000. P.164.

O gráfico a seguir mostra essas variações do oxigênio dissolvido com a altitude para duas temperaturas: 0°C e 25°C.

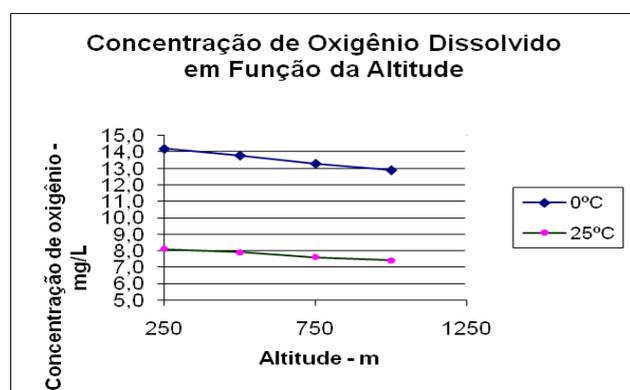
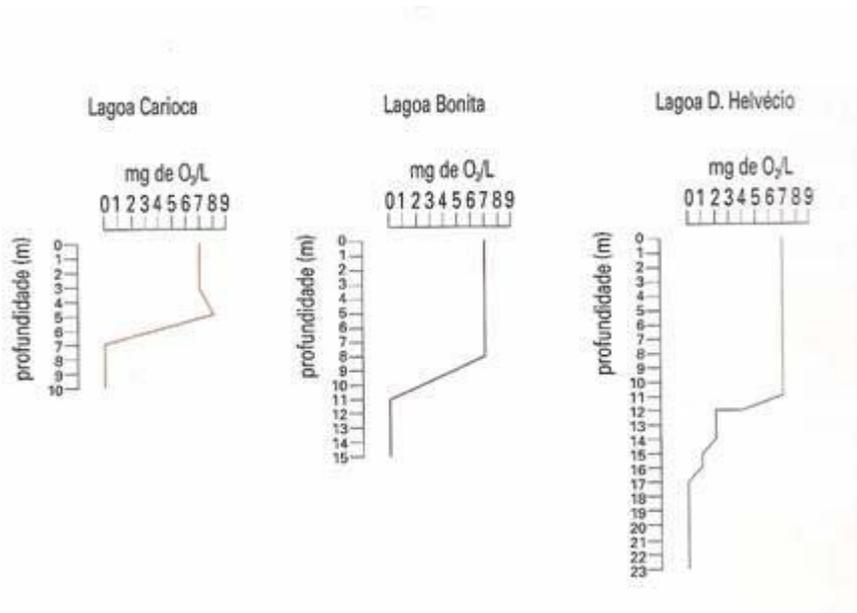


Gráfico: Variações na quantidade de oxigênio dissolvido em diferentes temperaturas e altitudes

Outro fator que vai influenciar na quantidade de oxigênio dissolvido é a profundidade do corpo d'água. A figura a seguir mostra a variação da quantidade de oxigênio dissolvido com a profundidade para três lagoas diferentes.

Note que os perfis de oxigênio dissolvido por profundidade são bastante diferentes, apesar de que, grosso modo, há uma diminuição de oxigênio dissolvido com a profundidade.



Perfil vertical de oxigênio dissolvido nas águas, no verão (janeiro de 1976). Fonte: J. G. Tundisi, Estudos Limnológicos do Sistema de Lagos do Médio Rio Doce, São Carlos, UFSCar.

Vários fatores podem causar a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido na água. Um dos principais é o lançamento de esgoto doméstico nos corpos d'água. O esgoto pode diminuir a quantidade de oxigênio dissolvido na água principalmente por dois fatores:

1) a quantidade de matéria orgânica a ser decomposta, que aumenta com o lançamento de esgotos o que, conseqüentemente, aumenta o consumo de oxigênio;

2) o aumento de micro organismos que utilizam a matéria orgânica disponível no esgoto como nutrientes.

Por todos esses fatores, determinar a quantidade de oxigênio dissolvido em um corpo d'água é fundamental para avaliar a qualidade dessa água.

Questões

1. Considere o gráfico que apresenta as variações na quantidade de oxigênio dissolvido em diferentes temperaturas e altitudes.

- Como a concentração de oxigênio dissolvido varia com o aumento da altitude? Explique por que isso ocorre.
- Como a concentração de oxigênio dissolvido varia com o aumento da temperatura? Explique por que isso ocorre.

2. Ao aquecer água, há escape de bolhas gasosas, mesmo em temperaturas inferiores à de ebulição da água.

- Qual a composição possível dessas bolhas?
- Explique porque elas se formam.

3. Considere a tabela:

Solubilidade do O₂ e do CO₂ em água a várias temperaturas

Temperatura (°C)	O ₂ dissolvido (cm ³ /L)	CO ₂ dissolvido (cm ³ /L)
0	48,9	1713
10	38,0	1194
20	31,0	878
30	26,1	665
40	23,1	530

- a) Explique por que as águas de resfriamento de caldeiras industriais quando circulam ou são despejadas em ambientes aquáticos provocam mortandade de peixes por sufocação.
- b) Que consequências podem ser acarretadas a vegetais que vivem em ambientes aquáticos que recebem águas de refrigeração de caldeiras industriais?

9.1 Roteiro Experimental I – Determinação do Oxigênio Dissolvido

Reagentes utilizados:

- Sulfato de manganês II sólido - MnSO₄,
- Iodeto de potássio sólido – KI
- Hidróxido de sódio sólido – NaOH - Produto corrosivo.
- Solução de Tiosulfato de sódio pentahidratado solução - Na₂S₂O₃.5H₂O
- Ácido sulfúrico concentrado - H₂SO₄ - Produto corrosivo.
- Amostra

Procedimento

- 1) Encha o frasco da amostra com a água a ser analisada evitando a formação de bolhas (mergulhe o frasco no balde com a amostra, tampando-o ainda dentro da água). Ao retirar o frasco do balde, enxugar com papel e observar se existem bolhas. Se existirem, repetir o procedimento até conseguir obter o frasco sem bolhas.
- 2) Prepare uma solução saturada de sulfato de manganês II (MnSO₄) em outro frasco: adicione uma colherinha de sulfato de manganês II em 5 ml de água e mexa com a colher até que a dissolução se complete.
- 3) Retire e descarte 3 mL da amostra de água. Adicione 3 ml da solução preparada anteriormente (com auxílio de uma seringa) na amostra de água a ser analisada, tampe o frasco e agite-o levemente. Tome o cuidado de não deixar que se formem bolhas no frasco, por isso retirar exatamente a quantidade de amostra equivalente ao que vai ser adicionado a cada etapa.
- 4) Abra o frasco e adicione hidróxido de sódio (NaOH) (4 pastilhas) com a colher medidora. **Atenção! Esse procedimento deve ser realizado, exclusivamente, pelo professor.** Em seguida, adicione todo o iodeto de potássio (KI) disponível no saquinho (~0,50g). Tampe o frasco e agite-o bem.
- 5) Deixe a amostra em repouso por alguns minutos até a decantação do material formado.
- 6) Retire e descarte 3 mL da solução contida no frasco da amostra. Adicione 2 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado a fim de dissolver o precipitado. **(Atenção! Esse procedimento deve ser realizado, exclusivamente, pelo professor).**
- 7) Com uma seringa, retire 20 mL da solução do frasco contendo a amostra e transfira para um copo vazio.
- 8) Titule a solução com tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃) (adicione Na₂S₂O₃ gota a gota sobre a amostra) até que a solução mude de cor. A solução de tiosulfato de sódio será preparada pelo professor utilizando 0,11g de tiosulfato diluídos em balão de 100mL .
- 9) Repita as etapas 7 e 8 duas vezes.
- 10) Faça a determinação do oxigênio dissolvido obtendo a média do número de gotas gasto nas 3 titulações e consultando o quadro 9.2.

Atividades

Anotações que devem ser feitas no decorrer do experimento

Quadro 9.1. Observações correspondentes a cada fase do experimento

Procedimento	Observações
Adição da solução de Sulfato de manganês II com posterior agitação	
Adição de iodeto de potássio	
Adição de hidróxido de sódio	
Adição de ácido sulfúrico concentrado	
Adição de gotas de tiosulfato de sódio	

Quadro 9.2: Esquema de interpretação do resultado experimental, relacionando o número de gotas gastas na titulação com a concentração de oxigênio dissolvido

Gotas de solução de tiosulfato gastas na titulação	concentração de oxigênio dissolvido na amostra em mg/L
05	2,9
06	3,5
07	4,1
08	4,7
09	5,3
10	5,9
11	6,5
12	7,1
13	7,7
14	8,2
15	8,8
16	9,4
17	10
18	10,6
19	11,2
20	11,8
21	12,4

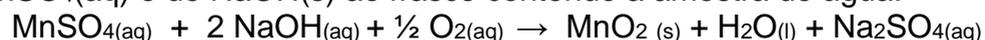
Como representar essas reações?

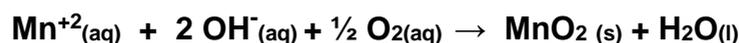
Nessa atividade adaptamos o método Winkler para determinamos a quantidade de oxigênio dissolvido em uma amostra de água. Esse método consiste em fixar o oxigênio que está dissolvido na água usando o sulfato de manganês II ($MnSO_4$), que reage com o oxigênio formando um precipitado castanho. Podemos representar as reações através de equações. Nessas equações podemos representar somente os íons que efetivamente participam da reação. Exemplo:

- $NaOH(s)$ = pastilhas que foram adicionadas à amostra;
- $NaOH(aq)$ = hidróxido de sódio em solução aquosa (intermediário para facilitar o entendimento da equação);
- $Na^+(aq)$ e $OH^-(aq)$ = íons que se encontram em solução.

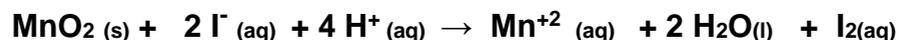
Equações:

1ª etapa: adição do $MnSO_4(aq)$ e de $NaOH(s)$ ao frasco contendo a amostra de água:

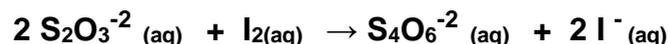




2ª etapa: Adição do KI e do H₂SO₄ ao frasco:



3ª Etapa: Titulação do iodo formado com o Na₂S₂O₃



Equação global:

Questões para discussão

- 1- Considerando a equação I, qual a função do sulfato de manganês II (MnSO₄) na determinação do oxigênio dissolvido? Por que a reação se processa apenas após a adição de NaOH?
- 2- Considerando a equação II, qual a função do iodeto de potássio (KI) na determinação do oxigênio dissolvido? Por que a reação se processa apenas após a adição de ácido sulfúrico (H₂SO₄)?
- 3- Considerando a equação III, qual a função do tiosulfato de sódio na determinação do oxigênio dissolvido?

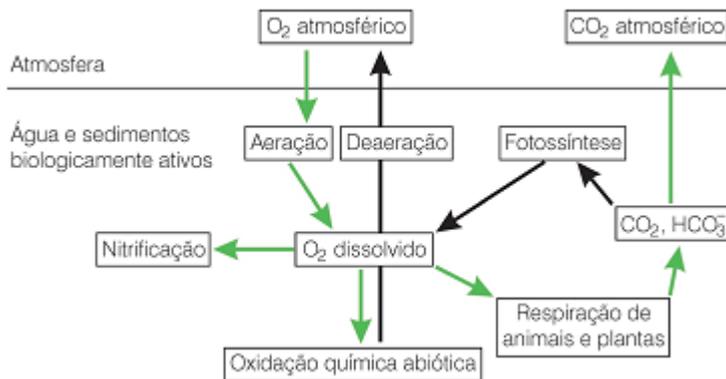
9.2 - Oxigênio dissolvido na água

O oxigênio dissolvido na água é essencial para vários organismos aquáticos. As bactérias aeróbicas necessitam do oxigênio para decompor a matéria orgânica presente nos corpos d'água. A sobrevivência dos peixes depende desse oxigênio, com o oxigênio dissolvido em torno de 4-5 mg/L os peixes mais exigentes morrem; com o oxigênio dissolvido em torno de 2 mg/L todos os peixes estão mortos e com o oxigênio dissolvido igual a zero temos anaerobiose. Nessas condições a decomposição da matéria orgânica contendo enxofre produz, dentre outros compostos, gás sulfídrico (H₂S), que apresenta odor desagradável.

Existem outros fatores que afetam a quantidade de oxigênio presentes nos corpos d'água. Um deles é a fotossíntese realizada pelas algas. Em águas com grande quantidade de algas, ou seja, eutrofizadas, pode haver grande quantidade de oxigênio dissolvido, às vezes superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C. Isso pode ocorrer principalmente em lagos, onde podem ser formadas crostas verdes de algas na superfície.

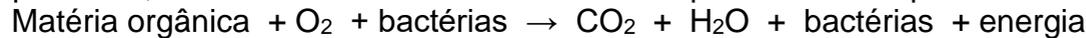
A turbidez está relacionada à possibilidade maior ou menor da luz atravessar a água e pode afetar a quantidade de oxigênio na água. Por exemplo, se a turbidez de uma amostra é alta a luz tem dificuldade de passar através dessa água. As cianobactérias podem aumentar a turbidez das águas, o que diminui a quantidade de luz disponível para a fotossíntese e a quantidade de oxigênio dissolvido. Vamos aprofundar o estudo desta questão mais adiante.

Na figura a seguir temos um resumo dos processos que podem ocorrer com o oxigênio nos sistemas aquáticos.



Balço do oxigênio dissolvido nos sistemas aquáticos os processos acelerados ou aumentados pela descarga de materiais orgânicos são indicados por setas verdes. Fonte: A importância do oxigênio dissolvido nos ecossistemas aquáticos. Química Nova na Escola n° 22

A oxidação da matéria orgânica é o principal fator de consumo de oxigênio, que ocorre através, principalmente, das bactérias aeróbicas. Podemos representar esse processo da seguinte maneira:



Por isso, além da quantidade de oxigênio dissolvido existe outro parâmetro importante a ser medido que é a **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**. A DBO é definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica.

A DBO fornece uma medida indireta do teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água. Quanto maior a DBO mais poluído é o ambiente. Águas muito poluídas apresentam DBO maior que 10 mg/L.

Fonte poluidora	DBO mg/L
Esgoto doméstico	300
Engenho de açúcar	1000
Destilaria de álcool	>7000
Cervejaria	1000-2000
Curtumes	1000-1500
Matadouros e frigoríficos	8000-32000
Laticínios	500-2000

Valores típicos de DBO₅ de alguns efluentes industriais e domésticos sem tratamento. Fonte : a importância do oxigênio dissolvido nos ecossistemas aquáticos. Química Nova na Escola n° 22

Questões

O rio Tietê, na cidade de São Paulo, apresentou os seguintes valores para os teores de oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio;

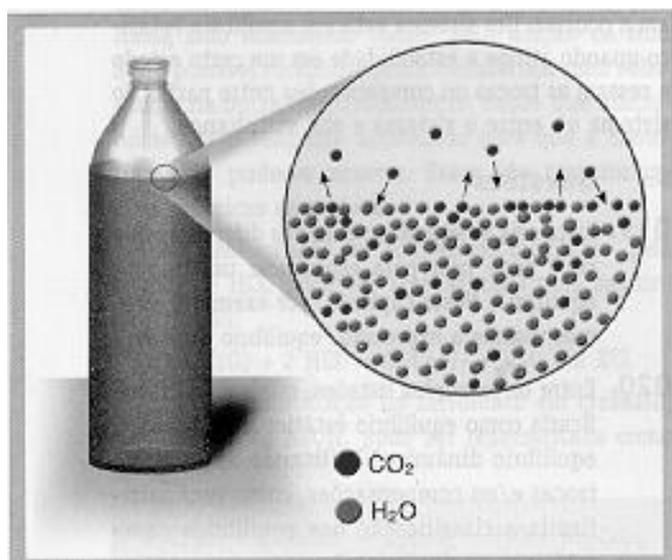
Data	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Demanda bioquímica de oxigênio (mg/L)
29/07/2003	0,87	66
27/07/2004	0,30	50
02/08/2005	0,00	100

- 1) Utilizando os dados do quadro, avalie a possibilidade de existirem peixes nesse curso d'água.
- 2) Consultando a Resolução do CONAMA e utilizando somente os parâmetros oxigênio dissolvido e DBO tente enquadrar este rio em uma das classes do CONAMA.
- 3) Utilizando as informações do texto, discuta as diferenças entre os valores de oxigênio dissolvido e DBO para este rio. É possível avaliar se há lançamento de esgotos neste rio?

10. Reversibilidade e equilíbrio químico

Muitas reações químicas são reversíveis, embora, em muitos casos, essa característica não possa ser observada experimentalmente e temos a impressão de que a reação seja irreversível. Em uma reação reversível, os produtos da reação também reagem entre si, formando os reagentes. Para esses sistemas reversíveis, pode ser aplicada a condição de equilíbrio.

O equilíbrio químico é dinâmico e, portanto, difere de situações de equilíbrios a que estamos acostumados a lidar na vida cotidiana (por exemplo, o equilíbrio entre os pratos de uma balança) que sugerem a ideia de equilíbrio estático, em que o sistema está parado, sem alterações. Por ser dinâmico, o equilíbrio químico se aproxima mais de situações como um malabarista numa corda bamba. Para entendermos melhor esse tipo de equilíbrio, vamos examinar o que acontece com uma garrafa de água mineral com gás, fechada. A garrafa com água mineral é um sistema fechado, pois nada pode entrar na garrafa ou sair dela. Nesse sistema, o gás carbônico está presente em dois estados: como um gás, $\text{CO}_2(\text{g})$, na parte sem líquido, e dissolvido na água, $\text{CO}_2(\text{aq})$. Se medirmos a pressão do $\text{CO}_2(\text{g})$, encontraremos um valor constante. Se medirmos a concentração de $\text{CO}_2(\text{aq})$, também teremos um valor constante. Assim, podemos dizer que o sistema está em equilíbrio. Nenhuma mudança poderá ser observada, ou medida, numa escala macroscópica. Se pudéssemos observar as moléculas individuais, isto é, em nível atômico-molecular, a imagem seria bem diferente. Nesse nível, teríamos uma passagem constante de partículas de CO_2 da solução para o gás e do gás para a solução. Teremos, então, moléculas entrando na solução e saindo dela constantemente. Por isso o equilíbrio químico é dinâmico. Esses dois processos ocorrem na mesma velocidade. Podemos representar esse equilíbrio por meio da equação: $\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$



Fonte: Mortimer e Machado, 2003.

Figura 10.1: O modelo representa o $\text{CO}_2(\text{g})$ em equilíbrio com o $\text{CO}_2(\text{aq})$ na garrafa de água mineral.

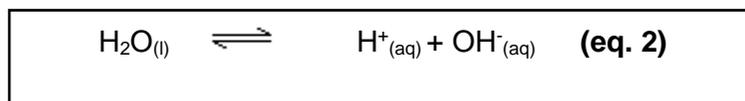
10.1 Ácidos e bases

“O que é uma substância ácida e o que é uma substância básica?”

Vocês já devem ter ouvido falar de pH, xampu neutro, antiácido, etc. O nosso estômago, por exemplo, está em contato com uma secreção muito ácida – o suco gástrico. Vocês poderiam dar outros exemplos de alguns materiais considerados “ácidos” ou “básicos” do seu cotidiano? Por que vocês acham que tais materiais são “ácidos” ou “básicos”?

Na linguagem cotidiana, dizemos que a laranja é ácida porque sentimos a sensação de azedo. Na química, caracterizamos um ácido ou uma base de maneira diferente. Uma substância só é considerada ácida ou básica em função das possíveis interações com outras substâncias. Isso quer dizer que a definição de ácidos e bases é uma definição relacional. Vamos entender isso melhor?

Para entendermos melhor ácidos e bases, iremos discutir o comportamento da água pura. No estado líquido, uma pequena fração de moléculas de água pode se dissociar produzindo $H^+_{(aq)}$ e $OH^-_{(aq)}$. Essas espécies podem interagir e formar água novamente. O equilíbrio iônico da água pode ser representado por:



No caso da água pura, a concentração de H^+ é igual à concentração de OH^- . Sendo assim, ela é considerada neutra. A partir dessa discussão, podemos chegar a uma definição de ácido e base que leva em consideração o comportamento de uma dada solução frente à água. Essa definição foi proposta por Arrhenius. Segundo sua teoria, ácido é toda substância que produz H^+ e base é aquela que produz OH^- , ambos em meio aquoso. Caso sejam gotejadas algumas gotas de ácido (H^+) na água, ocorre uma perturbação no equilíbrio de ionização da água.

Para o caso em que são adicionadas gotas de ácido (H^+) na água, passaríamos a ter um aumento na concentração de H^+ . Se, ao contrário, fossem introduzidas gotas de base (OH^-) na água, passaríamos a ter um aumento na concentração de OH^- . Ao variar a quantidade de íons H^+ ou OH^- , estamos deslocando o equilíbrio da solução, tornando-a ácida ou básica.

Resumindo:

- Para a água e soluções neutras:
 $[H^+] = [OH^-] \rightarrow$ a solução é neutra
- Ao acrescentarmos gotas de um ácido qualquer, teremos um aumento de íons H^+ , então: $[H^+] > [OH^-]$
 \rightarrow a solução é ácida
- Ao acrescentarmos gotas de uma base qualquer, teremos um aumento de íons OH^- , então: $[H^+] < [OH^-]$
 \rightarrow a solução é básica

11. pH: definição e usos

A medida do grau de acidez ou basicidade, vista no tópico anterior, é denominada pH \rightarrow potencial hidrogeniônico. O pH é, portanto, um modo de expressar a concentração de íons hidrogênio numa solução.

Para a água, a concentração de íons H^+ foi medido experimentalmente como sendo 10^{-7} . A concentração de íons OH^- será também, 10^{-7} .

A expressão matemática que representa o pH é:

$$pH = -\log [H^+]$$

Note que, para a água pura, o pH será 7.

É possível estabelecer uma escala de pH, capaz de expressar a acidez ou basicidade das soluções aquosas. Os valores dessa escala estão relacionados às concentrações de íons H^+ e OH^- , variando de 0 a 14, sendo:

$pH = 7 \rightarrow$ soluções neutras ($[H^+] = [OH^-]$)

$pH > 7 \rightarrow$ soluções básicas ($[H^+] < [OH^-]$)

$pH < 7 \rightarrow$ soluções ácidas ($[H^+] > [OH^-]$)

O valor de pH igual a 7 indica que a solução é neutra. É esse o valor do pH da água pura, que é, portanto, neutra. Valores abaixo de 7 indicam

pH é a sigla para **potencial Hidrogeniônico**.

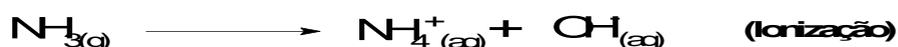
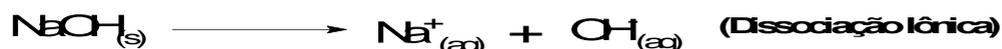
O pH é o log negativo de base 10 da concentração mol/L de íons hidrogênio (H^+) e pode ser calculado a partir da equação:

$$pH: -\log [H^+]$$

soluções ácidas e a acidez aumenta com a diminuição do pH. Valores acima de 7 indicam soluções básicas e a basicidade aumenta com o aumento do pH. O pH é usado para expressar a acidez e basicidade da maioria das soluções e emulsões com as quais lidamos na vida cotidiana, por exemplo a água de rios e oceanos, o sangue, xampus, detergentes, vinagre, etc. No entanto, o pH não é apropriado para expressar a acidez de soluções muito concentradas de ácidos fortes (por exemplo, ácido clorídrico), que teriam valores negativos de pH; e tampouco para expressar a basicidade de soluções de bases fortes concentradas (por exemplo, hidróxido de sódio), que teriam valores de pH acima de 14. A escala de pH é consequência da teoria ácido-base de Arrhenius, e expressa a ideia de que acidez e basicidade não são propriedades inerentes às substâncias, mas expressam o comportamento dessas substâncias frente a um solvente – no caso a água – que é considerado neutro.

Ácido de Arrhenius: espécie que em solução aquosa libera íons $H^+_{(aq)}$.

Base de Arrhenius: espécie que em solução aquosa libera íons $OH^-_{(aq)}$.



À temperatura ambiente, cerca de 1 molécula em cada 10 milhões (10^7) de moléculas de água está ionizada. Isto significa que, em uma típica piscina cheia de água pura, somente algumas colheres de chá de água estariam ionizadas. Note que, como cada molécula de H_2O ionizada resulta em 1 íon H^+ e 1 íon OH^- , esses dois íons estão em quantidades iguais na água pura.



O termo "neutro" aqui quer dizer exatamente isto: concentrações iguais de íons H^+ e OH^- . Na água pura a concentração de íons H^+ é igual 10^{-7} mol de íons por litro de água e essa é exatamente a concentração dos íons OH^- . O valor de pH, para essa concentração de íons H^+ , é igual a 7. Para entendermos como funciona uma escala que resulta da aplicação da função logarítmica à concentração dos íons H^+ ($pH = -\log [H^+]$), vamos ver o que significa uma variação de pH de 7 para 6. Quando o pH varia de 1 unidade, a concentração de íons H^+ em solução aumentou 10 vezes. Uma variação de pH de um rio qualquer de 6 para 4 indica que a concentração de íons H^+ aumentou 100 vezes! Um aumento enorme de acidez pode ter consequências dramáticas para as formas de vida existentes nesse rio. Portanto, a escala de pH é conveniente porque pequenas variações de pH expressam variações muito grandes na acidez e basicidade das soluções e isso potencializa o uso da escala para uma variedade de sistemas com diferenças muito grandes na concentração de íons H^+ ou OH^- .

12. Influência do pH em ambientes aquáticos

Os organismos possuem uma estreita faixa de tolerância às mudanças de pH. Esse parâmetro, por definir o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução, deve ser considerado, pois os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições próximas à neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres nela presentes. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para a corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo, com isso, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas.

O pH costuma ser alto em regiões com pouca precipitação influenciado pelo mar e em açudes de solo alcalino e costuma ser baixo quando há aumento de ácidos orgânicos dissolvidos na água. Lembre-se que quanto maior a acidez, menor é o pH.

As águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9, sendo ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesse caso, o pH pode subir muito, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem a fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água.

O pH é influenciado também pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor será o pH, pois para haver a decomposição desses materiais, muitos ácidos são produzidos (como o ácido húmico). As águas conhecidas como pretas (por exemplo, o Rio Negro, no Amazonas) possuem pH muito baixo, devido ao excesso de ácidos em solução. Geralmente um pH muito ácido ou alcalino está associado à presença de despejos industriais.

Outro fator que pode influenciar a qualidade das águas são as construções de hidrelétricas, que ocasionam grandes alterações no meio ambiente, devido à construção de grandes represas e à necessidade de se desviarem os cursos de águas naturais. O alagamento, causado pelas represas, na maioria das vezes, causa a deterioração da mata ciliar que acaba sendo arrastada para a água, diminuindo seu pH natural

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais e de acordo com a legislação federal (Resolução nº 20 do CONAMA, de junho de 1986), os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

Nos ecossistemas formados nos tratamentos biológicos de esgotos, o pH é também uma condição que influi decisivamente no processo. Normalmente, o valor de pH que corresponde à formação de um ecossistema mais diversificado e a um tratamento mais estável é a de neutralidade, tanto em meios aeróbios como nos anaeróbios. Nos reatores anaeróbios, a acidificação do meio é acusada pelo decréscimo do pH do lodo, indicando situação de desequilíbrio.

O decréscimo no valor do pH que a princípio funciona como indicador do desequilíbrio, passa a ser causa se não for corrigido a tempo. É possível que alguns efluentes industriais possam ser tratados biologicamente em seus valores naturais de pH, por exemplo, em torno de 5,0. Nesta condição, o meio talvez não permita uma grande diversificação hidrobiológica, mas pode acontecer que os grupos mais resistentes, algumas bactérias e fungos, principalmente, tornem possível a manutenção de um tratamento eficiente e estável. Mas, em geral, procede-se à neutralização prévia dos efluentes industriais antes de serem submetidos ao tratamento biológico.

Nas estações de tratamento de água, são várias as unidades cujo controle envolve as determinações de pH. A desinfecção pelo cloro é outro processo dependente do pH. A própria distribuição da água final é afetada pelo pH. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,5 e 8,5, de acordo com a Portaria 1469 do Ministério da Saúde. No tratamento físico-químico de efluentes industriais muitos são os exemplos de reações dependentes do pH. Desta forma, o pH é um parâmetro importante no controle dos processos físico-químicos de tratamento de efluentes industriais. Constitui-se também em padrão de emissão de esgotos e de efluentes líquidos industriais.

Observe novamente os intervalos de pH definidos pela Resolução 20 do CONAMA.

Variação de pH de diferentes classes de água

Classe especial	6-9,5
Classe 1	6-9
Classe 2	6-9
Classe 3	6-9
Classe 4	6-9

O que vocês podem dizer sobre:

- o pH da água de classe especial em relação à das demais classes: é maior, menor ou igual?
- a acidez dessa água de classe especial ser maior, menor ou igual à acidez das demais classes?
- a variação na concentração de íons H^+ de uma água de classe especial para a de uma outra classe? O que vocês concluem disso?

13. Porque os peixes não reproduzem em pH baixo?

Já discutimos em aulas anteriores a influência do pH na vida aquática. Quando o pH da água está baixo (alto nível de acidez), os peixes encontram maior dificuldade para se reproduzirem com êxito. Os ovos acabam por eclodir antes do tempo sob o efeito de altos índices de acidez, interrompendo prematuramente o ciclo de reprodução.

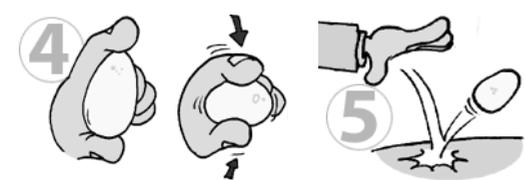
Para ilustrar este fato vamos realizar um experimento bem simples e você irá propor uma explicação para isto baseado no que já aprendemos sobre equilíbrio ácido-base.

Para o experimento serão necessários os seguintes materiais: um pote com tampa, um ovo cru, vinagre e uma colher.

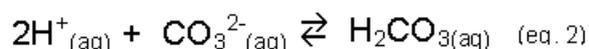
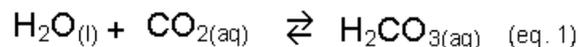
O QUE FAZER

	<ol style="list-style-type: none"> 1- Coloque o vinagre no pote até que o líquido fique mais alto que a altura de um ovo cru. Observe o que acontece e anote suas observações. 2- Em seguida tampe o pote. 3- Espere até a próxima semana para ver o que acontece
--	--

PARA PRÓXIMA AULA

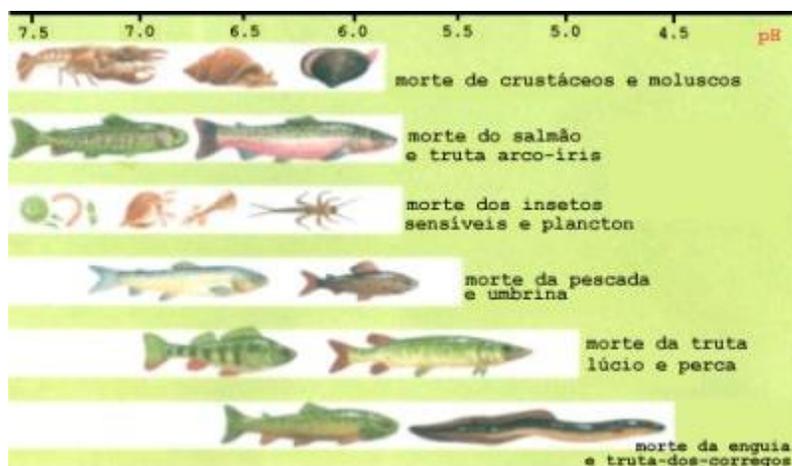
	<ol style="list-style-type: none"> 4- Com o auxílio de uma colher pegue o ovo, veja como ele está, experimente apertá-lo com os dedos. 5- Que tal jogá-lo de uma pequena altura?
---	--

Observe as equações 1 e 2 e responda:



- 1- O que aconteceu com a casca do ovo após uma semana? Como você explica esse fato? (dica: o vinagre é constituído por ácido acético, CH_3COOH , que em solução aquosa se ioniza produzindo H^+). Explique como essa observação o ajuda a entender o fato de os ovos dos peixes eclodirem em pH baixo.
- 2- Sabendo que um dos constituintes do ovo é o carbonato, CO_3^{2-} , e que, em meio ácido temos a presença de H^+ , qual composto foi formado dentro do pote?

Figura 13.1 - pH e sobrevivência de espécies aquáticas



14. Procedimento Experimental: Análise do pH

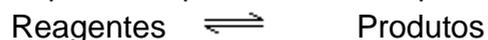
De olho no Repolho: Estudo do funcionamento de um indicador ácido – base

I) Introdução

Para determinação do pH de uma amostra de água, construiremos primeiro uma escala de pH. Para a construção dessa escala, utilizaremos o extrato de repolho roxo como indicador ácido-base. A cor roxa do repolho é devida à presença de substâncias chamadas antocianinas. As antocianinas têm a propriedade de mudar de cor na presença de ácidos ou bases. Dessa forma, o extrato de repolho roxo apresenta diferentes cores em diferentes valores de pH. Sabendo o valor aproximado do pH para cada cor, podemos determinar o pH de uma solução qualquer, adicionando-a ao extrato de repolho roxo e comparando a cor final obtida.

Para uma boa compreensão dessa prática, é importante retomarmos alguns conceitos.

Equilíbrio químico: a ideia de equilíbrio químico aplica-se a sistemas com reações reversíveis. Em uma reação reversível, reagentes e produtos coexistem em um processo dinâmico: os reagentes interagem formando os produtos e os produtos interagem formando os reagentes. É, portanto, um conceito diferente de equilíbrio daquele que usamos, por exemplo, do equilíbrio utilizado para andar de bicicleta.



Quando ocorre uma perturbação no equilíbrio, o sistema reage de forma a minimizar essa perturbação. Ex: Se adicionarmos mais reagentes num sistema em equilíbrio, o sistema favorece a formação de produtos; se adicionarmos produtos, o sistema favorece a formação de reagentes.

pH e a escala de pH: a escala de pH é usada para medir a acidez e a basicidade de soluções. Ela é construída a partir da seguinte operação matemática:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad \text{onde } [\text{H}^+] = \text{concentração de H}^+ \text{ em mol/L.}$$

Na escala de pH, as substâncias que apresentam pH menor que 7 são consideradas ácidas e substâncias que apresentam pH maior que 7 são consideradas básicas. Em geral, a escala de pH é usada para substâncias que apresentam valores de pH entre 0 e 14.



Neste experimento, vamos construir uma escala aproximada de pH, usando o extrato de repolho roxo como indicador. Em seguida, vamos adicionar o extrato de repolho roxo em uma amostra de água, que queremos analisar. A cor da solução obtida será comparada com a escala de pH construída.

II) Parte Experimental

➤ Preparação do Extrato de Repolho Roxo

• Materiais

1. Vasilha Metálica de aproximadamente 1 litro;
2. Ebulidor;
3. 3 folhas de repolho roxo;
4. 600 mL de água filtrada.

• O que fazer

Colocar as folhas de repolho roxo picadas dentro da vasilha com água, aquecendo por 5 minutos. Resfriar o extrato antes de utilizá-lo.

Obs.: É importante que o extrato seja preparado e usado num curto período de tempo, para que não sofra decomposição.

➤ Construindo a Escala de pH

• Preparação das Soluções

1. Solução diluída de ácido clorídrico, HCl

Essa solução é preparada diluindo-se 1,0 mL de ácido clorídrico concentrado em água até completar 100 mL.

2. Solução diluída de hidróxido de sódio, NaOH (I)
Essa solução é preparada dissolvendo uma pastilha de soda cáustica em 100 mL de água.
3. Solução diluída de hidróxido de sódio, NaOH (II)
Essa solução é preparada dissolvendo seis pastilhas de soda cáustica em 100 mL de água.
4. Solução a 2,7% de hidróxido de amônio, NH₄OH
Essa solução é preparada diluindo-se aproximadamente 10 mL de uma solução a 27% de hidróxido de amônio (que é a concentração na qual o reagente é vendido) em água suficiente para completar 100,0 mL.

Materiais utilizados na construção da escala de pH:

- 1 frasco com o extrato de repolho roxo
- 1 suporte para tubos de ensaio
- 1 seringa de 10 mL
- 1 caneta de retro projetor
- Hidróxido de sódio (NaOH)
- Ácido Clorídrico (HCl)
- Hidróxido de amônio (NH₄OH)
- Vinagre Branco
- Álcool Etilico 96°
- 8 tubos de ensaio
- 7 frascos rotulados com os seguintes reagentes: água filtrada, HCl diluído, vinagre branco, álcool 96° GL, solução de amônia 27% e duas soluções de NaOH [(NaOH I) e (NaOH II)]
- 1 seringa de 10 mL, descartável e sem agulha

Para a determinação do pH de uma amostra de água:

- 1 frasco conta-gotas com o extrato de repolho roxo
- 1 seringa de 10 mL, descartável e sem agulha
- 1 tubo de ensaio

Procedimentos:

- 1) Numerar os tubos de ensaio de 1 a 8;
- 2) Adicionar, em cada tubo de ensaio, utilizando uma seringa, 3 mL do extrato de repolho roxo. Anotar a cor observada do extrato no **quadro 2**;
- 3) Adicionar, em cada tubo de ensaio, os outros reagentes indicados no **quadro 1**. Agitar com cuidado, de forma a não entornar a solução que está sendo preparada. Anotar a cor observada no **quadro 2**, para cada solução preparada;
- 4) Rotular, então, os tubos de ensaio com os valores de pH aproximados, de acordo com o **quadro 1**. Fazer um traço por baixo do valor do pH para diferenciá-lo da numeração do tubo.

Quadro 14.1- Preparação da escala padrão de pH

Solução	Preparo	pH
I	100 gotas de HCl diluído + 3 mL de extrato de repolho roxo	1
II	3 mL de água filtrada + 60 gotas de vinagre branco + 3mL de extrato de repolho roxo	3
III	50 gotas de álcool comum + 3 mL de extrato de repolho roxo	5
IV	5 mL de água filtrada + 3 mL de extrato de repolho roxo	6
V	5 mL de água filtrada + 1 gota da solução de hidróxido de amônio a 2,7% + 3 mL de extrato de repolho roxo	9
VI	5 mL de água filtrada + 10 gotas de solução de hidróxido de amônio a 2,7% + 3 mL de extrato de repolho roxo	11
VII	5 mL da solução diluída de NaOH (I)+ 3 mL de extrato de repolho roxo	12
VIII	2,5 mL de água filtrada + 5 mL de solução diluída de NaOH (II) + 3 mL de extrato de repolho roxo.	14

Quadro 14.2- Cores observadas para as diferentes soluções preparadas

Solução	Cor observada
Extrato de repolho roxo	
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	
VII	
VIII	

➤ **Determinação do pH de amostras de água**

Materiais

4 tubos de ensaio
 1 seringa de 10 mL
 1 caneta de retro projetor
 Suporte para tubos

Amostras Analisadas

1. Amostras-problema → amostras I, II e III.

Procedimento

- 1) Medir, utilizando uma seringa, 5 mL da água a ser analisada e transferi-la para um tubo de ensaio limpo e seco;
- 2) adicionar 3 mL do extrato de repolho roxo;
- 3) agitar com cuidado, de forma a não entornar a solução que está sendo preparada;

- 4) observar a coloração obtida e compará-la com a escala de pH construída utilizando-se extrato de repolho roxo;
- 5) determinar, com base nessa comparação, o valor aproximado do pH da água analisada.

Obs: Colocar um papel branco de fundo para melhorar a visualização das cores da escala.

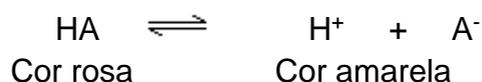
- 6) Repetir as etapas de 1 a 5 para as demais amostras de água.

Determinação do pH das amostras de água.

Amostra	Coloração Observada	pH aproximado
I		
II		
II		

➤ Questões para Discussão

1. O extrato de repolho roxo, como o próprio nome diz, apresenta a cor roxa em água. Porém, ao adicionarmos as substâncias mencionadas na Quadro1, a cor roxa se modifica. Sabendo-se que as diferentes substâncias adicionadas - HCl diluído, vinagre branco, álcool, solução de amônia e NaOH diluído - são **incolors** em solução, por que a escala construída apresenta diferentes cores?
2. Qual é a função do extrato de repolho roxo no experimento realizado?
3. Nas soluções I, II e III foram adicionados ao repolho roxo uma amostra de HCl diluído, vinagre branco e álcool, respectivamente. O que essas substâncias têm em comum em termos de comportamento ácido/básico?
4. Já nas soluções 5, 6, 7 e 8 foram adicionadas ao repolho roxo duas amostras de solução de amônia e 2 amostras de solução de NaOH, respectivamente. O que essas substâncias têm em comum em termos de comportamento ácido/básico?
5. Caracterize os extremos da escala padrão de pH, em termos de comportamento ácido/básico.
6. Um indicador ácido-base existe em duas formas com cores diferentes, uma forma ácida (HA) e uma forma básica (A⁻). Supondo que a forma ácida e a forma básica apresentem as cores rosa e amarela, respectivamente, a equação química do equilíbrio ácido-base do indicador pode ser representada como:



Reconhecendo a presença desse equilíbrio no extrato de repolho roxo, indique qual será a cor predominante do extrato de repolho se:

- a) adicionarmos uma grande quantidade de H⁺. Explique.
- b) adicionarmos uma grande quantidade de OH⁻. Explique.

15. Água: solvente universal

Ao contrário do que normalmente se pensa a água utilizada para consumo humano, isto é, a água potável, não é pura. Devido à sua estrutura molecular dipolar, a água é considerada um solvente universal. Se você prestar atenção num rótulo de água mineral, vai perceber trata-se de uma solução e que uma marca difere fundamentalmente de outra pela sua composição química. A composição das águas reflete os meios por onde elas circulam, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas e com os produtos das atividades humanas adquiridos ao longo de seu trajeto. Como a água dissolve ou arrasta muito do que encontra pelo caminho, é fácil compreendermos que o resultado desse processo é uma mistura. Nas épocas

de chuva, você pode observar que as águas dos rios e lagos ficam mais turvas. Isso resulta da enxurrada que vai dissolvendo e arrastando solo, vegetais, animais e lixo que encontra pelo caminho.

Nas águas naturais, esse poder de dissolver é aumentado pela presença de ácido carbônico, formado pelo gás carbônico dissolvido, e ácidos orgânicos, principalmente húmicos, produzidos pela atividade dos seres vivos no solo.

Nos centros urbanos e áreas industrializadas, por exemplo, a qualidade química dos cursos de água está associada às atividades humanas, tais como: descarga de poluentes líquidos provenientes das indústrias e das casas, vazamentos de depósitos de combustíveis e de chorumes dos depósitos de lixo, etc. Nas zonas rurais, a água pode adquirir uma característica diferente devido às atividades agrícolas e pecuárias e pelo uso de inseticidas, herbicidas, adubos etc.

Já se conhecem bem os efeitos na saúde relacionados com a abundância ou deficiência de algumas substâncias que se encontram dissolvidas nas águas. A deficiência de **iodo** está relacionada ao bócio, ou papo, devido à hipertrofia da tireóide. A contaminação das águas dos garimpos por **mercúrio** leva à má formação do cérebro em fetos, conhecida como anencefalia. O excesso de **flúor** provoca fluorose do esqueleto e dos dentes, enquanto que a deficiência dele é responsável por uma maior incidência de cáries dentárias. Há ainda outras correlações mais controversas que ocorrem, como, por exemplo, entre a dureza da água e algumas moléstias cardiovasculares; entre o **chumbo** e a esclerose múltipla; entre o **cádmio** e a hipertensão e arteriosclerose; entre uma gama de substâncias de diversos tipos de câncer. Não há dúvidas, portanto, quanto ao fato de que todas as águas naturais possuem, em graus distintos, um conjunto de sais dissolvidos. As águas subterrâneas possuem, em geral, teores mais elevados de sais do que as águas superficiais. Assim, quanto mais intimamente exposta aos materiais solúveis presentes no solo e nas rochas, mais rica nesses sais será a água.

Nas regiões em que chove muito, a recarga constante dos aquíferos permite uma maior renovação das águas subterrâneas. Logo, ocorre uma maior diluição dos sais na água. Diferentemente, em climas áridos, a pequena precipitação resulta num fenômeno chamado de salinização. Na superfície do solo, à medida que a água evapora, os sais que subiram com a água até a superfície, por capilaridade, vão se acumulando. Quando vêm as chuvas mais intensas, os sais mais solúveis voltam para os aquíferos subterrâneos, tornando a água salobra. Isso vem acontecendo, por exemplo, no Nordeste Brasileiro.

16. Procedimento experimental: Turbidez

16.1 - Introdução

A turbidez é outro parâmetro de qualidade de água. É a expressão de uma propriedade óptica que provoca a reflexão e absorção de luz. Podemos definir a turbidez como a redução da transparência da água devido à presença de matéria em suspensão. A **transparência** é a capacidade de penetração da luz na água. Do ponto de vista ótico, a transparência é o oposto da turbidez.

As partículas, em suspensão dispersas nas águas têm origem na degradação mecânica ou na transformação química ou biológica dos materiais e possuem conformação e tamanhos diferentes entre si, com tamanho oscilando entre 0,01 a 100 microns. Ela é causada, principalmente, por partículas sólidas naturais de plâncton como bactérias e argila em suspensão ou oriundas de fontes de "*poluição*" que lançam material fino e outros de diâmetro maior que 1,2 micrômetros.

Contudo, não se pode associar diretamente turbidez com a intensidade da sujeira na água, pois vários fatores influenciam na reflexão e absorção de luz, como tamanho, forma e cor das partículas presentes. De maneira geral, a turbidez mede a não propagação da luz na água.

A turbidez é medida em NTU (Nephelometric Turbidity Unit). No tratamento de água, depois da coagulação, floculação e sedimentação, os níveis de turbidez ficam entre 5 e 10 NTU. Depois da filtração, pode-se chegar a níveis menores que 1 NTU.

Consulte a Resolução 20 do CONAMA e veja qual é o padrão aceitável para esse parâmetro.

As águas turvas são ricas em nutrientes que estimulam o crescimento de microorganismos. O metabolismo desses microorganismos pode causar odores e sabores desagradáveis à água. Uma água muito turva apresenta baixa capacidade de penetração da luz e, com isso, a fotossíntese realizada pelas plantas aquáticas fica comprometida. Como consequência, a quantidade de oxigênio dissolvido fica também menor.

Uma das razões para diminuir a turbidez da água potável é que essa turbidez pode estar associada à presença de microorganismos patogênicos como bactérias e vírus. As etapas de tratamento envolvendo a clarificação da água, ou seja, a remoção de sólidos finos em suspensão, são de grande valor. Até chegar às nossas casas, a água deve passar por um tratamento que seja capaz de torná-la própria ao nosso consumo. Entretanto, mesmo depois de passar pelas estações de tratamento, a água não está limpa e livre de ser contaminada no seu trajeto, ou mesmo quando enche nossas caixas de água que nem sempre estão corretamente limpas e tampadas.

É muito comum associar, enganosamente, a turbidez das águas à poluição. Entretanto, a turbidez, por si só, não caracteriza poluição. Uma água turva nem sempre está poluída. É considerada **poluição** qualquer modificação nas características do meio, capaz de tornar esse meio nocivo à saúde, à natureza, à segurança e ao bem-estar, prejudicando o equilíbrio natural e estético.

Deve-se distinguir, também, “poluição” de “contaminação”. A **contaminação** é causada por materiais que, lançados na água, no ar, no solo, etc., os tornam diferentes e nocivos, como um veneno ou um ser patogênico, prejudicando o substrato, ou o entorno, em tal grau que cria riscos reais para a saúde e a vida, em geral.

Uma água, mesmo cristalina, poderá desempenhar um papel de veículo do agente contaminante e não necessariamente do ambiente ecológico alterado. As principais fontes de contaminação dos recursos hídricos são: os esgotos lançados sem qualquer tratamento, a presença de aterros sanitários que afetam os lençóis freáticos, os defensivos agrícolas que escoam com a chuva, os resíduos industriais tóxicos, entre outros. Porém a água mais transparente ou com baixa turbidez pode também conter materiais patogênicos, contaminantes ou tóxicos.

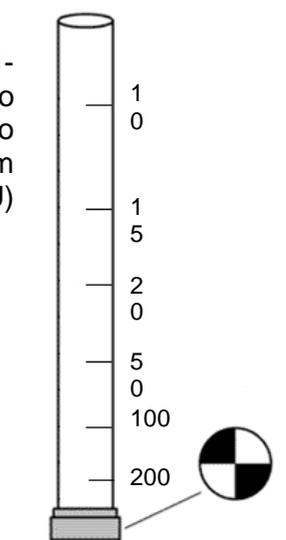
Referência: <http://www.bonito-ms.com.br/site/noticias1.asp?id=24>

Vários aparelhos no mercado medem a turbidez e muitos são construídos com base no padrão nefelométrico. Esse padrão consiste em quantificar a quantidade de luz refletida, quando esta é direcionada formando um ângulo de 90° com as células sensoriais que captam luz.

No entanto, os aparelhos comerciais encarecem muito o custo do estudo ou da pesquisa científica em campo. Para contornar esse problema, pode-se utilizar uma maneira eficiente, prática e de baixo custo, visando quantificar a turbidez da água em locais iluminados pela luz solar. Isso é conseguido através da construção de um tubo turbidímetro, como mostrado na Figura 16.1.

O tubo turbidímetro adapta satisfatoriamente ao método nefelométrico, visto que a luz solar incide a 90° com a lateral do tubo e os olhos do usuário funcionam como sensores que ficam localizados na extremidade aberta do tubo. A quantificação é dada por uma escala calibrada no próprio tubo. A utilização do tubo turbidímetro é bastante simples, para isso basta estar em um ambiente iluminado com luz natural.

Figura 16.1-
Representação
esquemática do tubo
turbidímetro graduado em
unidades de turbidez (NTU)



Deve-se encher o tubo com a água a ser analisada, colocá-lo em posição vertical e retirar a mínima quantidade de água até que se consiga distinguir as cores preto e branco marcadas no fundo do tubo. Assim que esse procedimento for realizado, compara-se o nível da água com as marcações do tubo, determinando-se, assim, a faixa de turbidez da amostra.

16.2 - Como construir o tubo turbidímetro

Materiais

3 garrafas de água mineral pequenas e vazias (aproximadamente 500 mL);
1 vidro de esmalte branco;
1 vidro de esmalte preto;
estilete;
régua.

Procedimento de Construção

O turbidímetro é feito utilizando-se as três garrafas de mesmo tamanho e forma. A primeira garrafa deve ser cortada na segunda metade superior, aproximadamente 11 cm da base. Descarte a parte de cima e reserve a de baixo.

Da segunda garrafa você vai cortar o fundo. Em seguida, você vai retirar a parte superior cortando-a, aproximadamente, a 12 cm da base. Repare que um lado fica mais largo e o outro fica mais fino.

Encaixe a segunda garrafa na primeira utilizando o lado mais fino. Tome cuidado para não amassar a garrafa.

Da terceira garrafa você também vai cortar o fundo. Em seguida, corte a parte superior. O corte pode ser feito perto do gargalo da garrafa, aproximadamente, a 15 cm da base.

Encaixe a terceira parte na segunda. Repare que o encaixe precisa ficar bem feito. Teste o seu turbidímetro colocando água, para se certificar de que ele não está vazando. Nesse modelo não é preciso passar cola ou fita adesiva.



Com os esmaltes você vai pintar o fundo do modelo conforme a figura:

Gradação do turbidímetro

- Gradue o tubo a partir de sua base, conforme mostra a Tabela

Para essa marcação de escala, utilizou-se um modelo baseado em informações do Environmental Resources Center, UW-Madison.

Tabela 16.1- Gradação do tubo em unidades de turbidez

Linha	Distância a partir da base (cm)	Unidades de Turbidez (NTU)
1	7,3	200
2	11,4	100
3	19,1	50
4	31,1	20
5	43,2	15
6	53,7	10

16.3 - Procedimento experimental

Materiais

4 béqueres de mesma capacidade
Água da torneira
Água filtrada
Frasco contendo solução 1

Frasco contendo a solução 2
Etiquetas adesivas
Bastão de vidro ou colher para misturar

Procedimentos e análises

Sistemas	Características	Adequação para beber	Justificativa
Béquer 1	Água sem filtrar		
Béquer 2	Água filtrada		
Béquer 3	Solução 1		
Béquer 4	Solução 2		

Questões

- 1) A água dos béqueres 1, 2, 3 e 4 pode ser ingerida? Justifique.
- 2) A água que chega na torneira da sua casa passou por algum sistema de tratamento?
- 3) Se houve um tratamento anterior, por que tem que ser filtrada? Explique.
- 4) Analisando o conteúdo dos 4 béqueres, o que você pode dizer: trata-se de uma mistura ou de uma substância?
- 5) Você diria que a água de algum desses béqueres está poluída? Qual (is)?
- 6) O que você entende por poluição das águas?
- 7) Que diferença existe entre poluição e contaminação?
- 8) A água de algum desses béqueres está contaminada?
- 9) Por que não podemos visualizar partículas dispersas na água?

16.4 - O que fazer

Utilizando o turbidímetro construído pelo grupo, meça a turbidez das amostras da atividade anterior.

17. Parâmetros físico-químicos da água: Metais pesados

17.1. Definição

A biosfera evoluiu em estreita associação com todos os elementos da tabela periódica e teve um longo tempo para se adaptar a eles. Os metais são liberados das rochas pelo intemperismo e são processados por vários mecanismos, inclusive biológicos. Entretanto, os ciclos biogeoquímicos naturais foram muito perturbados pela mineração, que aumentou muito o nível de circulação de vários metais desde os tempos pré-industriais. Hoje este processo é acelerado pela elevada atividade dos diversos seguimentos industriais que despejam no solo, rios e lagos seus efluentes contaminados por **metais pesados**.

Os metais pesados compreendem os elementos cuja densidade excede $6,0 \text{ g/cm}^3$, diferindo de outros agentes tóxicos por não serem sintetizados nem destruídos pelo homem. Os seres vivos necessitam de pequenas quantidades de alguns desses metais, incluindo cobalto, cobre, manganês, molibdênio, vanádio, estrôncio e zinco, para a realização de funções vitais no organismo. Porém, níveis excessivos desses elementos podem ser extremamente tóxicos. Outros metais pesados, como mercúrio, chumbo e cádmio, não possuem nenhuma função nos organismos e sua acumulação pode provocar graves doenças, sobretudo nos mamíferos. Quando lançados como resíduos industriais, na água, no solo ou no ar, esses elementos podem ser absorvidos pelos vegetais e animais das proximidades, provocando graves intoxicações ao longo da cadeia alimentar.

Todas as formas de vida são afetadas pela presença de metais pesados, umas mais e outras menos, dependendo da dose e da forma química. Assim, a maior preocupação com estes elementos está relacionada à bioacumulação pela flora e fauna aquáticas que acaba por atingir o homem, produzindo efeitos subletais e letais, decorrentes de disfunções metabólicas.

Os metais pesados surgem nas águas devido aos lançamentos de efluentes industriais contaminados tais como os gerados em indústrias extrativistas de metais, tintas, pigmentos e, especialmente, no processo de galvanoplastia, que se espalha em grande número nas periferias das grandes cidades. Além destas formas de contaminação, podem ainda estar presentes em efluentes de indústrias químicas, como as de formulação de compostos orgânicos e inorgânicos, indústrias de couros, peles e produtos similares, indústrias do ferro e do aço, lavanderias e indústria de petróleo.

Importância dos estudos de controle de qualidade das águas

Os metais pesados constituem contaminantes químicos nas águas, podendo inviabilizar os sistemas públicos de água, uma vez que as estações de tratamento convencionais não os removem eficientemente e os tratamentos especiais necessários são muito caros. Os metais pesados constituem-se em padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 1.469 do Ministério da Saúde. Devido aos prejuízos que, na qualidade de tóxicos, podem causar aos ecossistemas aquáticos naturais ou de sistemas de tratamento biológico de esgotos, são também padrões de classificação das águas naturais e de emissão de esgotos, tanto na legislação federal quanto estadual. São definidos limites para as concentrações de metais pesados em efluentes descarregados na rede pública de esgotos seguidos de estação de tratamento de forma diferenciada dos limites impostos para os efluentes lançados diretamente nos corpos receptores, que são mais rígidos.

Os metais pesados atingem o homem através da água, do ar e do sedimento, tendendo a se acumular na biota aquática. Alguns metais são acumulados ao longo da cadeia alimentar, de tal forma que os predadores apresentam as maiores concentrações.

Os metais pesados presentes nos efluentes industriais reduzem a capacidade das águas de lago ou lagoa restaurarem suas características ambientais naturalmente.

Fez-se, então, necessário o estabelecimento de normas para o lançamento de efluentes. Os valores máximos permitidos de metais pesados que possam estar em um determinado efluente foram estabelecidos, em 2005, pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Veja a tabela 5.1 na página 10.

As características gerais dos principais metais pesados

I) Alumínio

O alumínio é abundante nas rochas e minerais. Nas águas naturais doces e marinhas, entretanto, não se encontram concentrações elevadas deste elemento, devido a sua baixa solubilidade. Nas águas de abastecimento e residuárias aparece como resultado do processo de coagulação em que se emprega sulfato de alumínio. O total de alumínio presente no organismo adulto é da ordem de 50 a 150 mg. A principal via de exposição humana não ocupacional ao alumínio é pela ingestão de alimentos e água. Há considerável evidência que o alumínio é neurotóxico. Existem estudos que o associam à ocorrência do mal de Alzheimer, sendo que atualmente seu valor máximo permissível é de 0,2 mg/L de água segundo a Portaria 1.469 do Ministério da Saúde.

O alumínio é produzido e consumido em grandes quantidades em muitas nações, sendo o Brasil um grande produtor, em torno de 762.000 t/ano. Na água, a concentração de alumínio é influenciada pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. A solubilidade é baixa em pH entre 5,5 e 6,0. O alumínio deve apresentar maiores concentrações em profundidade, onde o pH é menor. O aumento da concentração de alumínio está associado ao período de chuvas e, portanto, à alta turbidez.

II) Arsênio

Traços deste elemento são encontrados em águas naturais e em fontes termais. É usado como inseticida, herbicida, fungicida, na indústria da preservação da madeira e em atividades relacionadas à

mineração e ao uso industrial de certos tipos de vidros, tintas e corantes. Apresenta efeito bio-acumulativo, sendo carcinogênico. O padrão de potabilidade é 0,01 mg/L, estabelecido pela Portaria 1.469 do Ministério da Saúde.

III) Cádmio

O cádmio aparece nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais relacionados à produção de pigmentos, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes e acessórios fotográficos. Apresenta efeito agudo, sendo que uma única dose de 9,0 gramas pode levar à morte. Concentra-se nos rins, fígado, pâncreas e tireóide. O padrão de potabilidade é fixado pela Portaria 1.469 em 0,005 mg/L. O cádmio ocorre na forma inorgânica, pois seus compostos orgânicos são instáveis.

IV) Chumbo

O chumbo está presente no ar, tabaco, bebidas e alimentos. Está presente na água devido às descargas de efluentes industriais como, por exemplo, os efluentes das indústrias de acumuladores (baterias), bem como devido ao uso indevido de tintas, tubulações e acessórios à base de chumbo. Constitui veneno bio-acumulativo, provocando um envenenamento crônico denominado saturnismo, que consiste no efeito sobre o sistema nervoso central com conseqüências bastante sérias. O valor máximo permitido é de 0,01 mg/L pela Portaria 1.469 do Ministério da Saúde.

V) Cobre

O cobre ocorre naturalmente nas águas em concentrações inferiores a 20 mg/L. Quando em concentrações elevadas é prejudicial à saúde, sendo necessária uma concentração de 20 mg/L de cobre ou um teor total de 100 mg/L por dia na água para produzir intoxicação humana com lesão no fígado. No entanto, concentrações de 5 mg/L tornam a água absolutamente impalatável, devido ao gosto produzido. O cobre em pequenas quantidades é até benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue, facilitando a cura de anemias.

VI) Cromo

O cromo é largamente empregado nas indústrias, especialmente, em galvanoplastias, onde a cromação é um dos revestimentos de peças mais comuns. Pode ocorrer como contaminante de águas sujeitas a lançamentos de efluentes de curtumes e de circulação de águas de refrigeração, onde é utilizado para o controle da corrosão. A forma hexavalente é mais tóxica do que a trivalente. Produz efeitos corrosivos no aparelho digestivo e nefrite. O padrão de potabilidade fixado pela Portaria 1.469 é 0,05 mg/L em água.

VII) Mercúrio

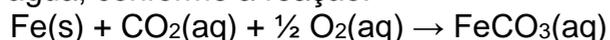
O mercúrio é largamente utilizado no Brasil nos garimpos, no processo de extração do ouro, conhecido como amálgama. É também usado em células eletrolíticas para a produção de cloro e soda e em certos praguicidas ditos mercuriais. Pode ainda ser usado em indústrias de produtos medicinais, desinfetantes e pigmentos. É altamente tóxico ao homem, sendo que doses de 3 a 30 gramas são fatais. Apresenta efeito bio-acumulativo e provoca lesões cerebrais. A forma mais tóxica é na forma de metilmercúrio. O padrão de potabilidade fixado pela Portaria 1.469 do Ministério da Saúde é de 0,001 mg/L. Os efeitos sobre os ecossistemas aquáticos são igualmente sérios, de forma que os padrões de classificação das águas naturais são também bastante restritivos com relação a este parâmetro.

VIII) Níquel

O níquel assim como o cromo é também utilizado em galvanoplastias. Estudos recentes demonstram que é carcinogênico. Não existem muitas referências bibliográficas quanto à toxicidade do níquel; todavia, assim como para outros íons metálicos, é possível mencionar que, em soluções diluídas, estes elementos podem precipitar a secreção da mucosa produzida pelas brânquias dos peixes, que morrem por asfixia. Por outro lado, o níquel complexado (níquelcianeto) é tóxico quando em baixos valores de pH. Concentrações de 1,0 mg/L desse complexo são tóxicas aos organismos de água doce.

IX) Ferro

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água, conforme a reação:



O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente é encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido à ocorrência de processos de erosão das margens. Também é importante considerar a contribuição devida a efluentes industriais, pois muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças antes de seu uso, processo conhecido por decapagem, que normalmente é procedida através da passagem da peça em banho ácido.

O ferro traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição.

No tratamento de águas para abastecimento, deve-se destacar a influência da presença de ferro na etapa de coagulação e floculação. As águas que contêm ferro caracterizam-se por apresentar cor elevada e turbidez baixa. Os flocos formados geralmente são pequenos, ditos "pontuais", com velocidades de sedimentação muito baixa. Em muitas estações de tratamento de água este problema só é resolvido mediante a aplicação de cloro, a chamada pré-cloração. Através da oxidação do ferro pelo cloro, os flocos tornam-se maiores e a estação passa a apresentar um funcionamento aceitável. No entanto, é conceito clássico que, por outro lado, a pré-cloração de águas deve ser evitada, pois em caso da existência de certos compostos orgânicos chamados precursores, o cloro reage com eles formando trihalometanos, associados ao desenvolvimento do câncer.

X) Zinco

A presença de zinco é comum nas águas naturais. O zinco é um elemento essencial para o crescimento, porém, em concentrações acima de 5,0 mg/L, confere sabor à água e certa opalescência. É preciso ressaltar que o zinco em quantidades adequadas é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano, sendo que a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença. A deficiência do zinco nos animais pode conduzir ao atraso no crescimento. Nos EUA, populações consumindo águas com 11 a 27 mg/L não tiveram constatada qualquer anormalidade prejudicial à saúde. Os padrões para águas reservadas ao abastecimento público indicam 5,0 mg/L como o valor máximo permitido.

Em águas superficiais, normalmente as concentrações estão na faixa de 0,001 a 0,10 mg/L. É largamente utilizado na indústria e pode entrar no meio ambiente através de processos naturais e através da produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, produção de ferro e aço, efluentes domésticos. O zinco, por ser um elemento essencial para o ser humano, só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, o que é extremamente raro. Neste caso, pode acumular-se em outros tecidos do organismo humano; isso só ocorre quando as taxas de ingestão diária são elevadas.

Remoção de metais pesados das águas

O processo mais eficiente para a remoção de metais pesados é o que se baseia no fenômeno de troca iônica, empregando-se resinas catiônicas e aniônicas. Este processo permite uma remoção percentual bastante significativa dos metais presentes na água, viabilizando seu uso para finalidades industriais específicas e permitindo também o reuso de efluentes industriais.

No campo do tratamento de efluentes, o processo mais utilizado é o da precipitação química na forma de hidróxidos metálicos. Cada íon metálico tem o seu valor de pH ótimo de precipitação como hidróxido, de forma que, quando se têm misturas de diversos metais, pode ser necessário que se trabalhe em mais de uma faixa de pH. Como normalmente as vazões de efluentes são baixas, os tratamentos são desenvolvidos de forma estática, em regime de batelada, o que facilita o uso de mais de uma faixa de pH. Nos processos contínuos, ter-se-ia que utilizar uma série de sistemas de mistura e decantação.

Um problema importante dos processos à base de precipitação química que deve ser levado em consideração é a produção de quantidades relativamente grandes de lodos contaminados com metais. Estes devem ser encaminhados a sistemas adequados de tratamento ou disposição final, que nem sempre se encontram disponíveis.

18. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica pode ser explicada, geralmente, pela presença de cargas que podem movimentar-se ao longo do material.

Por exemplo, a condutividade elétrica da solução do cloreto de sódio em água deve-se à **mobilidade dos íons** (Na^+ e Cl^-) na solução aquosa. No caso do cristal de cloreto de sódio, os íons não têm essa mobilidade, pois se encontram fixos em posições definidas num **retículo cristalino**. O que mantém esses íons fixos na estrutura do cristal é a ligação iônica.

No caso dos metais, como o cobre, e de algumas substâncias não-metálicas condutoras, como a grafita, a condutividade elétrica não é explicada pela presença de íons móveis, mas pela existência de **elétrons** que promovem a passagem da corrente elétrica. Os elétrons na região mais externa da eletrosfera, não estão fortemente presos aos núcleos, o que possibilita sua mobilidade. Eles são, portanto, as partículas responsáveis pela condutividade elétrica no caso do cobre e da grafita.

A partir de medidas de condutividade elétrica que foram realizadas verifica-se que a água destilada apresenta baixa condutividade porque são poucos os íons aí presentes. Como vimos nos textos sobre pH, a água pura também se dissocia em íons, mas a quantidade desses (1 para cada 10^7 moléculas de água) é muito pequena e a contribuição dos íons H^+ e OH^- para a condutividade elétrica da água destilada é praticamente desprezível. O fato de a água destilada, ainda que muito fracamente, conduzir corrente elétrica é de interesse porque mostra que a água destilada, usada como água “pura” em vários contextos, ainda apresenta íons dissolvidos – os responsáveis, neste caso, pela condução.

A condutividade elétrica, como parâmetro de qualidade de água, está relacionada à presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. Substâncias como os alvejantes (água sanitária) possuem íons, que ao serem lançados no sistema eleva a condutividade. Os íons são levados para o corpo d'água devido às chuvas ou através do despejo de esgotos.

Além da temperatura, **o pH pode ter grande influência** sobre os valores de condutividade elétrica. Especialmente em águas pobres em sais solúveis e de baixos valores do pH, o íon H^+ torna-se o principal responsável pelos valores de condutividade elétrica. Caso semelhante, ocorre também em águas muito alcalinas. Assim em amostras cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas, os valores de condutividade elétrica são devidos apenas à elevada concentração de poucos íons em solução, dentre os quais, os mais frequentes são H^+ e OH^- .

Por meio das chuvas, por exemplo, no Cerrado, os íons livres de alumínio são levados para o sistema, aumentando a condutividade. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc.

18.1 - Atividade- Aprendendo a usar o condutivímetro

Este equipamento mede a condutividade elétrica de soluções aquosas. Pode se utilizar um multímetro como um condutivímetro, posicionando-se a chave do multímetro na escala de miliamperímetro DC. O condutivímetro necessita ainda de um resistor variável (potenciômetro) e de um par de eletrodos.



Figura 1: Multímetro utilizado para medição de corrente elétrica.

Sempre que existirem íons dissolvidos na água, o miliamperímetro indicará a presença de uma corrente elétrica que se estabelecerá no circuito. Quando maior a quantidade de íons, maior será o valor da leitura do miliamperímetro.

Material

Colher

Multímetro

Copo

Água destilada

Água de torneira

Sal de cozinha

Recipiente para o preparo de soluções

Procedimento 1

1. Posicione a chave seletora do multímetro na posição miliamperímetro. Inicialmente escolha a posição 50 mA.
2. Coloque os eletrodos na água destilada e faça a leitura da corrente e anote os valores na tabela 1.
3. Repita o procedimento para a água de torneira.
4. Adicione devagar uma colher de chá de cloreto de sódio (sal comum) à água. Verifique o que acontece com o ponteiro do multímetro durante a adição. Faça a leitura da corrente após adicionar todo o sal.

Resultados

Tabela 1 - Condutividade de diferentes soluções

Solução	Leitura do miliamperímetro
Água destilada	
Água de torneira	
Água com sal	

Procedimento 2

1. Prepare as soluções de sal em água indicadas no tabela 2. Use uma colher pequena e rasa como medida.
2. Introduza os eletrodos do multímetro em cada uma das soluções, anotando a condutividade.

Resultados

Tabela 2 – Condutividade e concentração das soluções

Solução	Quantidade de sal e de água	Leitura do miliamperímetro
1	1 colher em um copo de água	
2	2 colheres em um copo de água	
3	3 colheres em um copo de água	
4	4 colheres em copo de água	

Quando se adiciona o sal (NaCl) ao sistema, a condutividade do sistema aumenta consideravelmente. A água dissolve o sal, liberando os íons Na^+ e Cl^- . São esses íons os responsáveis pela condução de corrente, no caso da solução de sal de cozinha em água. Por meio do procedimento 2 constatamos que a condutividade elétrica de diferentes soluções de sal em água é proporcional à concentração dos íons na solução. Quanto maior a quantidade de sal, maior a condutividade.

Constatamos que a água de torneira conduz melhor a corrente elétrica em comparação com a água destilada porque contém maior número de íons.

19. Roteiro experimental da condutância específica da água da Lagoa da Pampulha

Para analisar a condutância da água em questão é necessário construir um gráfico da Corrente Elétrica em função da Concentração do Padrão KCl (cloreto de potássio), utilizando-se os dados da tabela 3.

Tabela 3: Valores da corrente elétrica em função da concentração dos padrões de KCl

Corrente elétrica (mA)	Concentração (mol/L)
155	1,0
110	0,1
95	0,01

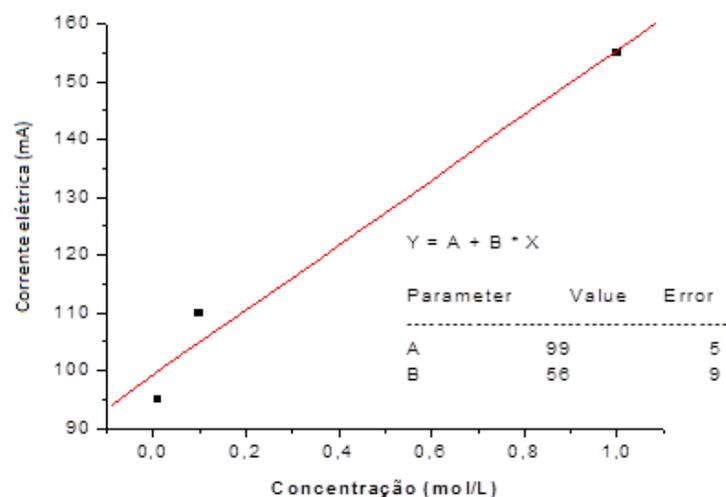


Gráfico 1: Corrente elétrica em função da concentração dos padrões de KCl.

Assim podemos construir outro gráfico, utilizando os dados da condutância específica dos padrões de KCl em função da corrente elétrica dos padrões:

Tabela 4: Valores da Condutância Especifica em função da Corrente Elétrica dos padrões de KCl

Condutância Especifica ($\text{ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$)	Corrente Elétrica (mA)
0,1119	155
0,01289	110
0,001412	95

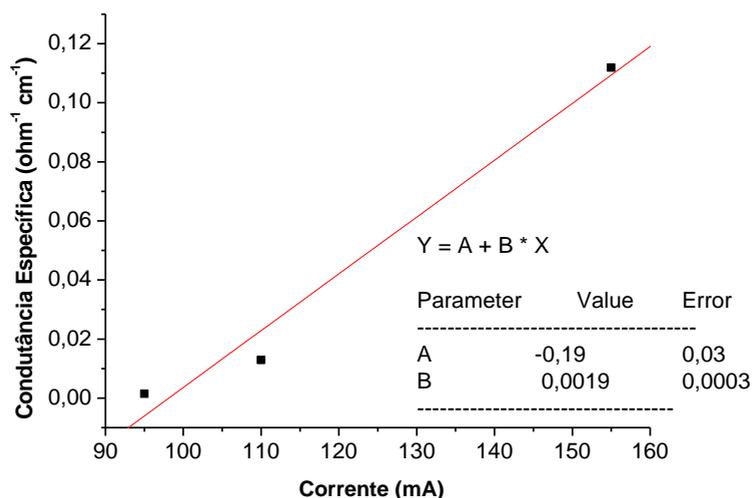


Gráfico 2: Condutância específica em função da corrente elétrica dos padrões de KCl.

O gráfico 2 apresenta os valores de corrente elétrica das soluções padrão em função da condutância específica (dados da Tabela 4). Ao medir a corrente elétrica da água da Lagoa, podemos encontrar o valor da condutância para esta água, por meio do gráfico 2.

20. Parâmetros biológicos da água: Coliformes

ÁGUA, LIXO e ESGOTO estão entre os principais problemas ecológicos encontrados em países pobres ou em desenvolvimento. Uma das principais causas da mortalidade infantil nestes países é a diarreia, associada à desidratação e à perda de peso, causada pelas infecções intestinais. Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), entre 1991 e 1996, aproximadamente 6 milhões de crianças morreram por doenças veiculadas por recursos hídricos, ou seja, transmitidas a partir de águas contaminadas.

A quantidade de matéria orgânica presente nos cursos d'água depende de uma série de fatores. Os microorganismos responsáveis pela decomposição orgânica, os decompositores, são extremamente importantes para a natureza e o equilíbrio ecológico. Eles desempenham funções relevantes para a qualidade da água como agentes transformadores na redução a seus componentes químicos essenciais – gás carbônico, sais de nitrogênio e de fósforo, que são devolvidos ao meio ambiente e reutilizados pelos vegetais, completando assim, o ciclo de vida (processos biogeoquímicos). Porém, quando grande quantidade de matéria orgânica sofre decomposição em “espaços limitados”, principalmente, em ambientes aquáticos, que são pobres em oxigênio, o consumo desta substância no processo de decomposição leva à sua redução no meio aquático.

A redução da concentração de oxigênio no ambiente aquático causa a morte não só de peixes, mas de todos os outros seres que habitam o ecossistema. Isto provoca a extinção de vida aeróbica, permanecendo apenas os microorganismos de respiração facultativa, sobrevivendo os seres anaeróbicos. Estes continuam o processo de decomposição, só que por meio de fermentação. Na fermentação há formação de gás metano (CH₄), além de vários subprodutos que se caracterizam pelo forte cheiro, como por exemplo, o gás sulfídrico (H₂S).

As bactérias são importantes microorganismos presentes na água. Os vários tipos de bactérias, algas e peixes que habitam um recurso hídrico exercem um papel fundamental na autodepuração, ou seja, limpeza do rio. Porém quando um rio recebe uma carga muito grande de esgoto (não tratado) aparecem outros microorganismos como as bactérias patogênicas que são causadoras de doenças. Um grupo importante destes microorganismos são os coliformes fecais, bactérias que vivem no interior do intestino, auxiliando no processo de digestão. As fezes humanas contêm um número grande dessas bactérias: cerca de 200 bilhões de coliformes são eliminados por cada pessoa aproximadamente todos os dias.

Com o aumento da exposição humana a esgotos domésticos e efluentes contaminados, coloca-se a saúde em risco pela possibilidade de contato ou ingestão de água com organismos infecciosos como bactérias, vírus, protozoários e helmintos.

Entre as principais infecções citamos as diarreias causadas por bactérias, como o *Vibrio cholerae*, (Cólera), ou protozoários, como a *Giardia lamblia*, (Giardiase). Estes organismos encontram-se na água sendo sua ingestão fator importante para a instalação da doença.

A qualidade de uma água de abastecimento é avaliada usando organismos indicadores. A probabilidade de existência das doenças na água passadas a ela por fezes dos indivíduos doentes faz-se por contagem de microorganismos não patogênicos, produzidos em grande número no intestino, sendo uma referência, ao invés de uma contagem verdadeira de agentes patogênicos, mais difíceis de identificar.

Os organismos usados como referência pertencem a um grupo de bactérias chamados Coliformes divididos em três subgrupos: coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais.

Coliformes Totais (CT): Reúne um grande número de bactérias, entre elas a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal e que dificilmente se multiplica fora do trato intestinal. O problema é que outras bactérias dos gêneros Citrobacter, Eiterobacter e Klebsiella, igualmente identificadas pelas técnicas laboratoriais como coliformes totais, podem existir no solo e nos vegetais. Desta forma, não é possível afirmar categoricamente que uma amostra de água com resultado positivo para coliformes totais tenha entrado em contato com fezes.

Coliformes Fecais(CF): Pertencem a esse subgrupo os microorganismos que aparecem exclusivamente no trato intestinal. Em laboratório, a diferença entre coliformes totais e fecais é feita através da temperatura (os coliformes fecais continuam vivos mesmo a 44°C, enquanto os coliformes totais têm crescimento a 35°C). Sua identificação na água permite afirmar que houve presença de matéria fecal, embora não exclusivamente humana.

Streptococos Fecais (EF): Embora sua identificação não seja rotina em laboratórios de análise de água, trata-se de um subgrupo importante, já que dele fazem parte as espécies do gênero Streptococcus spp. que ocorrem apenas no trato intestinal do homem e de animais de sangue quente, como os Coliformes Fecais. Existe uma correlação entre a ocorrência de Coliformes Fecais e Streptococos Fecais. Normalmente empregada em cursos de água, consiste em quantificar o número de microorganismos de cada um dos subgrupos existentes em uma amostra. Se a relação CF/EF resultar maior que 4, diz-se que a amostra apresenta contaminação fecal predominantemente humana. Se essa relação for menor que 1 a contaminação fecal predominante será de animais de sangue quente. Os resultados que se encontrarem entre esses dois valores não permitem inferir nada a respeito da origem da contaminação fecal.

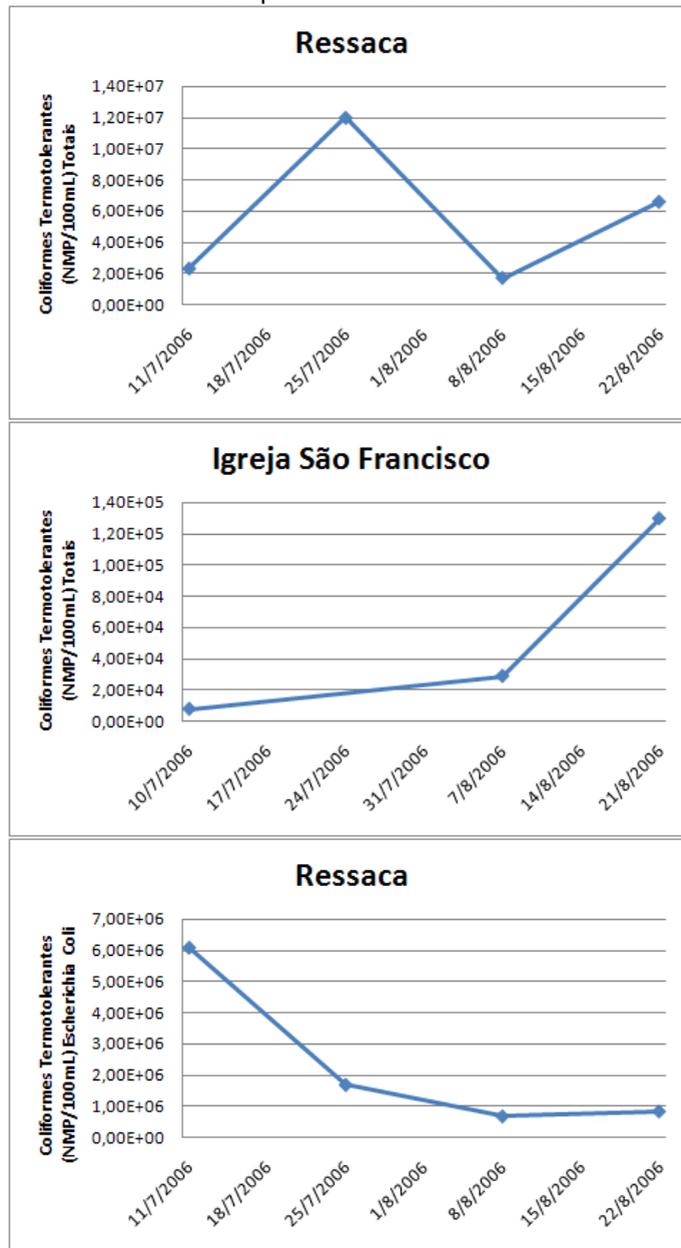
Principais razões do uso de organismos indicadores:

- Aparecem em grande quantidade nas fezes humanas, bilhões produzidos por dia/individuo, com grande probabilidade de serem encontrados na água.
- São encontrados apenas nas fezes de animais de sangue quente ou homeotermos, classe que inclui o homem e todos os mamíferos. Essa característica é importante, pois uma vez identificada a sua presença, pode-se afirmar que a água teve contato com excretas desses animais.
- Do ponto de vista da resistência às condições ambientais (temperatura e outros agentes desinfetantes), são muito semelhantes aos microorganismos patogênicos intestinais. Trata-se de característica importante, pois se fossem mais suscetíveis (sobrevivessem menos tempo que os patogênicos), não poderiam ser identificados, isto é, não seriam indicadores. Se fossem menos suscetíveis (sobrevivessem por mais tempo), poderia aparecer em águas já livres dos patogênicos.
- Sua identificação, do ponto de vista laboratorial, requer técnicas simples e econômicas, ao contrário daquelas necessárias à identificação dos microorganismos patogênicos.

Na tabela 1 encontramos as especificações da resolução CONAMA nº 357 de 2005 para a classificação de águas doces quanto a presença de coliformes.

Os gráficos a seguir mostram os valores do parâmetro coliformes na água da Lagoa da Pampulha

Período de aproximadamente 5 semanas



Sazonalidade:

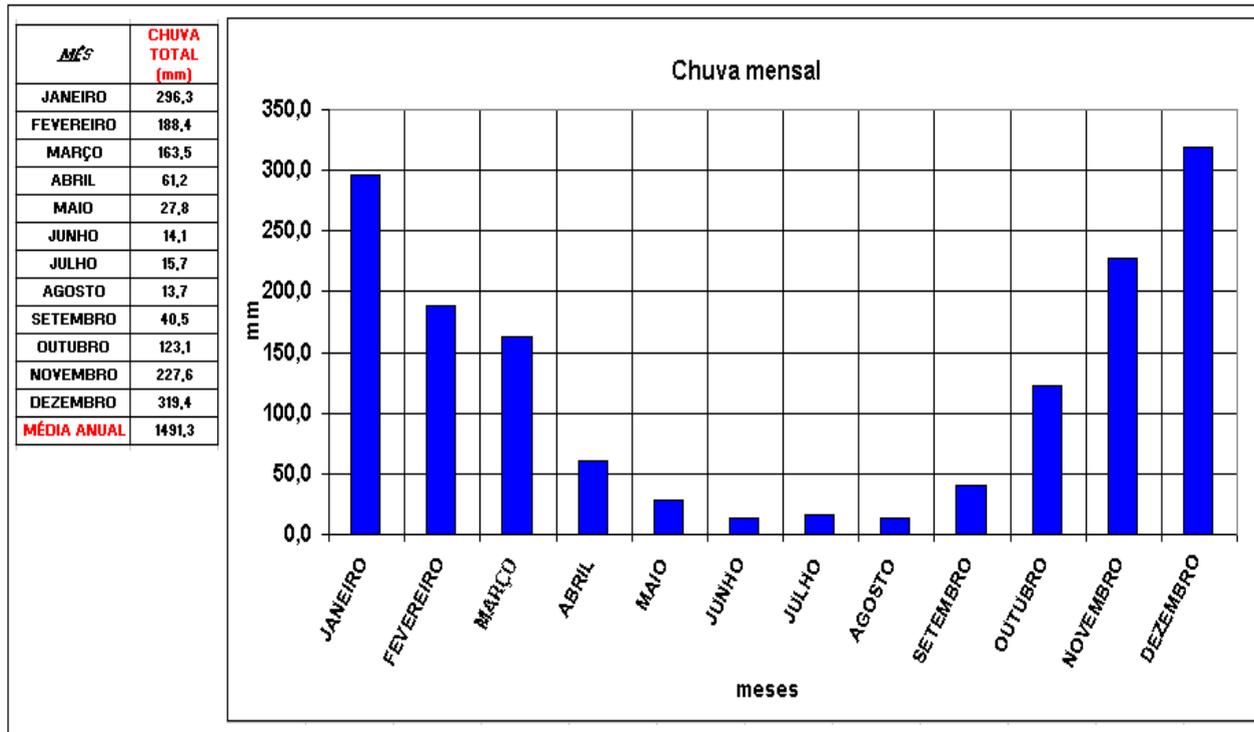
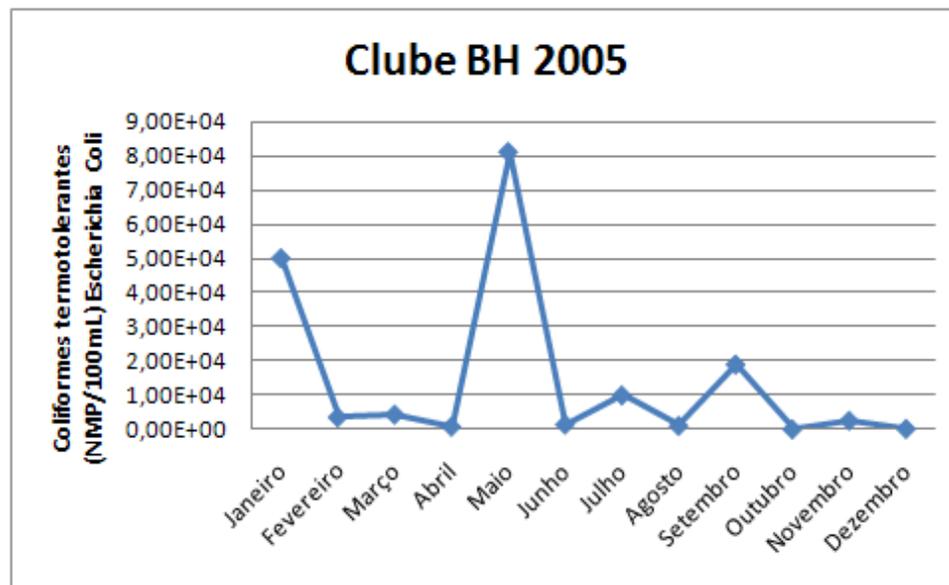
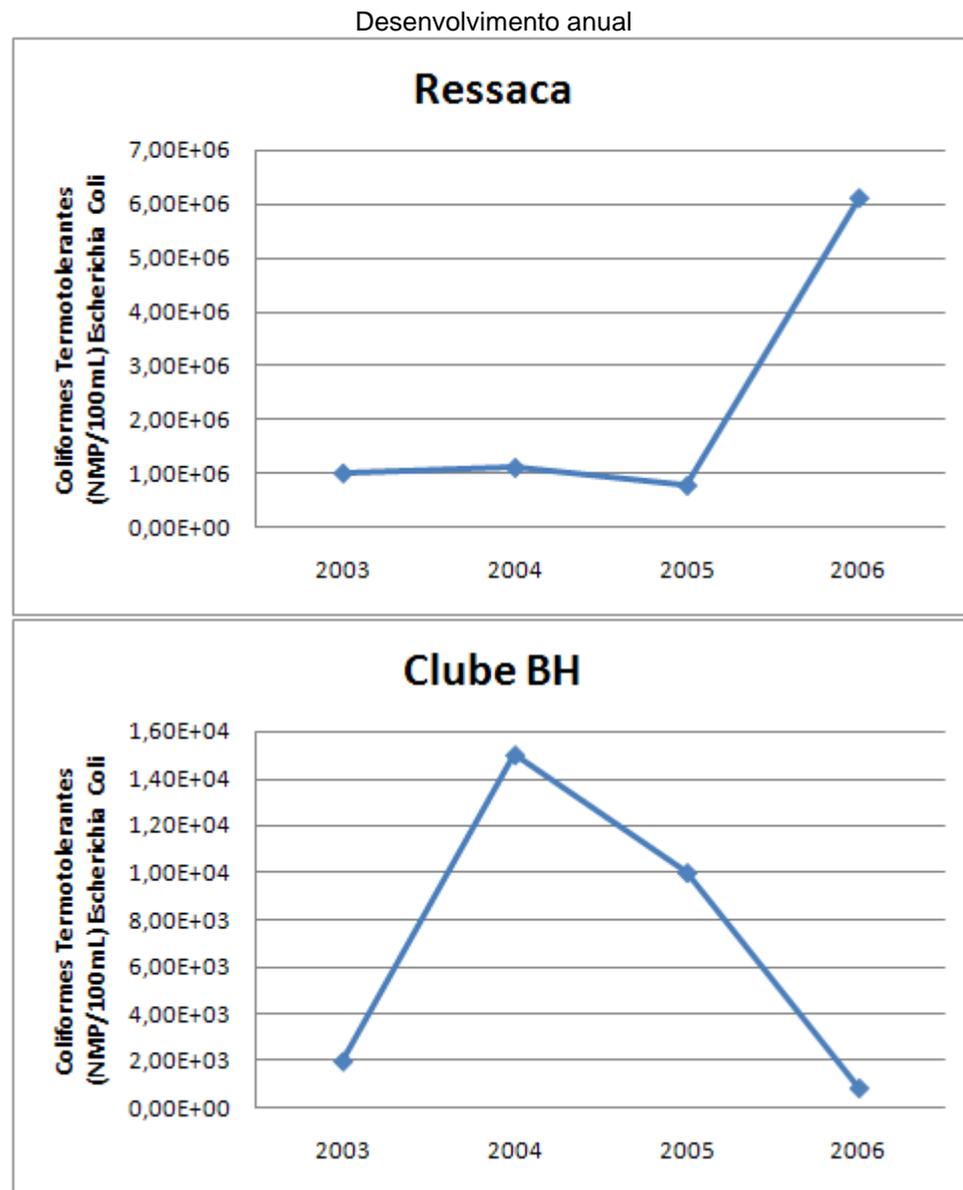


Gráfico: Precipitação média para Belo Horizonte - Período 1961 a 1990/ Inmet





20.1 - Procedimento experimental

Determinação da presença de Coliformes

Objetivo: Analisar água de qualquer procedência através da detecção de coliformes totais e *Escherichia coli*.

Fundamento: Determina a presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* através da técnica da cultura em meio contendo substâncias, nutrientes e MUG. Essas substâncias devidamente balanceadas inibem o crescimento de bactérias Gram-positivas, favorecem o crescimento de bactérias Gram-negativas do grupo Coliformes e facilitam a identificação de *E. coli* através da fluorescência e Indol.

Materiais

- 1 frasco descartável e estéril de 100 mL;
- 1 blíster com inativador de cloro;
- 1 sachê com meio de cultura COLItest®;
- Estufa bacteriológica;

Sensibilidade do método: 1 U.F.C. (Unidade Formadora de Colônia) por 100 mL.

Procedimento:

1. Coletar assepticamente a água a ser analisada até a marca de 100 mL do frasco descartável. A análise da água deverá ser iniciada até 6 horas após a coleta, caso não seja possível, guardar a amostra em temperatura entre 2 a 8 °C por no máximo 24 horas.
2. Quando analisar água clorada, adicionar um comprimido de inativador de cloro e aguardar 20 minutos para iniciar a análise da água.
3. Adicionar o meio de cultura COLtest® no frasco e homogeneizar.
4. Incubar o frasco em estufa bacteriológica A 37 °C entre 18 a 48 horas. A partir de 18 horas pode-se interpretar os resultados dos frascos positivos e aguardar até 48 horas de incubação para os casos negativos, evitando-se assim falsos resultados.

Resultado

O teste é considerado:

- Negativo: quando não houver alteração de cor púrpura para amarelo.
- Positivo: quando houver alteração de cor púrpura para amarelo;

COLtest®	Crescimento (turbidez)	Mudança de cor para amarelo
Negativo	- ou +	-
Coliformes totais	+	+
<i>Escherichia coli</i>	+	+

Discussão dos resultados:

O crescimento (turbidez) indica a proliferação bacteriana no meio de cultura.

A mudança de cor para amarelo ocorre na presença de coliformes totais e *E. coli*, pois eles alteram o pH do meio devido à fermentação da lactose.

Conclusão: A amostra pode ser negativa, conter coliformes totais e/ou ser positiva para *E. coli*.

Descarte do material: Após o uso, descartar em um recipiente com hipoclorito de sódio a 2% em cloro ativo, por pelo menos 30 minutos ou autoclavar por 15 minutos a 120 °C.

21. Coleta de amostras: um passo importante

Para que haja um adequado e eficiente programa de monitoramento da qualidade da água, um dos passos mais importantes é a coleta de amostras de água. A confiabilidade dos resultados e a interpretação adequada dos mesmos dependem da correta execução dos procedimentos.

A análise consta de três etapas gerais que são: coleta da amostra, escolha do método de determinação dos parâmetros (oxigênio dissolvido, pH e turbidez) e análise dos dados coletados.

No planejamento da amostragem deve-se tomar decisões sobre questões como local da amostragem, sua frequência, qual é a quantidade ideal de amostra, que tipo de amostrador usar, que cuidados devem ser tomados com a amostra antes e depois da coleta. Se o problema investigado for, por exemplo, a emissão de efluentes líquidos, o local de coleta deve ser escolhido conhecendo-se previamente os pontos de lançamento do efluente.

A coleta de amostra líquida que, no ambiente, em geral, é a coleta de amostra em corpos d'água, pode ser feita de várias formas, utilizando-se garras de vidro, plástico ou metal. Quando a amostra pode ser recolhida próxima à superfície e o acesso é fácil, geralmente não existem dificuldades maiores na coleta. Muitas vezes, porém, a coleta deve ser feita a diferentes profundidades de um corpo d'água. Condições como

luz, calor, solubilidade de gases e contato com o leito influem na concentração de alguns compostos, com diferente intensidade, nas diferentes profundidades. Assim, com frequência, o protocolo pede que se faça coleta de água a diferentes profundidades. Nesse caso, tal coleta deve ser feita com equipamentos especiais, que se abram na profundidade desejada.

A coleta de água de rio, açude ou riacho, próxima à margem deverá ser evitada, pois a água da margem pode apresentar um valor de turbidez mais elevado do que a do corpo d'água, devido ao maior quantidade de partículas em suspensão. No caso de amostras em poços, a coleta deverá ser feita depois que a bomba funcionar pelo menos 15 a 20 minutos, para retirada total da água parada no sistema. Sempre que possível, a amostra deve ser analisada perto do local da coleta, visto que a água pode sofrer variações na sua composição, mesmo em tubos de PVC, durante sua condução.

É importante observar e considerar quaisquer fatos ou anormalidades que possam interferir nas características da amostra (cor, odor ou aspecto estranho, presença de algas, óleos, corantes, material sobrenadante, peixes ou outros animais aquáticos mortos).

Aspectos gerais das técnicas de coleta

A técnica a ser adotada para a coleta das amostras depende do tipo de água a ser coletada (água tratada, água bruta, água residuária etc.) e do tipo de análise a ser efetuada.

Em qualquer situação, devemos observar os seguintes aspectos:

1. As amostras não devem incluir partículas grandes, detritos, folhas, ou outro tipo de material acidental, salvo quando se tratar de amostra de sedimento;
2. A água deve ser coletada o mais distante possível da margem, quando a coleta for efetuada utilizando balde, deve-se ter cuidado para não raspá-lo no fundo;
3. A amostra deve ser coletada com a boca do frasco de coleta contra a corrente (quando se tratar de água corrente), de modo a minimizar o risco de contaminação da amostra;
4. Um volume suficiente de amostra deve ser coletado para eventual necessidade de se repetir alguma análise no laboratório;
5. Todas as determinações de campo (ex: pH, temperatura) devem ser realizadas em alíquotas de amostra separadas daquelas que serão destinadas à análise no laboratório, evitando-se, assim, o risco de contaminação;
6. A limpeza dos frascos e demais materiais de coleta (baldes, garrafas, pipetas, isopor etc.) deve ser verificada;
7. A parte interna do frasco e do material de coleta como balde não pode ser tocada com as mãos sujas ou ficar exposta ao pó, à fumaça e a outras impurezas, tais como gasolina, óleo e fumaça de exaustão de veículos, que podem ser grandes fontes de contaminação de amostras. Cinzas e fumaça de cigarro podem contaminar fortemente as amostras com metais pesados e fosfatos, entre outras substâncias. Recomendamos que os coletores mantenham as mãos limpas ou usem luvas plásticas cirúrgicas e, se necessário, máscaras descartáveis;
8. Imediatamente após a coleta e acondicionamento das amostras, deve-se mantê-las ao abrigo da luz solar;
9. O registro de todas as informações de campo deve ser mantido, preenchendo-se uma ficha de coleta por amostra ou conjunto de amostras com a mesma característica.

Cuidados e procedimentos para a realização da coleta

- 1- Procure evitar a coleta de amostras em locais próximos às margens e à superfície da água.
- 2- Cada ponto escolhido deve ter, pelo menos, 10 metros de distância do outro. É recomendável que sejam escolhidos pelo menos três pontos.
- 3- Observe as características desses pontos, por exemplo, se está próximo de despejos de esgotos. Observe e anote na ficha de campo quaisquer fatos ou anormalidades que possam interferir nas características da amostra (cor, odor, presença de algas, óleos, corantes, peixes ou outros animais mortos).
- 4- Não recolha água que contenha partículas grandes, folhas ou outro tipo de material.

- 5- A amostra deve ser coletada com a boca do frasco de coleta contra a corrente (quando se tratar de água corrente), de modo a minimizar o risco de contaminação da amostra.
- 6- Utilize luvas cirúrgicas (a parte interna das garrafas e do material de coleta assim como baldes e tampas não podem ser tocados com as mãos) e se necessário máscaras descartáveis.
- 7- A parte interna das garrafas e do balde não pode ser tocada com as mãos sujas ou ficarem expostas ao pó, à fumaça e a outras impurezas, tais como gasolina, óleo e fumaça de exaustão de veículos, que podem ser grandes fontes de contaminação de amostras. Cinzas e fumaça de cigarro podem contaminar fortemente as amostras com metais pesados e fosfatos, entre outras substâncias.
- 8- Lave o balde e as garrafas com a água que será coletada.
- 9- Amarre a corda à alça do balde e lance-o ao ponto onde se deseja colher a amostra, tomando o cuidado para que o balde não raspe o fundo do local.
- 10- Transfira, com auxílio de um funil, a água para as garrafas PET, até enchê-las completamente (não pode haver bolhas de ar), fechando-as hermeticamente e, em seguida, guarde-as na caixa de isopor com gelo. Deve-se coletar volume suficiente de amostra para eventual necessidade de se repetir alguma análise.
- 11- Jogue o restante da água do balde no próprio local.
- 12- Preencha com atenção a ficha de campo.

22. Referências bibliográficas

CLARKE, R. e King, J. O atlas das águas: o mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta. São Paulo: Publifolha, 2005.

DERÍSIO, J. C. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. São Paulo: Signus. 2000.

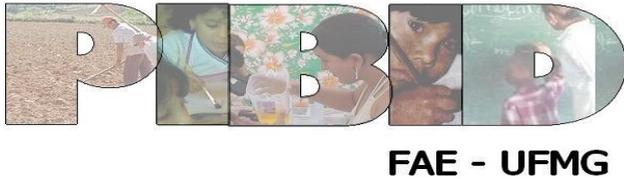
FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E., A importância do oxigênio dissolvido nos ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola* n° 22.

TUNDISI, J. G., *Estudos Limnológicos do Sistema de Lagos do Médio Rio Doce*, São Carlos, UFSCar.

SHRIVER, D.F.; P.W. ATKINS; Langford, C. *Inorganic Chemistry*. 2.ed. 1994.

SPERLING, M. Von. *Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgoto. Vol. 1: Princípios do tratamento biológico das águas residuárias*. 2. ed. Belo Horizonte, DESA/UFMG, 1998.

RUSSEL, J.B. *Química Geral*, v1 e 2, 2a ed. São Paulo: Makron, 1994.



Qualidade de água, qualidade de vida

22. FICHA DE CAMPO

DADOS DO PONTO DE MEDIÇÃO

Nome da escola: _____

Local da coleta : _____ Município /UF: _____

Curso d'água: _____ Bacia: _____

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: _____ ALTITUDE: _____

Data da coleta: ____ / ____ / ____ Hora da coleta: ____ : ____

Condições do tempo: ☉ ☁ ☂ ☔ ☀ ☂

Operador(es): _____

DESCRIÇÃO DO PONTO DE MEDIÇÃO

Há vegetação às margens do curso d'água? Sim Não

Estabelecimentos próximos ao ponto de medição: Residência Comércio Indústria

O curso d'água é canalizado? Sim Não

Há lançamento de efluentes no curso d'água próximo ao ponto de medição? Sim Não

A qual distância? _____ metros

Tipo de efluente: Doméstico Industrial

Há lançamento de lixo no curso d'água próximo ao ponto de medição? Sim Não

A qual distância? _____ metros

Tipo de lixo: Doméstico Industrial

Há presença de materiais flutuantes no curso d'água? Sim Não

Quais materiais? _____

Há presença de óleo na superfície do curso d'água? Sim Não

O curso d'água é transparente? Sim Não

Descreva a coloração do curso d'água: _____

OBS.: _____

REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PONTO DE MEDIÇÃO

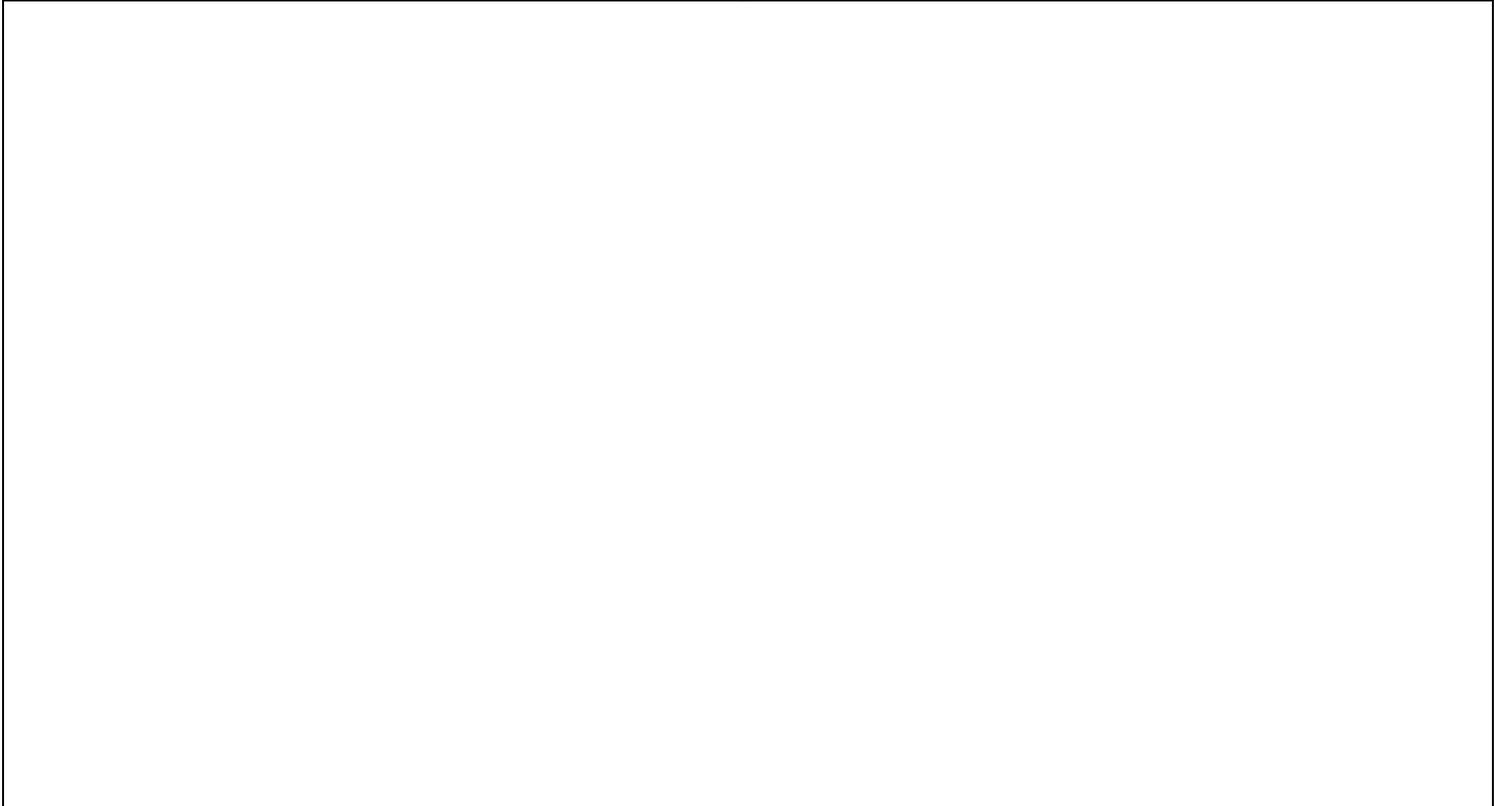


Foto 1. *Colocar título e descrição.*



Foto 2. *Colocar título e descrição.*

RESULTADOS DAS MEDIÇÕES *IN LOCO*

TEMPERATURAS DO AR E DA ÁGUA

Temperatura do ar: _____ °C

Temperatura da água: _____ °C

pH

pH: _____ Temperatura: _____ °C

Método analítico: _____

OXIGÊNIO DISSOLVIDO – OD

Volume de tiosulfato: _____ mL

Oxigênio dissolvido: _____ mg/L

Método analítico: _____

TURBIDEZ

Turbidez: _____ NTU

Método analítico: _____

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Temperatura da água: _____ °C

Condutividade elétrica: _____ mS/cm **OU** μS/cm

Método analítico: : _____

Observações: