

**CURSO: “QUALIDADE DAS
ÁGUAS E POLUIÇÃO:
ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS”**

AULA 15
**INTERPRETAÇÃO DE LAUDOS DE QUALIDADE DAS
ÁGUAS**

Prof. Dr. Roque Passos Piveli

AULA 15 - INTERPRETAÇÃO DE LAUDOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

1. Considerações iniciais

Este capítulo visa apenas a reorganização de informações para a interpretação de laudos de análise de águas. Não serão aqui emitidos conceitos ou definições que não tenham sido discutidos anteriormente.

Um dos objetivos da interpretação de laudos de análises é a verificação do atendimento aos padrões exigidos pelas legislações. Em que pese o fato de algumas legislações exigirem frequências mínimas de amostragem, além de impor limites para os diversos poluentes, esta tarefa de apenas comparar valores numéricos é bastante simples, bastando apenas o cuidado adicional de verificar as unidades em que foram medidos os diversos constituintes. Não serão anexadas a este fascículo as legislações pertinentes, como a Portaria 36 do Ministério da Saúde que estabelece padrões de potabilidade e a Resolução 20 do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente ou o Decreto do Estado de São Paulo 8468 que regulamenta a Lei 997, ambos estabelecendo padrões de emissão de efluentes líquidos e padrões de classificação das águas naturais, pois ter-se-ia uso apenas temporário devido ao caráter dinâmico das legislações, que têm sido continuamente reformuladas.

Nesse sentido, o presente fascículo tem por objetivo fornecer subsídios para o desenvolvimento dos seguintes principais exercícios:

- Estudo da tratabilidade de águas para abastecimento público e industrial;
- Estudo da biodegradabilidade de efluentes líquidos predominantemente orgânicos e
- Estudo da consistência de resultados de análises laboratoriais.

2. Exercício 1: Estudo da tratabilidade de águas para abastecimento público e industrial

Foi visto em fascículos anteriores que o principal fator que regula a estabilidade de partículas na água é o tamanho. As partículas maiores são mais facilmente removidas. Assim, boa parte dos sólidos em suspensão podem ser removidos por processos de sedimentação simples ou por flotação com ar dissolvido. Complementarmente, a filtração pode ser usada para a remoção de sólidos em suspensão

mais finos, de baixa velocidade de sedimentação ou de baixa capacidade de aderência ou aprisionamento de bolhas de ar na flotação com ar dissolvido.

Já as partículas em estado coloidal necessitam sofrer processos de coagulação e floculação para serem transformadas em sólidos em suspensão antes de serem removidas através das operações anteriormente descritas.

Na remoção de partículas por coagulação e floculação, destaca-se o caso de águas com turbidez baixa e cor elevada, que resultam na predominância de flocos pequenos e de baixa velocidade de sedimentação. São os casos de águas de mananciais protegidos da ação antrópica, mas encerrados em áreas de densa cobertura vegetal. Assim, a cor elevada é devida à decomposição da vegetação que atinge as águas, levando à formação de matéria orgânica em estado coloidal, como os ácidos húmico e fúlvico, sem que haja turbidez em igual proporção. Após a floculação, nesses casos, os flocos resultantes podem ser muito pequenos, devido à ausência de partículas maiores que atuem como núcleo para a formação de flocos grandes. É também o caso de águas subterrâneas com concentrações elevadas de ferro ou, mais raramente, de manganês. Embora seja ainda possível a remoção destas partículas por meio de coagulação e floculação, estes processos unitários têm que ser otimizados e, normalmente, bons resultados são obtidos apenas quando se associa uma ação oxidante, além do uso de polímeros para aumentar o tamanho dos flocos. Deve-se estar atento, nesses casos, para as possibilidades de formação de trihalometanos (THMs), cujos residuais na água devem ser rigorosamente monitorados quando se emprega cloro como oxidante.

As partículas em solução verdadeira na água, íons ou pequenas moléculas, são de grande estabilidade, o que significa difícil remoção, por manifestarem cargas elétricas e por serem, praticamente, desprovidas de massa. Exigem processos especiais de tratamento como a adsorção, troca-iônica, osmose reversa ou a precipitação química, dentre outros. A precipitação química é um processo de equilíbrio e apresenta rendimento apenas parcial; por vezes, é incapaz de promover o atendimento aos padrões de potabilidade ou para determinados usos industriais. Recaem nesta faixa de tamanho das diminutas partículas dissolvidas na água, importantes contaminantes químicos ou substâncias que, de outras formas, prejudicam seu uso.

Dentre as espécies iônicas, destacam-se cátions como os diversos metais pesados como o chumbo, bário, cádmio, arsênio, selênio, cromo, mercúrio, estanho, cobre, zinco, níquel e alumínio, além dos metais alcalino-terrosos produtores de dureza, como o cálcio e o magnésio. Todos esses íons são removidos eficientemente através de

troca-iônica ou por meio de processos de filtração através de membranas especiais, como a osmose reversa. A precipitação química, como o processo da cal e soda usado no abrandamento da água, pode ter resultado insatisfatório.

Dentre os ânions, destacam-se os íons cloreto, fluoreto, sulfato, sulfeto, nitrato e cianeto, dentre outros. De uma maneira geral, colunas preenchidas com resinas aniônicas ou processos de filtração em membranas também resolvem esses problemas de qualidade das águas de forma eficiente. Podem ser mencionados os usos da osmose reversa para a dessalinização (remoção de cloreto) e desfluoretação das águas. A remoção de fluoreto tem sido também feita através de colunas com alumina ativada. Na remoção de cloro residual, pode-se recorrer à adsorção em carvão ativado. Cianeto pode ser removido por oxidação com cloro, peróxido de hidrogênio ou através de ozonização.

Exemplo: A água de um poço foi analisada, tendo-se obtidos os seguintes resultados:

Parâmetro	Unidade	Valor medido	Padrão (Port. 36)
Cor	mg/L (Pt)	22	5
Turbidez	UNT	03	1
Sólidos dissolvidos	mg/L	80	500
Ferro	mg/L (Fe)	0,8	0,3
PH	-	7,5	6,5 – 8,5 (*)
Acidez total	mg/L (CaCO ₃)	05	-
Alcalinidade total	mg/L (CaCO ₃)	30	-
Alc. Bicarbonatos	mg/L (CaCO ₃)	30	-
Dureza	mg/L (CaCO ₃)	60	500
Fluoretos	mg/L (F ⁻)	1,6	0,7 (*)
Nitratos	mg/L (NO ₃)	05	10
Sulfatos	mg/L (SO ₄)	25	400

(*) Valores recomendados

Comentários sobre as possibilidades de uso desta água para abastecimento público:

Pode ser observado que a água em questão não atende aos padrões de cor, turbidez, ferro e fluoreto estabelecidos pela Portaria 36 do Ministério da Saúde.

A principal dificuldade a ser enfrentada é, sem dúvida, a necessidade de remoção de fluoreto em excesso. O emprego de processos especiais de tratamento como a troca iônica ou a osmose reversa pode inviabilizar economicamente o uso desta água. Uma alternativa a que se pode recorrer em alguns casos é a mistura de água com excesso de fluoreto com águas de outras fontes, enquadrando este parâmetro por

diluição, resultando ainda em importante economia pela eliminação total do consumo de ácido fluossilícico, que é caro. Neste caso, haveria a necessidade de mistura com vazão igual de outra água de outra fonte isenta de fluoreto. O emprego de técnicas de desfluoretação deveria ser estudado se não existirem fontes alternativas para o abastecimento em questão.

Os níveis excessivos de ferro, associados à cor elevada da água, na ausência de turbidez significativa, poderão levar a dificuldades na etapa de coagulação e floculação. Métodos oxidativos, como a aeração ou, mais provavelmente, a cloração, serão necessários, além do uso de polieletrólito para promover uma melhoria global no processo de floculação.

Caso haja necessidade do emprego de coagulante como o sulfato de alumínio, sendo que esta possibilidade seria indicada através de ensaios de tratabilidade, provavelmente a alcalinidade natural da água, 30 mg/L em CaCO_3 , será suficiente para promover o efeito de floculação por varredura, sem que haja a necessidade de adição artificial de alcalinizante como a cal hidratada. A relação estequiométrica entre dosagem de coagulante e presença de alcalinidade é, neste caso, da ordem de 2:1 e, para os valores apresentados de cor e turbidez da água, dificilmente seria necessária dosagem de coagulante superior a 60 mg/L.

Finalmente, o nível de sulfato da água é baixo e, mesmo aumentado durante o tratamento não excederá ao padrão de potabilidade. A presença de 5 mg/L de nitrato, embora preocupante, merecendo monitoramento rigoroso, não excede ao padrão de potabilidade, que é de 10 mg/L.

3. Exercício 2: Estudo da biodegradabilidade de efluentes líquidos predominantemente orgânicos

Mesmo recorrendo-se a parâmetros relativamente grosseiros, o fato de um efluente líquido ser predominantemente orgânico pode ser avaliado através da relação SV/ST (sólidos voláteis/sólidos totais). A prevalência da fração volátil com relação ao total de sólidos significa predominância de matéria orgânica.

Conforme estudado anteriormente, na análise da biodegradabilidade de efluentes orgânicos, uma primeira e importante condição a ser observada é a relação DBO_5/DQO . Lembrando que os valores de DBO_5 são inferiores aos de DQO , se estes valores forem muito distantes, por exemplo, $\text{DBO}_5/\text{DQO} < 1/4$, significa que a parcela

biodegradável dos efluentes orgânicos presentes na amostra é pequena e a possibilidade do emprego de processos biológicos para o tratamento é mínima.

Além do carbono, o nitrogênio e o fósforo são também macro-nutrientes para processos biológicos e a ausência ou presença em quantidade insuficiente de um deles pode limitar o crescimento dos microrganismos e prejudicar o funcionamento dos reatores biológicos. Foram recomendadas as relações $DBO_5:N:P$ da ordem de 100:5:1 para processos aeróbios e $DQO:N:P$ de 350:7:1 para os anaeróbios. Uma vez que, em função das naturezas específicas dos compostos orgânicos presentes nos diversos efluentes, os ecossistemas formados nos reatores biológicos assumem certa variabilidade, estas relações certamente irão variar de um caso para outro e os valores indicados servem apenas para uma orientação preliminar.

A insuficiência de nutrientes leva ao predomínio de espécies menos restritivas com relação a este aspecto, que normalmente não são boas formadoras de flocos, biofilmes ou grânulos.

Ainda com relação aos macro-nutrientes, deve ser lembrado que em reatores anaeróbios a presença do enxofre é exigida em quantidades da mesma ordem de grandeza ou até mesmo maiores que as de fósforo. Isto torna delicada a administração desse elemento nesses reatores, uma vez que, se por um lado, é exigido em grandes quantidades, por outro, na forma de sulfeto produz efeito inibidor ao crescimento das bactérias metanogênicas.

Nestes processos anaeróbios, até mesmo a presença de elementos exigidos em menores quantidades, se insuficientes no reator, podem limitar o processo. São os casos do ferro, níquel, cálcio, magnésio e cobalto, importantes na estrutura de biofilmes e grânulos.

Após a verificação dos níveis dos principais nutrientes, a preocupação seguinte é com a identificação e avaliação das concentrações de substâncias potencialmente tóxicas ou inibidoras da atividade biológica. Solventes orgânicos como o benzeno, tolueno e xileno, quando presentes na faixa de apenas alguns miligramas por litro podem inibir o tratamento biológico e devem ser previamente removidos por processos físico-químicos como arraste com ar ou a adsorção em carvão ativado, por exemplo. Cabe lembrar que, tanto neste caso como nos subsequentes, não se pode definir limites de concentração de substâncias inibidoras ao tratamento sem relacionar com os demais constituintes dos despejos, sobretudo com a concentração de matéria orgânica biodegradável.

Óleos e graxas na faixa de concentração de uma ou mais centenas de miligramas por litro podem também inibir o crescimento biológico em reatores aeróbios e anaeróbios, sendo que estes últimos normalmente são mais sensíveis. Diversos processos físico-químicos foram mencionados para a separação de óleos e graxas dos efluentes, como caixas retentoras de gorduras, separadores do tipo API, flotores com ar dissolvido, quebra de emulsão com ácidos e floculação com sulfato de alumínio. Sob baixas concentrações de óleos e graxas a atividade dos microrganismos não é prejudicada e a própria remoção adicional desses constituintes ocorre por degradação biológica.

Com relação aos compostos fenólicos, foi observado que concentrações na faixa de 50 a 200 mg/L podem provocar inibição do crescimento de microrganismos aeróbios e anaeróbios. Porém, em pesquisas recentes, demonstrou-se que sob processo de aclimatação, concentrações bem maiores podem ser admitidas.

Os pesticidas também podem limitar a atividade biológica, mesmo em baixas concentrações.

Constituintes inorgânicos como os metais pesados em concentrações da ordem de poucos miligramas por litro podem inibir a atividade biológica. O íon cianeto pode também provocar inibição, mas em concentrações bem inferiores ao conteúdo de matéria orgânica, ao contrário, poderão sofrer degradação biológica.

De uma maneira geral, pode ser considerado que os efeitos inibidores de substâncias químicas são mais relevantes nos reatores anaeróbios, onde as bactérias metanogênicas apresentam menores taxas de crescimento e são mais sensíveis às variações das condições ambientais.

Especificamente no meio anaeróbio, as presenças de sulfato, cloreto e amônia devem ser limitadas. Sulfato se reduz a sulfeto e, quando presente em concentrações da ordem de algumas centenas de miligramas por litro, pode inibir o processo. Por outro lado, a formação de sulfeto antagoniza a toxicidade de metais pesados por precipitá-los. Amônia em concentrações bastante elevadas, pode também prejudicar a digestão anaeróbia. O efeito inibidor de cloreto sobre sistemas anaeróbios não é muito bem definido na literatura especializada.

Também o pH é condição ambiental muito importante nos reatores biológicos. Recomenda-se o meio neutro para a formação de um ecossistema mais diversificado e equilibrado. Tratamento biológico fora da faixa em torno do ponto neutro pode ser possível, mas os riscos de instabilidade ou mau funcionamento devido à

predominância de microrganismos filamentosos que produzem flocos dispersos são maiores. Deve ser lembrado também que, no tratamento anaeróbio, os desequilíbrios motivados por qualquer causa resultam em queda de pH pelo acúmulo de ácidos voláteis, que têm a taxa de consumo reduzida devido aos maiores prejuízos para a etapa de metanogênese.

Finalmente, a temperatura é condição ambiental de grande importância nos reatores biológicos. O conceito geral é o de que a velocidade de decomposição de matéria orgânica aumenta com o aumento da temperatura.

Para o tratamento anaeróbio a temperatura ideal é de 35°C; acima deste valor não se registram ganhos no desempenho do reator e, abaixo, as taxas de reação são inferiores. Existe ainda a faixa termofílica, em torno de 60°C, que pode ser recomendada para efluentes industriais produzidos a quente.

No tratamento aeróbio, embora sob baixas temperaturas as reações sejam da mesma forma mais lentas, temperaturas muito altas, acima de 30°C, por exemplo, dificultam a dissolução do oxigênio nos tanques reatores. Quando se emprega aeração mecânica, o consumo de energia é maior.

Exemplo: Avaliar a biodegradabilidade de um efluente industrial cujas análises apresentaram os seguintes resultados:

Sólidos totais: 2000 mg/L

Sólidos voláteis: 1600 mg/L

DBO₅ : 850 mg/L

DQO: 1200 mg/L

Nitrogênio orgânico: 20 mg/L (N)

Nitrogênio amoniacal: 30 mg/L (N)

Nitrato: 5 mg/L (NO₃)

Fosfato total: 15 mg/L (PO₄)

Óleos e graxas: 500 mg/L

Índice de fenóis: 180 mg/L

Sulfato: 1400 mg/L

pH: 4,8

Temperatura 60°C

O que se pode dizer sobre a degradabilidade desse efluente em reatores aeróbios e anaeróbios? Dadas as massas atômicas: P: 31g ; O: 16g ; N: 14 g.

Solução:

a) Relação SV/ST:

$$SV/ST = 1600/2000 = 0,8$$

Portanto, o efluente é predominantemente orgânico.

b) Relação DBO₅/DQO:

$$DBO_5/DQO = 850/1200 = 0,71$$

Este resultado representa uma boa condição de biodegradabilidade sob este aspecto.

c) Relações DBO₅:N:P e DQO:N:P

$$NTK = N\text{-orgânico} + N\text{-amoniaco} = 20 + 30 = 50 \text{ mg/L (N)}$$

$$\text{mg/L (P)} = \text{mg/L (PO}_4\text{)} \times 31 / (31 + 64) = 15 \times 31 / 95 = 4,9 \text{ mg/L (P)}$$

c.1.) Relação DBO₅:N:P

$$DBO_5:N:P = 850:50:4,9 = 100:5,9:0,6$$

Ou seja, será necessária a adição de fósforo para que obtenha a relação DBO₅:P de 100:1 em reatores aeróbios.

c.2.) Relação DQO:N:P

$$DQO:N:P = 1200:50:4,9 = 350:14,6:1,43$$

Portanto, segundo esse critério não haverá necessidade de adição de nitrogênio ou fósforo em reatores anaeróbios.

d) Substâncias tóxicas

d.1.) Óleos e graxas: Haverá a necessidade de tratamento físico-químico para a remoção de óleos e graxas, tanto para tratamento posterior de natureza aeróbia quanto anaeróbia.

d.2.) Fenóis: É possível que ocorra algum efeito inibidor, tanto em reatores aeróbios quanto em anaeróbios, devendo-se conduzir estudos em escala piloto.

d.3.) Sulfato: É provável que ocorra inibição em reatores anaeróbios pela redução a sulfetos, devendo-se conduzir estudos em escala piloto.

e) pH: É necessária a elevação do pH dos despejos para um valor em torno de 7,0; tanto para o tratamento aeróbio quanto para o anaeróbio.

f) Temperatura: Haverá necessidade de redução prévia de temperatura para um valor abaixo de 30°C, para o tratamento dos efluentes por processo aeróbio.

4. Exercício 3: Análise da consistência de resultados de análises laboratoriais

A coerência entre os valores numéricos de resultados de análises emitidos em laudos pode ser investigada a partir das correlações existentes entre parâmetros. Exemplos:

- Sólidos totais = sólidos fixos + sólidos voláteis
- Sólidos totais = sólidos em suspensão + sólidos dissolvidos
- Sólidos em suspensão totais = sólidos em suspensão fixos + sólidos em suspensão voláteis
- Sólidos dissolvidos totais = sólidos dissolvidos fixos + sólidos dissolvidos voláteis
- Sólidos em suspensão e turbidez: Como a turbidez é causada por sólidos em suspensão, não é possível ter-se alta concentração de sólidos em suspensão e turbidez baixa e vice-versa.

- Sólidos em suspensão e sólidos sedimentáveis: Como os sólidos sedimentáveis correspondem à parte dos sólidos em suspensão, não é possível ter-se altas concentrações de sólidos sedimentáveis e baixas concentrações de sólidos em suspensão.
- Sólidos dissolvidos e cor verdadeira: Como a cor verdadeira é causada por sólidos dissolvidos, não é possível ter-se cor verdadeira elevada e baixa concentração de sólidos dissolvidos.
- Ferro, manganês e cor: Como ferro e manganês dissolvidos na água desenvolvem cor, não é possível ter-se concentrações elevadas de ferro ou manganês e baixos valores de cor.
- pH e acidez: Não existe acidez em amostra com pH acima de 8,3.
- pH e alcalinidade: Não existe alcalinidade em amostras com pH abaixo de 4,5.
- Alcalinidade de bicarbonato não existe em uma água que contenha alcalinidade de hidróxido e vice-versa.
- Dureza (CaCO_3) = Cálcio (CaCO_3) + Mg (CaCO_3)
- Alcalinidade e dureza: A alcalinidade de bicarbonatos é proporcional à dureza temporária.
- DBO_5 e DQO: É bastante improvável que se tenha DBO_5 maior que a DQO em uma amostra.
- NTK (Nitrogênio Total Kjeldahl) = N – Orgânico + N- Amoniacal

5. Exercícios propostos

1. Verificar a consistência do seguinte laudo de análises de uma água para abastecimento público e tecer comentários sobre sua tratabilidade através de uma ETA do tipo convencional ou clássica:

pH: 6,5

Turbidez: 8,3 UNT

Cor: 6 mg/L (Pt)

Alcalinidade de bicarbonatos: 180 mg/L (CaCO_3)

Alcalinidade de carbonatos: 20 mg/L (CaCO_3)

Dureza total: 15 mg/L (CaCO_3)

Cálcio: 10 mg/L (Ca)

Magnésio: 5 mg/L (Mg)

Nitrato: 12 mg/L
Nitrogênio amoniacal: 1,3 mg/L (N)
Cloreto: 50 mg/L
Sulfato: 20 mg/L
Fluoreto: 0,2 mg/l
Ferro: 1,2 mg/L (solúvel)
Sólidos dissolvidos 450 mg/L
Sólidos em suspensão 200 mg/L

2. Na análise de um efluente industrial foram obtidos os resultados abaixo relacionados. Avaliar a coerência entre eles e tecer comentários sobre a degradabilidade desse efluente em reatores aeróbios e anaeróbios.

pH: 8,9
Oxigênio dissolvido: 12 mg/L
DBO5: 180 mg/L
DQO: 320 mg/L
Nitrogênio total (NTK): 35 mg/L (N)
Nitrogênio orgânico: 20 mg/L (N)
Nitrogênio amoniacal: 15 mg/L (N)
Nitrito: 1,0 mg/L (NO₂)
Nitrato: 5 mg/L (NO₃)
Fósforo total: 8,2 mg/L (P)
Ortofosfato: 4 mg/L (PO₄)
Fosfato orgânico: 20 mg/L (PO₄)
Sólidos totais: 540 mg/L
Sólidos fixos: 200 mg/L
Sólidos voláteis: 360 mg/L
Material Solúvel em hexano: 550 mg/L
Índice de fenóis: 20 mg/L
Sulfato: 420 mg/L
Chumbo: 12 mg/L

Questões de múltipla escolha – Aula 15

- 1) Na análise de uma água para abastecimento público foram obtidos os seguintes resultados:

Parâmetro	Unidade	Valor medido	Padrão (Port.36)
Cor	mg/L (Pt)	30	5
Turbidez	UNT	02	1
Sólidos dissolvidos	mg/L	150	500
Ferro	mg/L (Fe)	1,2	0,3
PH	-	6,5	6,5 – 8,5 (*)
Acidez total	mg/L (CaCO ₃)	25	-
Alcalinidade total	mg/L (CaCO ₃)	10	-
Alc. Bicarbonatos	mg/L (CaCO ₃)	12	-
Dureza	mg/L (CaCO ₃)	30	500
Fluoretos	mg/L (F ⁻)	1,5	0,7 (*)
Nitratos	mg/L (NO ₃)	15	10
Sulfatos	mg/L (SO ₄)	100	400

(*) Valores recomendados

Assinale a alternativa incorreta:

- a) A cor relativamente alta da água pode ser devido à presença das 1,2 mg/L de ferro.
 - b) Devido à relação entre os resultados de cor e turbidez é possível que sejam formados flocos pequenos e de baixa velocidade de sedimentação.
 - c) A presença de ferro em concentração acima do padrão praticamente inviabiliza o uso desta água para abastecimento público, por exigir processos sofisticados de remoção.
 - d) A presença de fluoreto em excesso recomenda que se investigue a possibilidade de mistura desta água com a de outra fonte
 - e) A presença de nitrato em concentração acima do padrão indica séria dificuldade de tratamento, devido à exigência de processos especiais
- 2) Ainda com relação ao laudo de análises apresentado na questão anterior, pode-se afirmar que:
- a) Este manancial está sujeito à descarga de efluentes industriais
 - b) A remoção do excesso de nitrato deverá ser promovida anteriormente ao tratamento convencional
 - c) Com base nos resultados obtidos, é possível o atendimento aos padrões de potabilidade através do tratamento em uma ETA convencional ou clássica
 - d) A osmose reversa seria um tratamento indicado para a remoção do excesso de fluoreto dessa água
 - e) A presença de 20 mg/L de sulfato na água deverá trazer problema ao sistema de distribuição de água tratada

3) Na análise de um efluente industrial foram obtidos os seguintes resultados:

Sólidos totais: 2000 mg/L

Sólidos voláteis: 1600 mg/L

DBO₅: 2.500 mg/L

DQO: 4.000 mg/L

Nitrogênio orgânico: 600 mg/L (N)

Nitrogênio amoniacal: 40 mg/L (N)

Nitrato: 5 mg/L (NO₃)

Fosfato total: 10 mg/L (PO₄)

Óleos e graxas: 50 mg/L

Índice de fenóis: 50 mg/L

Sulfato: 100 mg/L

pH: 5,5

Temperatura: 60°C

Assinale a alternativa correta:

- a) A relação entre a DBO e a DQO do despejo indica condição de difícil degradação em reatores biológicos
- b) A baixa concentração de nitrogênio amoniacal no despejo, relativamente à DBO, indica que há necessidade de adição artificial de nitrogênio, caso seja submetido a tratamento biológico
- c) O despejo é deficiente em fósforo, havendo necessidade de complementação, caso seja submetido a tratamento biológico
- d) A concentração de 50 mg/L de óleos e graxas indicam que não deverá ocorrer inibição do tratamento biológico desse despejo devido à esses constituintes
- e) A concentração de 50 mg/L de compostos fenólicos no despejo provavelmente não exercerá efeito inibidor significativo sobre seu tratamento biológico

4) Ainda em relação ao laudo da questão anterior, assinale a alternativa incorreta:

- a) A temperatura de 60°C é adequada para a degradação do despejo em condições anaeróbias
- b) A temperatura do despejo deverá ser consideravelmente reduzida para o emprego de tratamento aeróbio, devido à baixa solubilidade do oxigênio na água a 60°C
- c) A concentração de 100 mg/L de sulfato deverá trazer severa inibição da metanogênese, caso o despejo seja tratado por processo anaeróbio
- d) Devido à presença de sulfato no despejo, haverá a possibilidade de exalação de maus odores devido à redução para sulfeto, caso o despejo seja tratado por processo anaeróbio
- e) É provável que seja necessária a elevação do pH para um valor em torno de 7,0 caso o despejo seja submetido a tratamento aeróbio ou anaeróbio

5) Na análise de uma água a ser tratada para abastecimento público foram obtidos os seguintes resultados:

pH: 6,5

Turbidez: 8,3 UNT

Cor: 6 mg/L (Pt)

Alcalinidade de bicarbonato: 160 mg/L (CaCO₃)

Alcalinidade de carbonato: 20 mg/L (CaCO_3)
Dureza total: 150 mg/L (CaCO_3)
Cálcio: 40 mg/L (Ca)
Magnésio: 10 mg/L (Mg)
Nitrato: 12 mg/L
Nitrogênio amoniacal: 1,3 mg/L (N)
Cloreto: 50 mg/L
Sulfato: 20 mg/L
Fluoreto: 0,2 mg/l
Ferro: 1,0 mg/L (solúvel)
Sólidos dissolvidos: 450 mg/L
Sólidos em suspensão: 200 mg/L

Pode ser considerada incoerente a relação entre:

- a) Dureza total, cálcio e magnésio
 - b) pH e alcalinidade de bicarbonato
 - c) pH e alcalinidade de carbonato
 - d) Cálcio e magnésio
 - e) Alcalinidade de bicarbonato e dureza total
- 6) Ainda com relação ao laudo apresentado na questão anterior, assinale a alternativa incorreta:
- a) A presença de 1,0 mg/L de ferro deveria contribuir pra uma ocorrência de intensidade de cor superior a 6 mgPt/L
 - b) A presença de 50 mg/L de cloreto é incompatível com uma concentração de 450 mg/L de sólidos dissolvidos
 - c) A presença de 200 mg/L de sólidos em suspensão contribui para a manifestação de uma turbidez superior a 8,3 UNT
 - d) É possível ter-se cor igual a 6 UC e turbidez igual a 8,3 UNT em uma mesma amostra
 - e) É possível encontra-se 20 mg/L de sulfato e 0,2 mg/L de fluoreto em uma mesma amostra de água

7) Na análise de um efluente industrial foram obtidos os resultados abaixo relacionados:

pH: 8,9
Oxigênio dissolvido: 12 mg/L
DBO₅: 180 mg/L
DQO: 320 mg/L
Nitrogênio total (NTK): 35 mg/L (N)
Nitrogênio orgânico: 20 mg/L (N)
Nitrogênio amoniacal: 15 mg/L (N)
Nitrito: 1,0 mg/L (NO_2)
Nitrato: 5,0 mg/L (NO_3)
Fósforo total: 8,2 mg/L (P)
Ortofosfatos; 4 mg/L (PO_4)
Fosfatos orgânicos: 20 mg/L (PO_4)
Sólidos totais: 540 mg/L

Sólidos fixos: 200 mg/L
Sólidos voláteis: 360 mg/L
Material Solúvel em hexano: 550 mg/L
Índice de fenóis: 20 mg/L
Sulfato: 420 mg/L
Chumbo: 12 mg/L

Assinale a alternativa correta:

- a) O resultado da concentração de oxigênio dissolvido pode ser considerada normal
 - b) Com 12 mg/L de oxigênio dissolvido, não poderia ocorrer DBO de 180 mg/L
 - c) O valor da DBO não poderia ser inferior ao da DQO
 - d) A concentração de NTK está coerente com relação à somatória das parcelas que o compõem
 - e) Não é possível ter-se ao mesmo tempo nitrogênio orgânico e nitrato em uma amostra de efluente
- 8) Ainda com relação aos resultados apresentados no laudo da questão anterior, assinale a alternativa incorreta:
- a) As concentrações de fósforo total, fosfatos orgânicos e ortofosfatos são coerentes entre si
 - b) A diferença de 20 mg/L entre a concentração de sólidos totais e a soma das concentrações de sólidos fixos e voláteis pode ser justificada pelo grau de precisão envolvido nestas determinações
 - c) Não há incoerência entre os resultados de óleos e graxas e índice de fenóis
 - d) É possível ter-se concentrações de sulfato superior à de fosfato
 - e) É possível a presença de 12 mg/L de chumbo em pH 8,9

