

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA: RELATO DE EXPERIÊNCIA DAS AULAS DE LABORATÓRIO

Gelbis Martins Agostinho¹
Gilmar Santos Costa²

RESUMO

A água é uma substância indispensável para a vida. Investigar os parâmetros físico-químicos da água, de modo geral, possui grande importância para a análise do ambiente e manutenção dos ecossistemas. O objetivo dessa pesquisa é apresentar um relato de experiência adquirido por meio de uma aula prática, no curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense Campus Campos Guarus, cuja finalidade foi demonstrar a importância dos parâmetros físico-químico. As amostras analisadas no experimento foram coletadas de rios e poços próximos a instituição e as observações foram feitas por aparelhos de medições. Os fatores analisados foram: o oxigênio dissolvido, a temperatura, o pH, a salinidade, a condutividade elétrica e a turbidez, os sólidos dissolvidos totais, a alcalinidade, a dureza que por fim foram comparados com os dados encontrados na bibliografia. Nesse experimento agregou-se conhecimento sobre os parâmetros físico-químicos da água de forma que pôde-se estimar suas condições e a sua adequação para utilização humana.

Palavras-chave: Água , Parâmetros Físico-Químicos , Instrumentos de medição da água.

INTRODUÇÃO

A água é uma substância indispensável para a manutenção e desenvolvimento dos ecossistemas terrestres e aquáticos. Estudar os parâmetros físico-químicos da água de rios, mares, lagos e até de uma estação de tratamento são de grande importância para a análise do ambiente e reconhecer padrões e variações das condições do ambiente (UCKER et al., 2014). Dessa forma, torna-se necessário que alunos de instituições de ensino tenham a conscientização sobre as condições das águas que estão no meio ambiente, sendo assim é possível observar com mais cuidado e prover maior dedicação com esse bem de grande valor.

A pesquisa tem como objetivo a observação dos resultados de análises dos parâmetros físico-químicos de água de uso geral por alunos de uma instituição federal de ensino. Assim, nesse experimento pôde ser verificado a importância de fatores peculiares da água que é utilizada pela sociedade e os seres vivos. Sendo esse trabalho fundamental para prover um pensamento mais consciente sobre a utilização desse bem comum a todos e assim desenvolver um olhar com mais responsabilidade.

¹Graduando do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - IFF/Campus Campos Guarus, gelbismartins@gmail.com;

²Gilmar Santos Costa: Doutor, Instituto Federal Fluminense-IFF/Campus Campos Guarus, gilmariff@gmail.com; (83) 3322.3222

METODOLOGIA

O presente trabalho consistiu na avaliação dos parâmetros físico-químicos das águas oriundas de coletas efetuadas em locais distintos na região do Norte do Estado do Rio de Janeiro. As amostras foram armazenadas e analisadas no laboratório do Instituto Federal Fluminense Campus Campos Guarus durante o turno de aulas de laboratório no período de quatro semanas, organizando-se em quatro práticas distintas.

Na primeira atividade realizou-se uma avaliação de parâmetros físico-químicos das águas oriundas da Lagoa do Vigário, Mangue de Gargaú e também de fontes de abastecimento residencial local como, poço 01 e poço 04. Avaliou-se a temperatura da água, o oxigênio dissolvido (OD), o potencial hidrogeniônico (pH), a turbidez, a salinidade e a condutividade elétrica (CE). Para a realização das medições das amostras utilizou-se o multiparâmetro HI 769828 que possibilita aferição do oxigênio dissolvido em mg/L e em percentual, a temperatura, o pH, a condutividade elétrica e também a salinidade. Usou-se oxímetro LIT DO-5519 separadamente para medir o OD e a temperatura. Também utilizou-se do pHmetro Digital PG1800 para obter maior precisão sob o pH e turbidímetro AP 2000 sob a turbidez da água.

Através da introdução do eletrodo dos aparelhos em um volume da amostra de aproximadamente de 150ml contida em um béquer de 250ml, os resultados do OD, pH, CE, temperatura, salinidade e turbidez foram visualizados direto nos seus aparelhos de medição.

As práticas seguintes tiveram o objetivo de identificar alcalinidade e dureza da água. Foram utilizadas amostras distintas da lagoa do Vigário, de um poço próximo e água da torneira urbana para comparação como uma forma didática. Utilizou-se do auxílio dos seguintes instrumentos: pHmetro, balança analítica, vidrarias de laboratório em geral, indicadores químicos para titulação e cálculos estequiométricos encontrados na bibliografia.

Para detectar a alcalinidade utilizou-se o pHmetro, titulação com indicadores como fenolftaleína (F) primeiramente e posteriormente o verde bromocresol (B). Sob posse dos dois volumes (v) obtidos, efetuou-se os cálculos sob a fórmula:

$$\text{Alcalinidade (mgCaCO}_3\text{.L}^{-1}) = T \times Fc \times 10$$

$$T = (Fv + Bv) \quad Fc = 0,02$$

Para avaliação do parâmetro químico dureza foi utilizado os dados do pH da amostra de água e aplicou-se o método titulométrico utilizado com solução de EDTA 0,01 M com aproximadamente 1ml de solução tampão e sob auxílio do indicador Negro de Eriocromo para

obter a dureza total e posteriormente com auxílio do indicador Murexida para obter a dureza do Cálcio e Magnésio. Sob posse dos volumes obtidos na titulação, efetuou-se os cálculos sob a formulas:

$$\text{Dureza Total (mgCaCO}_3\text{.L}^{-1}) = \frac{\text{VEDTA (ml)} \times \text{Fc} \times 1000 \text{ml.L}^{-1}}{\text{VAmostra (ml)}} \quad \text{Fc} = \frac{\text{mgCaCO}_3}{\text{ml EDTA}}$$

$$\text{Dureza Cálcio (mgCaCO}_3\text{.L}^{-1}) = \frac{\text{VEDTA (ml)} \times \text{Fc} \times 1000 \text{ml.L}^{-1}}{\text{VAmostra (ml)}}$$

$$\text{mgCa.L}^{-1} = \text{Dureza Cálcio} \times \frac{40,08 \text{ mgCa .L}^{-1}}{100 \text{mgCaCO}_3}$$

$$\text{Dureza Magnésio (mgCaCO}_3\text{.L}^{-1}) = \text{Dureza Total} - \text{Dureza Cálcio}$$

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dentre os gases dissolvidos na água o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. É essencial para vida de organismos aeróbios que fazem parte dos corpos hídricos e indispensável para a estabilidade dos ecossistemas aquáticos. O oxigênio dissolvido é um dos parâmetros que são utilizados para determinar a qualidade da água e o impacto dos poluentes sobre os corpos hídricos. É tido como um bom indicador para a qualidade da água uma vez que, pode-se dizer que quanto maior a sua concentração no meio, melhor será o ambiente para os seres aquáticos aeróbicos. A incorporação do oxigênio dissolvido sob a água dependerá da atividade fotossintética das plantas aquáticas, da pressão do ar atmosférico e da temperatura (CETESB, 2018).

A presença de matéria orgânica no corpo hídrico promove a diminuição de oxigênio dissolvido no meio. Isso ocorre pela atividade dos organismos aeróbios na decomposição do material orgânico disperso no meio. A redução da concentração de oxigênio dissolvido permite a ocupação de organismos anaeróbios, causando odor considerado sob a água. A restituição do oxigênio dissolvido será promovida naturalmente pela fotossíntese e pela dissolução do ar sobre a água, já a aeração artificial é uma forma de introduzir o oxigênio de forma forçada no sistema aquático (VON SPERLING, 1996). De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), sua resolução 357 de março de 2005 estabelece que rios classificados em classe 2, o valor encontrado em qualquer amostra não deve ser inferior a 5mg/L e de classe 1, não inferior a 6 ml/L de oxigênio (BRASIL, 2005).

A temperatura é o valor encontrado pela avaliação de energia em forma de calor que o corpo recebe. Exerce grande importância no controle das espécies aquáticas, sendo assim considerado um parâmetro importante a ser observado no meio aquático e seu valor pode variar

entre 0 °C e 30 °C (SILVA et al., 2008). A CONAMA 357/05, não informa os padrões o descarte sob os corpos hídricos em sua resolução. A temperatura altera diretamente outros parâmetros da água, como o oxigênio dissolvido, porque quando eleva-se a temperatura o gás desprende-se do meio aquático e na contrapartida de uma redução de temperatura o gás tende a ficar retido e mais concentrado. Influenciando diretamente sobre a biota e decomposição da matéria por organismos aeróbios e anaeróbios (AMORIM, 2017).

O potencial hidrogeniônico (Ph), representa a medida dos ácidos em uma determinada solução. Caracteriza a concentração de íons de hidrogênio em uma escala que varia de 0 a 14, assumindo a neutralidade no valor intermediário de 7 (sete), sendo abaixo desse até 0 (zero) aumentando a acidez e acima desse até 14 (quatorze), indicando o aumento da alcalinidade. Sua origem natural é devido a dissolução das rochas, absorção de gases atmosféricos, decomposição da matéria orgânica, fotossíntese e origem antropogênica pelos descartes de águas cinzas, sanitárias e industriais nos corpos hídricos, quando não há tratamento do determinado efluente. Tem importância considerada no tratamento da água, pois o pH a níveis baixos promove a corrosividade e agressividade nas águas de abastecimento e em níveis mais altos pode provocar incrustações (VON SPERLING, 1996).

A salinidade é um fator importante para a classificação do ambiente. Definida como a composição iônica da água, baseada nos quatro cátions mais importantes, que são: cálcio, magnésio, sódio e potássio e os ânions: bicarbonatos, carbonato, sulfato e cloreto (MEDEIROS, 2016). A salinidade tem maior variação que a temperatura em um ambiente aquático devido as ações sobre esse meio, sendo assim os organismos desse habitat devem estar bem adaptados as possíveis variações da concentração de sais no ambiente aquático (MENDES, 2009). O CONAMA 357/05 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para as águas doces com salinidade igual ou inferior a 0,5%, águas salobras com salinidade superior a 0,5% e inferior a 30% e águas salinas com salinidade igual ou superior a 30% (BRASIL, 2005).

A condutividade elétrica é a medida da capacidade de uma solução aquosa tende a conduzir corrente elétrica devido a presença de íons. Essa propriedade sofre variação sob a concentração, temperatura, mobilidade e camada de valência de cada íon na solução. Seus valores são expressos em micro Siemens ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Não é encontrado um padrão para esse parâmetro na legislação brasileira, entretanto observa-se que mesmo que não afete a saúde humana, as variações na condutividade podem indicar e auxiliar na interpretação de dados sob ambientes aquáticos pelo cálculo dos sólidos totais (NOGUEIRA et al., 2015).

Segundo Von Sperling (1996), a turbidez representa o grau de interferência que a luz tem para transpassar a coluna d'água, obtendo uma aparência opaca devido aos sólidos em

suspensão. São originárias de partículas de rocha, argila, silte e microorganismos, mas também a turbidez está sujeita as águas de efluentes domésticos, industriais e processos erosivos. Embora não seja prejudicial a saúde humana, esteticamente é inconveniente sobre a potabilidade da água. Nogueira et al. (2015), mencionam que as partículas em suspensão podem ser de origem tanto mineral quanto orgânica e que pode prejudicar a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas.

A soma dos componentes químicos presentes em uma solução aquosa é denominado de sólidos dissolvidos totais (SDT) e é extremamente importante sobre o argumento de que quanto maior for a concentração dos SDT na água, menor a inserção da luz no ambiente aquático e conseqüentemente a diminuição da fotossíntese das plantas desse ambiente. Parâmetros físico-químicos são alterados quando há excesso dos sólidos dissolvidos na água causando modificações no paladar e oxidação no ambiente, devido às elevadas concentrações de íons orgânicos e inorgânicos, podendo assim, prejudicar a manutenção do ecossistema afetado. O limite de SDT segundo as Organização Mundial da Saúde (OMS) na água é de 1.000 mg.L^{-1} para águas doces (MENDONÇA, 2016).

Segundo Von Sperling (1996), a alcalinidade é a quantidade de determinados íons no meio aquático que sofreram reações a fim de neutralizar os íons de H^+ da solução. É um processo de averiguar o comportamento de tamponamento da água para conter as propriedades da solução de ter variações no pH, tanto para mais como para menos. Os componentes da alcalinidade são os bicarbonatos, carbonatos, ácidos carbônicos e raramente os hidróxidos e as atribuições desses é em função do pH. Para Marion et al., a água subterrânea com pH abaixo de 7 pode conter alguns sais que neutralizam ácidos e, portanto, ter alguma alcalinidade mensurável. Para determinar a alcalinidade usa-se o método da volumetria e pode ser expressa em mg.L^{-1} de CaCO_3 . Estas medidas são usadas na interpretação e monitoramento dos processos de tratamento de águas de abastecimento e residuárias (ANA, 2018). A alcalinidade promove alterações nos ambientes hídricos, provocando modificações sobre outros parâmetros físico-químicos da água e ecossistemas aquáticos (CRISTO et al., 2011). Esse parâmetro citado anteriormente, é importante no controle de tratamento de água, porém não tem um significância sanitária para a potabilidade da água, mas em concentrações mais elevadas assume paladar amargo (VON SPERLING, 1996).

A dureza da água é uma característica adquirida pela presença dos íons metálicos de cálcio, magnésio e em menor intensidade os de ferro e estrôncio. É uma característica indesejada uma vez que a água adquire sabor desagradável e também os sais desses constituintes em concentrações maiores impossibilitam a formação de espumas na água

ocasionados pela reação sobre os radicais dos ácidos graxos contido no sabão. Além disso pode acarretar a formação de incrustações nas tubulações (RUBILAR e UEDA, 2013).

O limite máximo de 500 mg.L^{-1} é estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que trata do padrão de potabilidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011).

Para redução da dureza, pode-se aplicar os processos de precipitação ou desmineralização por troca iônica (RICHTER, 2009). Classificam-se as águas segundo a dureza em: moles para menor de 50 mg.L^{-1} , moderada de 50 mg.L^{-1} à 150 mg.L^{-1} , duras de 150 mg.L^{-1} à 300 mg.L^{-1} e muito duras para os maiores de 300 mg.L^{-1} . Distintamente são classificadas em dureza temporárias onde o calor promove a formação de carbonatos insolúveis que ao precipitarem causam as incrustações em tubulações e dureza permanente que não é influenciada pela ação do calor, somente pelas substâncias alcalinas (RUBILAR e UEDA, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados e anotados na aula prática de laboratórios sobre amostras, estão descritos na Tabela 1 para o multiparâmetro, tabela 2 para o Oxímetro e Tabela 3 para o pHmetro e turbidímetro.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos no Multiparâmetro HI 769828

| Parâmetros | L. do Vigário | Mangue | Poço 01 | Poço 04 |
|---------------------------|---------------|--------|---------|---------|
| Temperatura (°C) | 19,51 | 19,60 | 21,1 | 18,78 |
| OD (mg.L^{-1}) | 2,88 | 3,91 | 3,89 | 1,95 |
| OD (%) | 31,6 | 43,1 | 43,8 | 20,6 |
| pH | 6,87 | 7,95 | 7,36 | 6,75 |
| CE (Ms^{-1}) | 279 | 3142 | 585 | 361 |
| Salinidade (%) | 0,31 | 1,84 | 0,31 | 0,19 |

Tabela 2: Parâmetros físico-químicos no Oxímetro DO-5519

| Parâmetros | L. do Vigário | Mangue | Poço 01 | Poço 04 |
|---------------------------|---------------|--------|---------|---------|
| Temperatura (°C) | | | 19,7 | 20,7 |
| OD (mg.L^{-1}) | | | 7,9 | 8,9 |
| OD (%) | | | 14,5 | 20,2 |

Tabela 3: Parâmetros no pHmetro PG1800 e Turbidímetro AP2000

| Parâmetros | L. do Vigário | Mangue | Poço 01 | Poço 04 |
|----------------------|---------------|--------|---------|---------|
| pHmetro (pH) | 7,09 | 7,6 | 7,22 | 6,8 |
| Turbidímetro (NTU) | 18 | 14 | 19 | 02 |

Dos parâmetros observados na Tabela 1, nota-se que a temperatura, oxigênio dissolvido, pH e salinidade, tiveram os menores valores para a amostra do poço 04, exceto a Condutividade Elétrica que obteve valor um pouco acima da mínima encontrada. Enquanto os dados do mangue foram os que mostraram os maiores valores dentre os parâmetros da Tabela 1, com exceção apenas da temperatura que obteve maior número na amostra do poço 01.

Os dados observados no oxímetro (Tabela 2) não seguem uma conformidade com os demais informados pelos outros potenciômetros de campo, multiparâmetro e pHmetro, sendo assim desconsiderados nessa discussão para dessa forma obtenha-se uma conclusão mais concisa e mais próximo possível de um argumento satisfatório para essa prática.

Os dados registrados pelo pHmetro (Tabela 3) mantiveram a mesma curva do multiparâmetro, dando pouca variação dos resultados obtidos. No turbidímetro o menor valor para turbidez da água foi observado para amostra do poço 04 e o maior valor encontrado foi no poço 01, sendo esse último muito próximo ao da Lagoa do Vigário.

Na amostra do Mangue o oxigênio dissolvido mostrou os maiores valores decorrente de atividade fotossintética, isso facilitando a elevação do pH decorrente ao consumo de CO₂. A salinidade e condutividade elétrica foi a mais elevada indicando proximidade com o oceano.

A Lagoa do Vigário obteve valores reduzidos de salinidade e condutividade elétrica provavelmente pela distância do litoral e baixa atividade externa sobre a coluna d'água. Não obstante disso, o pH e oxigênio dissolvido também com valores discretos decorrente a uma maior atividade de organismos aeróbios sobre a matéria orgânica e elevada atividade metabólica dos organismos aquáticos.

Dentre as amostras dos poços, os aparelhos mostram maiores valores para o poço 01 mostrando um pH alcalino próximo a neutralidade e oxigênio dissolvido pouco maior. A atividade fotossintética auxiliada pelo pH alcalino eleva o oxigênio dissolvido, embora possa ser dificultada sobre elevada turbidez do ambiente. Os valores menores observados no poço 04 mostram pouca atividade fotossintética e menor pH, mesmo sendo facilitada pela baixa turbidez do ambiente, indica um sistema fechado com pouca luz e baixa atividade de organismos aeróbios.

Em um segundo experimento sobre a alcalinidade da água, os resultados foram observados e anotados na prática de laboratórios sobre novas amostras da Lagoa do Vigário sendo descritos como Lagoa 01 e Lagoa 02. Foi também coletado uma amostra de um poço próximo sendo essa amostra indicada como Poço 01.

Tabela 4: Parâmetros e dados estequiométricos

| Amostras | pH | Fv / ml | Bv / ml | mgCaCO ₃ .L ⁻¹ |
|----------|------|---------|---------|--------------------------------------|
| Lagoa 01 | 8,52 | 9,4 | 100 | 21,88 |
| Lagoa 02 | 8,41 | 6,2 | 124 | 26,04 |
| Poço 01 | 8,44 | 17,8 | 230,5 | 49,50 |

No parâmetro de alcalinidade, as amostras apresentaram pH alcalino que pode estar associado a elevada atividade fotossintética da biota aquática. Nenhum dos três pontos de coleta da região apresentaram valores acima de 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃, ficando na faixa de 21,8 a 49,50 mg.L⁻¹ de CaCO₃. A amostra do Poço 01 foi o local em que encontrou a alcalinidade em maior nível, 49,50, e as lagoas 01 e 02, apresentaram os menores índices de alcalinidade, expressando valores de 21,88 e 26,04 mg.L⁻¹ CaCO₃. A maioria das águas naturais apresentam valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃ (SOUSA et al., 2018), o que figura as águas das amostras em baixas concentrações e dentro da faixa de referência.

Em um último experimento, agora com a dureza da água, dados foram obtidos de amostras denominadas: Torneira 01, Poço 01 e Poço 02 estão representados na Tabela 5:

Tabela 5: Parâmetros Químicos da amostra de água

| Amostra | pH | Dureza Total | Dureza Ca | Dureza Mg |
|----------|------|--------------|-----------|-----------|
| Torneira | 7,37 | 18 | 10 | 8 |
| Poço 01 | 6,45 | 122 | 56 | 66 |
| Poço 02 | 6,41 | 122 | 50 | 72 |

Os resultados das amostras na tabela 5 apresentam pH próximos à neutralidade, indicando uma dureza mole dado pelas baixas concentrações de carbonatos (ESTEVES, 2011). Claramente é observada as diferenças entre dureza das águas, ambos os poços de dureza moderada 122mg.L⁻¹ de CaCO₃ e a torneira dureza branda ou mole pois obteve 18 mg.L⁻¹ de CaCO₃. Para fins de consumo, não existe evidências de que a dureza gere problemas de ordem sanitária (VON SPERLING, 1996). Segundo a Portaria 2.914/2011, o limite máximo de 500 mg.L⁻¹ é estabelecido pela do Ministério da Saúde, que trata do padrão de potabilidade da água para consumo humano, indicando que as águas dos poços locais e da torneira estão em conformidade com as normas.

Na dureza mais elevada, a tendência da água é precipitar os seus constituintes, adquirindo maior transparência. Embora a amostra da torneira ter possuído menor dureza e visualmente maior transparência que as dos poços, devemos levar em consideração que a sua origem é diretamente de uma estação de tratamento de água e que passou por vários processos até chegar a sua potabilidade e liberada pela concessionária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo que os parâmetros analisados sofreram uma significativa variação dos dados decorrente da atividade microbiana em função do tempo que ficou armazenada, os resultados obtidos nessa prática permitiram aprender com as observações dos parâmetros físico-químicos da água e entender os eventuais impactos que podem modificar qualidade da água. De uma forma didática, com a apresentação dos parâmetros físico-químicos analisados, foi possível observar a possível presença de agentes oriundos de atividades naturais ou antropogênicas, e dessa forma, pode-se compreender a necessidade do entendimento dos diversos fatores para buscar formas para amenizar os danos que possam ser causados ao meio ambiente.

De acordo com as portarias do Ministério da Saúde e desconsiderando erros de titulação, evidenciou-se que águas acerca dos parâmetros analisados, não têm nenhum significado sanitário, bem como é incapaz de causar danos à saúde humana. Com isso pode-se concluir que as amostras são de locais preservados pelos usuários.

É importante ressaltar que analisar os parâmetros físico-químicos da água mesmo após tratamento do efluente é importante, pois devem ser controladas antes de liberar para os corpos hídricos por estarem sujeitos a afetar o meio ambiente de uma forma geral caso não estiver dentro dos parâmetros indicados pelas normas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, D. G.; CAVALCANTE, P. R. S.; SOARES, L. S.; AMORIM, P. E. C. Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 251-259, 2017.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Monitoramento da Qualidade da Água de Rios e Reservatórios**. Disponível em: < http://www.academia.edu/16993720/ANA_Monitoramento_da_Qualidade_da_Agua_de_Rios_e_Reservatorios_1> Acesso em: 11 de junho de 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 08 de junho de 2019.

BRASIL. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde**. Disponível em: < http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf> Acesso em 14 de junho de 2019.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Matéria Orgânica e Nutrientes**. São Paulo 2018. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/materia-organica-e-nutrientes/>>. Acesso em 08 de junho de 2019.

CRISTO, T. F. P.; SOUZA, J. G. S.; SILVA, S. F.; MORELI, A. P.; ALMAGRO, W. S.; HERMES, C. A. **Monitoramento do pH, Dureza e Alcalinidade da água em um sistema de produção de peixes com reutilização de água, durante a chuva**. In: **Anais do** Universidade do Vale do Paraíba. UNIVAP 2011. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0090_0056_01.pdf> Acesso em 14 de junho de 2019.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

MARION, A. F.; CAPOANE, V.; SILVA, J. L. S. Avaliação da qualidade da água subterrânea de um poço no campus da UFSM, Santa Maria - RS. **Ciência e Natura**, v. 29, n. 1, p. 97-109, 2007.

MEDEIROS, J. P. O. **Influência da salinidade na dispersão, diversidade de peixes e na pesca no estuário do rio Apodi/Mossoró (RN)**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Caicó RN. 2016. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3621/1/Influ%C3%Aancia%20da%20salinidade_Monografia_Medeiros.pdf>. Acesso em 09 de junho de 2019.

MENDES, N. E. F. **Caracterização química da matéria orgânica nos sedimentos do solo no manguezal e dinâmica de nutrientes nas águas superficiais e intersticiais no médio estuário do Rio Paciência em Iguaiá - Paço do Luimiar (MA)**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa -PB, 2009. Disponível em: <https://security.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e-dissertacoes/teses/2009/Tese_Nestor_E_M_Filho.pdf>. Acesso em 09 de junho de 2019.

MENDONÇA, A. M. **Confiabilidade dos parâmetros monitorados em águas por sonda multiparâmetros**. Dissertação de Mestrado em engenharia ambiental. Universidade Federal de Santa Maria, RS. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/2016nahead/1809-4457-esa-S1413-41522016131212.pdf>>. Acesso em 08 de junho de 2019.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca do município de Nerópolis**. Escola de engenharia civil e ambiental. UFG, 2015.

RAPOSA, M.V.; GOMES, J. B. **Qualidade da água de poços de abastecimento do bairro São José Operário do município de Juína - MT**. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. IFMT campus Juína. Campo Grande/MS. 2017. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/VIII-018.pdf>> Acesso em 15 de junho de 2018.

RICHTER, Carlos A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Edgard Blücher. 2009.

RUBILAR, C. S.; UEDA, A. C. **Análise físico-química de águas do município de Apucarana - PR**. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador BA. 2013. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/VIII-027.pdf>> Acesso em 15 de junho de 2018.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Universidade Federal do Amazonas, 2008. Disponível em: <<https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/38-4/PDF/v38n4a17.pdf>>. Acesso em 08 de junho de 2018.

SOUSA, S. S.; SILVA, W. S.; MIRANDA, J. A.; ROCHA, J. A. Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú - MA. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, 2016.

UCKER, F. E.; UCKER, A. P. F. B. G.; KEMERICH, P. D. C.; HRAGUICHI, M. T. SANTOS, F. C. V.; BORBA, W. F. Avaliação das alterações de oxigênio dissolvido e temperatura no Arroio Esperança. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 1, p. 2982-2987, 2014.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, v.01. 2ª. ed Minas Gerais: ABES, 1996.