

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA BACIA DO RIO CABELO – JOÃO PESSOA - PB

Thyago SILVEIRA (1)

(1) CEFET-PB, Rua Juiz Arnaldo F. Alves, 209, Jd. Cid. Universitária, CEP 58.052-315. João Pessoa - PB,
(83) 8856-4133, e-mail: thyago.silveira@gmail.com

RESUMO

A água é de grande importância para a humanidade. Desde a antiguidade as grandes cidades e civilizações se desenvolveram às margens dos rios. Neste sentido, a água assume caráter imprescindível para a sobrevivência dos povos. Entretanto, da mesma forma que a sua presença cria condições para a vida, a qualidade da água, pode também representar sérios riscos à saúde. No presente trabalho é apresentado um estudo experimental dos parâmetros físico-químicos de amostras de água da bacia hidrográfica do Rio Cabelo, localizado na cidade de João Pessoa - PB. Utilizando os procedimentos metodológicos de coleta em campo e processamento das análises em laboratório, foi possível obter dados de pH, Turbidez, Cor, Alcalinidade, Dureza, Acidez Total (acidez carbônica e acidez mineral), Oxigênio Dissolvido (OD) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO). Com os resultados obtidos gerou-se uma tabela comparativa com os valores do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que é o órgão regulador dos padrões de qualidade da água no Brasil, podendo-se concluir através dessa comparação que as amostras se comportam dentro dos padrões de normalidade aceitáveis pelo CONAMA.

Palavras-chave: água, parâmetros físico-químicos, bacia hidrográfica do Rio Cabelo.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Azevedo Netto (1987) a água constitui um elemento essencial à vida animal e vegetal. E se em outras épocas bastava procurar uma fonte ou um rio próximo para o abastecimento, atualmente o consumo seguro da água depende da qualidade do tratamento pelo qual ela passa.

A qualidade da água para o consumo humano deve ser considerada, portanto, como fator essencial no desenvolvimento das ações dos Serviços de Abastecimento de Água, quer públicos ou privados de maneira que a água distribuída ao usuário tenha todas as características determinadas pelas legislações vigentes. Sendo assim, Braga et al. (2003) explicita que é fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físico-químicas adequadas para a utilização dos seres vivos, devendo conter substâncias essenciais à vida e estar isentos de outras substâncias que possam produzir efeitos prejudiciais aos organismos.

A utilização cada vez maior dos recursos hídricos, segundo Mota (1995), tem resultado em problemas, não só de carência, como também na degradação da sua qualidade. Gradelha et. al (2006) enfatiza que nas últimas décadas tem se verificado uma diminuição quantitativa e qualitativa das águas superficiais, fato que pode ser atribuído às atividades desenvolvidas nas bacias hidrográficas, estando diretamente ligado ao desequilíbrio averiguado nesses ambientes.

No presente trabalho é apresentado um estudo experimental dos parâmetros físico-químicos de amostras de água da bacia hidrográfica do Rio Cabelo, localizado na cidade de João Pessoa – PB, com o objetivo de avaliar a qualidade físico-química e observar o estado de conservação do mesmo.

2. BACIA HIDROGRÁFICA

Rocha et al. (2000) define Bacia Hidrográfica como sendo um sistema biofísico e sócio-econômico, integrado e interdependente, que contempla as atividades antrópicas dos sistemas naturais, estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que define os divisores de água entre a bacia e outra adjacente.

Dessa forma, a bacia hidrográfica corresponde a uma unidade natural, ou seja, uma determinada área da superfície terrestre, cujos limites são criados pelo próprio escoamento das águas sobre a superfície ao longo do tempo. A bacia é resultado da interação água com outros recursos naturais (solo local, topografia, vegetação predominante e clima). Assim um curso de água independentemente do seu tamanho é sempre o resultado da contribuição de uma determinada área topográfica, que é a sua bacia hidrográfica (GRADELHA et. al., 2006).

Ainda segundo Gradelha et. al., (2006), o gerenciamento dos recursos naturais destinados ao consumo de água, em quantidade e qualidade, requer por parte da sociedade um maior entendimento sobre os recursos naturais, sobretudo os hídricos, uma vez que a água é vital à sobrevivência das espécies e não é um bem natural substituível.

3. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

Pontes e Schramm (2004) relatam que a água é essencial à vida, tanto em sua dimensão individual, quanto coletiva. E por ser um recurso escasso, finito e constituir-se num bem de primeira necessidade que vem sendo agravado pelo uso indiscriminado e desigual, é de fundamental importância que as atuais gerações desenvolvam a necessidade urgente de encontrar mecanismos para a sua gestão e conservação.

Nesse sentido, preservar a sua qualidade é uma ação indispensável para o consumo, uma vez que a sua ingestão afetará diretamente o bem estar de uma população.

Os parâmetros apresentados a seguir são fundamentais na análise e classificação da qualidade da água.

3.1 Parâmetros Analisados

3.1.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O termo pH (potencial hidrogeniônico) segundo (SAWYER et, al. 1994) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio. BRANCO (1986) informa que nas águas naturais as variações destes parâmetros são ocasionados

geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono (CO_2), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos. O pH indica se a água é ácida, básica ou neutra. A água é considerada neutra, quando o seu pH está em torno de 7; ela será ácida quando o intervalo estiver entre 0 e 7; e será básica quando estiver entre 7 e 14. Em água destinada à irrigação de culturas a faixa de pH adequada varia de 6,5 a 8,4. Valores fora desta faixa podem provocar deterioração de equipamentos de irrigação (AYRES & WESTCOT, 1991)

A resolução 357/2005 do CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE) determina que as águas destinadas ao abastecimento e ao consumo humano, devem conter seu pH na escala de 6,0 a 9,0.

3.1.2 Turbidez

Para Pinto (2003), a turbidez da água corresponde à alteração na penetração da luz, provocada por partículas em suspensão. Esse parâmetro limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio. Segundo Branco (1986), a precipitação dessas partículas perturba o ecossistema aquático. A água pode ser turva ou límpida.

Segundo Farias (2006), quando a água recebe certa quantidade de partículas que permanecem por algum tempo em suspensão ela é considerada turva. Estas partículas podem ser oriundas do próprio solo quando não há mata ciliar ou provenientes de atividades minerais, como portos de areia, exploração de argila, indústrias, ou mesmo de esgoto das cidades.

A turbidez é medida pela quantidade de luz refletida pela água de uma amostra. É um parâmetro adotado nas atividades de controle de poluição da água e de verificação do parâmetro físico nas águas consideradas potáveis. A turbidez aceitável pelo padrão CONAMA nº 357/2005 em águas naturais para abastecimento é de até 100 UNT ou uT (Unidade Nefelométrica de Turbidez).

3.1.3 Cor

A cor é uma característica estética e esta associada à presença de substâncias dissolvidas, materiais em suspensão. A cor pode ser de dois tipos: aparente e verdadeira. Cor aparente é aquela causada por material em suspensão, já a cor verdadeira é causada por materiais dissolvidos. Segundo o CONAMA nº 357/05 a água tratada deve ter cor aparente no máximo até 75 U.N.

3.1.4 Alcalinidade

Alcalinidade da água é representada pela presença dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato (APHA et al., 1995). A importância do conhecimento das concentrações destes íons permite a definição de dosagens de agentes floclulantes e fornece informações sobre as características corrosivas ou incrustantes da água analisada. Segundo Farias (2006), esse parâmetro é uma medida da capacidade de neutralização de ácidos e é devida, principalmente, a sais de ácidos fracos e bases fortes, e tais substâncias têm efeito tampão, resistindo à queda de pH resultante da adição de ácidos. A porção principal de alcalinidade em águas naturais é causada por hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos. Sawyer et. al. (1994) enfoca que a alcalinidade é uma determinação importante no controle do tratamento de esgotos devido a sua capacidade de tamponação.

3.1.5 Dureza

A dureza é provocada pela presença de sais de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). Não apresenta importância sanitária, mas o uso de uma água com excesso destes íons leva, a nível industrial, a problemas de incrustações, corrosão e a perda de eficiência na transmissão de calor em caldeiras e em sistemas de refrigeração.

A dureza é dividida em: temporária e permanente. A dureza temporária é também conhecida por “dureza de bicarbonatos”. Entretanto, os bicarbonatos de cálcio e magnésio, pela ação de substâncias alcalinas se transformam em carbonatos, que são insolúveis. Já a dureza permanente deve-se à presença de sulfatos ou cloretos de cálcio ou magnésio, que reagem com as substâncias alcalinas, formando também os carbonatos.

3.1.6 Acidez

Acidez total representa o teor de dióxido de carbono livre, de ácidos minerais, de ácidos orgânicos e sais ácidos fortes, os quais na hidrólise produzem íons de hidrogênio para a solução. Dividi-se em acidez carbônica e acidez mineral.

As águas naturais, em geral, têm uma reação alcalina, porém, a acidez não é necessariamente indesejável. A importância da determinação da acidez se prende ao fato de que sua variação brusca pode caracterizar o lançamento de algum resíduo industrial (ANDRADE e MACÊDO, 1996).

Como já citado, a maioria das águas é considerada alcalina, embora possa conter gás carbônico, ou seja, a água pode apresentar ao mesmo tempo, acidez e alcalinidade. O gás carbônico será o responsável pela acidez das águas naturais. Já a acidez mineral e a acidez orgânica são resultantes de resíduos industriais.

A acidez apresenta como inconveniente a corrosividade, em função disso, ressalta-se que uma água utilizada na indústria deva apresentar um pH acima de 8,3, acima deste pH não existe mais gás carbônico, reduzindo sua agressividade.

3.1.7 DQO (Demanda Química de Oxigênio)

A DQO se baseia no fato de alguns compostos orgânicos serem oxidados por agentes químicos oxidantes considerados fortes, como por exemplo, o $K_2Cr_2O_7$ (dicromato de potássio) em meio ácido, sendo o resultado final desta oxidação o dióxido de carbono e água. É a quantidade de O_2 necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico.

3.1.8 OD (Oxigênio Dissolvido)

O oxigênio dissolvido (OD) indica o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. A presença de oxigênio dissolvido é de vital importância para os seres aquáticos aeróbios. A introdução de OD no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico, e segundo Carmouze (1994) a sua determinação é significativa para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.

A concentração desse gás (O_2) na água varia principalmente com a temperatura e com a altitude e está diretamente relacionado com os processos de fotossíntese e respiração e/ou decomposição que, por sua vez, estão diretamente associadas com a intensidade luminosa e temperatura (ESTEVEZ, 1998). Quanto maior sua concentração, melhor a qualidade da água.

Este parâmetro é usado para verificar a qualidade das águas superficiais; o OD é o critério mais importante na determinação das condições sanitárias das águas superficiais. Segundo Farias (2006) um rio considerado limpo, em condições normais, apresenta normalmente, de 8 a 10 mg.L⁻¹. Essa quantidade pode variar em função da temperatura e pressão.

3.1.9 Odor e Sabor

Águas destinadas ao abastecimento público devem ser inodoras e insípidas. O tratamento preventivo é o mais eficiente na questão do odor e do sabor da água bruta, para essa forma de tratamento podemos usar o sulfato de cobre ($CuSO_4$), com o carvão ativado, com o Cloro (Cl_2). O cloro é a substância mais utilizada para eliminar o odor e o sabor que é causado pela presença das bactérias, algas, ferro, manganês e matéria orgânica.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Rio Cabelo está localizada na cidade de João Pessoa na Paraíba (Figura 01), entre as coordenadas 7°08'53'' e 7°11'02'' de latitude sul e 34°47'26'' e 34°50'33'' de longitude oeste e uma altitude média de 31,15m (LEITE et al., 2004).

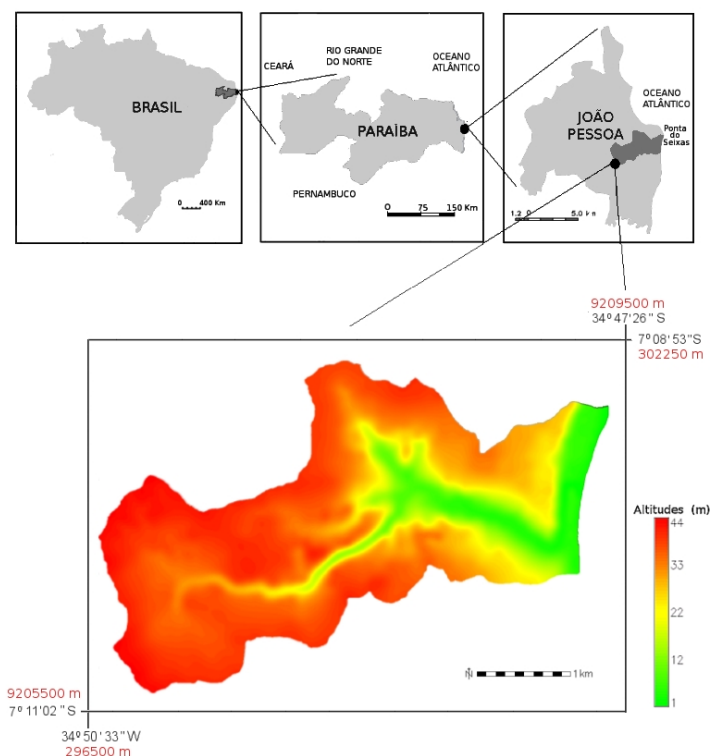


Figura 01 - Localização da bacia hidrográfica do Rio do Cabelo - João Pessoa – PB.
Fonte: Leite, 2005.

O principal rio da bacia é o Rio do Cabelo. O Rio Cabelo é um rio perene, com comprimento de 6,02 km e uma largura aproximada de 4 metros. Nasce ao lado do Complexo Penitenciário Sílvia Porto, no bairro de Mangabeira, e deságua no estuário da Penha. Possui uma área de 9,7 km², um perímetro de 17,54 km², de forma aproximadamente retangular (FARIAS, 2006).

A bacia hidrográfica do Rio Cabelo vem atualmente sofrendo por conta da expansão urbana desordenada e agressões ambientais de toda ordem. A bacia apresenta uma diversidade de ecossistemas, como a Mata Atlântica, o Manguezal e o Estuário Marinho.

Segundo Farias (2006), o Rio Cabelo é considerado um rio urbano de Classe III de acordo com a Superintendência de administração do Meio Ambiente (SUDEMA). E segundo a resolução 357/05 do CONAMA, suas águas podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

Farias (2006) enfatiza ainda que as principais utilizações da água superficial da bacia são: o abastecimento, recreação, dessedentação animal, irrigação, usos domésticos e diluição das cargas de efluentes domésticos e industriais.

4.2 Coletas das Amostras

As amostras de água do Rio Cabelo foram coletadas em dois pontos, no Sítio Justo Lacerda, localizado no bairro de Mangabeira e no Pesque-pague, localizado às margens da rodovia Costa do Sol, nas proximidades da praia do Seixas, ambas por volta da primeira semana de maio de 2006.

Foram coletados cerca de quatro litros, dois litros para cada amostra. Essas amostras foram levadas para o laboratório e armazenadas em um freezer e utilizadas em todos os procedimentos analisados.

4.3 Das Análises

As análises foram processadas durante os meses de julho e agosto do ano de 2006 nos laboratórios do Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFET – PB. Os procedimentos utilizados para o cálculo dos parâmetros estão discriminados a seguir.

4.3.1 pH – Potencial Hidrogeniônico

O cálculo do pH foi realizado a partir do método potenciométrico, que utiliza um aparelho eletrônico. Uma pequena quantidade foi adicionada em um frasco e colocada no aparelho, que automaticamente faz a leitura do valor do pH.

4.3.2 Turbidez

O método para o cálculo da turbidez é baseado na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas e a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão. Quanto maior a intensidade da luz espalhada maior será a turbidez da amostra analisada.

O turbidímetro é o aparelho utilizado para a leitura, este aparelho é constituído de um nefelômetro, sendo a turbidez expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

4.3.3 Cor

O procedimento para medição da cor se dá pelo processo de comparação de amostras, utilizando lentes com cores diversificadas. Coloca-se a amostra de água dentro de uma cubeta e posicionam-se as lentes, de forma a girá-las até o ponto onde a lente tenha cor semelhante à amostra. Esse é o ponto indicativo da classificação da cor da amostra d'água.

4.3.4 Odor e Sabor

Geralmente essa determinação é feita pelo odor já que o olfato humano é mais apurado que o palato.

4.3.5 Dureza, Acidez e DQO (Demanda Química de Oxigênio)

Para determinação destes parâmetros foi utilizado o método de titulação titulométrica do EDTA, que é o método mais comumente empregado na determinação desses parâmetros, sendo baseado na reação do ácido etilenodiaminatetracético (EDTA) ou seus sais de sódio que formam complexos solúveis quelados com certos cátions metálicos.

Segundo Oliveira e Fernandes (2007) o EDTA é um ácido cristalino, $C_{10}H_{16}N_2O_8$, que age como um agente quelante. A reação que ocorre num $pH = 10 \pm 0,1$, necessita de um indicador para assinalar o ponto final da reação. Quando os íons causadores da dureza, acidez, D.Q.O, D.B.O e alcalinidade tiverem sido complexados a solução muda de cor.

A nitidez do ponto final da titulação aumenta com o pH, mas este não pode ser aumentado indefinidamente para não ocorrer precipitação de $CaCO_3$ ou $Mg(OH)_2$. Além do mais, o complexo muda de cor em valores de pH elevados. O outro fator que melhora a nitidez do ponto final é a presença de magnésio que deve ser adicionada em pequena quantidade na forma de um sal complexometricamente neutro de EDTA.

4.3.6 O.D.

A determinação do OD é realizada pelo processo de titulação. Após a coleta das análises, no laboratório, é determinado a concentração inicial de oxigênio dissolvido (OD_i), por titulação com tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$) padronizado, em uma das séries. Logo em seguida, a amostra titulada é incubada a outra série por mais ou menos duas horas a uma temperatura de $20^\circ C$, no escuro. Após a incubação da amostra, determina-se novamente a concentração do oxigênio dissolvido (OD_f).

Por fim, é efetuado um controle da água de diluição sem semente, onde são cheios dois frascos de Winkler. Nesse momento, é medida a concentração de oxigênio dissolvido de um deles e, a do outro, após cinco dias de incubação. A água de diluição não deve apresentar consumo maior que 0,2 mg de O_2/L num período de incubação de 5 dias.

A expressão dos resultados do OD é expressa em mg O₂/L de água, conforme a seguinte fórmula [Eq. 01]:

$$\text{mg O}_2/\text{L} = (V_1 \times 0,025 \times fc \times 8000) / V_2 \quad [\text{Eq. 01}]$$

Onde:

V₁ = Volume (mL) de solução de Na₂S₂O₃ gasto na titulação da amostra.

V₂ = Volume (mL) da amostra.

fc = fator de correção volumétrica da solução do Na₂S₂O₃.

A expressão do resultado da DBO para cada diluição é [Eq. 02]:

$$\text{mg O}_2/\text{L} = (\text{OD}_i - \text{OD}_5) \text{ } 100 \% \text{ amostra} \quad [\text{Eq. 02}]$$

Onde:

OD_i = oxigênio dissolvido inicial em mg/L, determinado antes da incubação.

OD_f = oxigênio dissolvido em mg/L, determinado após cinco dias de incubação.

4.3.7 Alcalinidade

Os íons causadores da alcalinidade têm características básica, sendo assim, reagem quimicamente com soluções ácidas, ocorrendo a reação de neutralização.

A obtenção da alcalinidade é feita também pelo processo de titulação, entretanto, utilizando o indicador fenolftaleína. Ao adicionarmos fenolftaleína à amostra, surgindo uma coloração rosa, significa a possibilidade da presença de hidróxido, ou de carbonato, ou hidróxido/carbonato simultaneamente na amostra de água. A alcalinidade à fenolftaleína será quantificada utilizando um ácido de concentração conhecida, que adicionado quantitativamente à amostra neutralizará a alcalinidade presente, mudando a cor de rosa para incolor (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2006).

4.4 Dos Resultados

A partir dos procedimentos e cálculos dos parâmetros foi possível construir uma tabela com os valores encontrados (tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros do Rio Cabelo.

Parâmetros	Unidade	VMP	Resultados Sítio	Resultados Pesque-Pague	Órgão regulador
pH	UT	6 a 9	6,68	6,96	CONAMA
Turbidez	UNT	100	6,5	5,13	CONAMA
Cor	mg/L	75	35	40	CONAMA
Alcalinidade	mg/L	58	15	22,8	CONAMA
Dureza	mg/L	500	28	38	-
Ac. Carbônica	mg/L	-	1,5	13,5	MS
Ac. Mineral	mg/L	-	20	7	-
Ac. Total	mg/L	-	24	18	-
D.Q.O	mg/L	2,5	1,4	2,35	CONAMA
O.D	mg/L	> 5 mg/L	9,7	9,6	CONAMA
Cor	-	-	Turva	Turva	-
Sabor	-	-	Ruim	Ruim	-

5. CONCLUSÕES

Na tabela podemos observar que todos os valores encontrados estão dentro dos limites permitidos pela legislação. Esses valores indicam que apesar do Rio Cabelo ser um rio predominantemente urbano, ainda está com uma carga deteriorativa baixa, apesar de sofrer várias agressões diariamente.

Outro fator que foi evidenciado, conforme recomenda a legislação nº 357/2005 do CONAMA, foi que as águas do Rio Cabelo têm sido utilizadas para os seus fins determinados, com exceção de sua utilização no abastecimento para consumo humano.

A exceção observada foi quanto à cor e ao sabor das amostras, que levando em consideração as datas de coletas das amostras e a data do processamento das análises em laboratório, podemos concluir que elas deveriam ter sido analisadas em um menor espaço de tempo, o que não foi possível devido a alguns imprevistos no laboratório.

Mesmo com os parâmetros regulares, recomenda-se:

- Repetir as análises com amostras mais recentes;
- Comparar os resultados com os anteriores;
- Comparar os resultados com a **Portaria MS nº 1.469 de 29 de dezembro de 2000 da ANVISA**, que revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras.

Por fim, a composição físico-química do rio permanece estável e é controlada por uma série de fatores como clima, vegetação, características topográfica e geológica. Entretanto, o que ajuda na preservação, de certo modo, é a presença da mata ciliar ao longo da sua extensão, de forma a conservar suas características estudadas.

REFERÊNCIAS

- APHA – AWWA- WPCF. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19th edition. Wasghington D.C. American Public Health Association.1995.953p.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Estudos,irrigação e drenagem,29.Revisado 1º 2º edição.Tradução H.R. Ghety e J. f. de Medeiros, UFPB, Campina Grande-PB.1999.153p.
- AZEVEDO NETTO, J. M. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. 2ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987. v.1.
- BRAGA, B.et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003. 305p.
- BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 1993. 71p.
- BRANCO, S. M. Hidrologia aplicada à engenharia sanitária. 3ª ed. São Paulo. CETESB/ACATESB. 1986. 640p.
- BRASIL. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2005). Resolução CONAMA Nº 274 – 29 de novembro de 2000**. Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras.
- BRASIL. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2005).Resolução nº 357 - 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- CARMOUZE, J. P. O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. São Paulo - Editora Edgard Blücher – FAPESP. 1994. p.253
- ESTEVES, Francisco A;. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro - RJ, 2ª Edição; Interciência Editora, 1998.
- FARIAS, Maria S. Sobral de. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. Campina Grande, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFCG -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2006.
- GRADELHA, F. S. et al. **Análise preliminar dos elementos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana, MS**. In: Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.96-105.
- LEITE, E.P.F; FARIAS, M. S. S; SILVA, F.W. **Diagnóstico ambiental preliminar da bacia hidrográfica do rio do cabelo João Pessoa/Pb**.52p.2004.
- LEITE, E.P.F. **Caracterização hidrológica e de atributos físico - hídricos do solo dos solos da bacia hidrográfica do rio do Cabelo, utilizando sistemas computacionais livres**. UFCG/CCT. Doutorado Temático em Recursos Naturais. Campina Grande, 2005. Tese (Doutorado).
- MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200p.

OLIVEIRA, R., FERNANDES, C. **DETERMINAÇÃO DA DUREZA TOTAL (Dureza de Cálcio e Magnésio)**. Disponível em: < <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Dureza.html>> . Acesso em 03 de junho de 2007.

PINTO, A. Luiz;. **Saneamento Básico e Qualidade das Águas Subterrâneas**. In: Moretti, Edvaldo C. E Calixto, Maria José M. S. (Org.); Geografia e Produção Regional: Sociedade e Ambiente. Campo Grande-MS, Editora da UFMS; p.11 A 55.2003.

PONTES, Carlos Antonio Alves. SCHRAMM, Fermin Roland. **Bioética da proteção e papel do Estado: problemas morais no acesso desigual à água potável**. Cadernos de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 2004, v. 20, n. 5, p. 1319-1327.

SAWYER, C.N.; McCARTY, P.L.; PARKIN, G. F.. Chemidtry for envitonmental engineering. 4º ed. New York.McGraw-Hill Book Company. 1994. 658p.

TRATAMENTO DE ÁGUA, 2006. **Ensaio Analítico - Determinação da Alcalinidade**. São Paulo. **Disponível em :** <http://www.tratamentodeagua.com.br/a1/biblio/ensaio_analitico.php?cp=est&chave=13>. Acesso em 30 de agosto de 2007.