

XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE QUALITATIVA DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS EM PARTE DA PORÇÃO SEDIMENTAR DA REGIÃO DO BAIXO CURSO DO RIO PARAÍBA.

André Felipe Duarte Santos¹; Andréa Carla Lima Rodrigues²; Camila Macêdo Medeiros³; Heloísa Raquel Ferreira Amorim⁴

Resumo – Embora em menor grau que as superficiais, as águas subterrâneas podem ser poluídas pelas mais variáveis atividades humanas e uma vez poluídas, a sua recuperação é bem mais lenta e onerosa. Então se observa a importância de estudos sobre a qualidade das águas subterrâneas, a fim de uma maior proteção desses recursos, além de servir também como subsídio para efetivação da Política Nacional de Recursos Hídricos através do seu instrumento enquadramento dos corpos d'água. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das águas na porção sedimentar do Baixo Curso do Rio Paraíba, a partir de análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos de poços e rios da área. Após a análise dos parâmetros pode-se concluir que no geral, a qualidade das águas subterrâneas da área em estudo é considerada boa, com exceção de alguns locais pontuais que necessitam de um tratamento adequado para o consumo humano.

Abstract – Although to a lesser extent than the surface, groundwater is polluted by human activities and more variable once polluted, its recovery is much slower and more costly. Then he notes the importance of studies on groundwater quality in order to better protect these resources, and also serve as input for the execution of the National Water Resources through its instrument framework of water bodies. Given the above, this study aims to evaluate the quality of water in the sediment portion of the Lower Course of the River Paraíba, from analysis of physical, chemical and biological wells and rivers in the area. After analyzing the parameters can be concluded that overall, the quality of groundwater in the study area is considered good, except for some specific sites that require an appropriate treatment for human consumption.

Palavras-Chave – Qualidade de água, gestão de recursos hídricos, água subterrânea.

¹ Graduando do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande. Caixa Postal 505. CEP: 58100-970. Campina Grande-PB. Email: andrefelipeds@hotmail.com

² Professora Adjunta da Universidade Federal de Campina Grande. Caixa Postal 505. CEP: 58100-970. Campina Grande-PB. Email: acaralima@yahoo.com.br.

³ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande. Caixa Postal 505. CEP: 58100-970. Campina Grande-PB. Email: camilamedeirosm@gmail.com

⁴ Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária pela Universidade Federal de Campina Grande. Caixa Postal 505. CEP: 58100-970. Campina Grande-PB. Email: heloisarquel@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para todas as atividades humanas. No entanto, a carência de água potável é uma realidade em várias partes do mundo, principalmente devido à utilização predatória e a expansão de atividades poluidoras, isto vem ocasionando um aumento na exploração das águas subterrâneas, principalmente pelo seu baixo custo e excelente qualidade natural.

Diante deste avanço na utilização da água subterrânea, o disciplinamento do uso se faz cada vez mais urgente e imprescindível, visto que se trata de um recurso natural, limitado e dotado de valor econômico, cujo uso intensivo e insustentável pode ocasionar impactos negativos para o meio ambiente.

Embora em menor grau que as superficiais, as águas subterrâneas podem ser poluídas pelas mais variáveis atividades humanas, tais como a construção de fossas sépticas (fossas negras) próximas à aquíferos, o lançamento de esgotos domésticos diretamente no solo, além da utilização de agrotóxicos que ao longo dos anos infiltram-se no solo atingindo as águas subterrâneas, entre outras fontes de contaminação.

Uma vez contaminado, a recuperação do aquífero é muito lenta e, dependendo do contaminante, o aquífero levará bastante tempo para se restaurar, quando comparado com a despoluição das águas superficiais, além de ser um procedimento oneroso, podendo em alguns casos, até ser irreversível.

Então se observa a importância de estudos sobre a qualidade das águas subterrâneas, a fim de uma maior proteção desses recursos, além de servir também como subsídio para efetivação da Política Nacional de Recursos Hídricos através do seu instrumento enquadramento dos corpos d'água.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das águas na porção sedimentar do Baixo Curso do Rio Paraíba, a partir de análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos, visando auxiliar no processo de enquadramento das águas subterrâneas e superficiais. Baseando-se nos valores limites estabelecidos na portaria MS nº 518/04, resolução CONAMA nº 396/08 e CONAMA nº357/05.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Poluição das Águas Subterrâneas

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2007) as principais fontes causadoras da poluição e/ou contaminação das águas subterrâneas, de forma direta, são: a deposição de resíduos sólidos no solo, fossas negras, atividades agrícolas, atividades industriais, mineração, tanques de postos de combustíveis e os cemitérios. Dar-se ênfase a atividade agrícola, pois a água é utilizada para irrigação e abastecimento humano na área em estudo.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (2004), a agricultura é a maior consumidora de água no mundo (70%), seguida da indústria (20%) e do abastecimento (10%). (IBGE, 2004). Esforços consideráveis têm sido feitos para reduzir o consumo da água na indústria e nos lares, mas há muito que fazer na eficiência na irrigação agrícola. O aumento do uso, não sustentável, de água subterrânea para irrigação em zonas áridas é de particular gravidade.

Em 2002, para 53,5 milhões de hectares plantados, o Brasil utilizou 7,6 milhões de toneladas de fertilizantes (IBGE, 2004). Os três principais nutrientes exigidos pelas culturas são o nitrogênio, potássio e fósforo. Entre estes elementos, o nitrogênio é aquele que apresenta maior impacto sobre a água subterrânea, ocorrendo principalmente na forma de nitrato, este composto apresenta alta mobilidade na água subterrânea.

A qualidade da água em áreas de intensa atividade agrícola pode ser afetada diretamente pela salinização dos solos. A salinidade limita a retirada de água pelas plantas reduzindo o potencial total de água no solo e reduzindo a permeabilidade. Além disso, elementos como cloreto, sódio e boro, podem se tornar tóxicos às plantas ou causar desequilíbrios nutricionais em altas concentrações (PORTO *et al.*, 2004).

Caracterização Físico-Química das Águas Subterrâneas

Do ponto de vista hidrogeológico a qualidade da água subterrânea é tão importante quanto o aspecto quantitativo, sobretudo quando se tem em vista um uso específico da água a ser captada.

Levando em consideração que a água subterrânea geralmente possui qualidades apropriadas para o consumo “in natura”, precisando apenas de simples desinfecção, e

que de acordo com a legislação o uso prioritário é o abastecimento humano, é de fundamental importância o controle da água subterrânea e a sua proteção, através de um monitoramento, a fim de facilitar o conhecimento das características hidrogeológicas e da qualidade da água (CETESB, 1997).

O estudo hidrogeológico tem por finalidade quantificar e identificar as principais propriedades e constituintes químicos das águas subterrâneas. O conjunto de todos os elementos que a compõe permite estabelecer padrões de qualidade, classificando-a assim de acordo com seus limites estudados e seus diferentes usos.

Qualidade da Água

As características físico-químicas e bacteriológicas da água do poço necessitam ser adquiridas através de análises logo após a sua construção. Sendo é recomendado que a primeira análise seja a mais completa possível (JORBA, 1982).

A captação de água subterrânea através de poços, não é importante apenas no aspecto da vazão a ser obtida, a qualidade da água é outro fator a ser analisado, tendo em vista o uso proposto para a água a ser captada. Segundo Capucci (2001), o lento movimento da água subterrânea infiltrando-se no solo implica em um íntimo e duradouro contato com os minerais que formam a crosta terrestre. A água subterrânea aumenta o seu teor em substâncias no decorrer do seu movimento, a fim de alcançar um equilíbrio entre elas.

Também, devido a suas condições de circulação, as águas subterrâneas tendem a possuir menor teor de oxigênio dissolvido do que as superficiais. Os minerais dissolvidos na água subterrânea afetam seus usos específicos, se uma ou mais substâncias dissolvidas estiverem presentes em quantidade superior à que pode ser tolerada, a água deve ser submetida a um tratamento que as elimine ou as remova, de modo que possa servir para o fim pretendido.

A maioria das águas subterrâneas não possui matéria em suspensão e, praticamente nenhuma bactéria e em geral é límpida e incolor, diferentemente das águas superficiais, que na maioria dos casos são turvas e com considerável teor de bactérias. A água subterrânea é considerada de superior qualidade sanitária.

Padrões de Referência de Qualidade

Resolução Conama nº396/08

Em 2008, o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA instituiu a Resolução nº 396 que trata da classificação das águas subterrâneas e estabelece as diretrizes para seu enquadramento, sendo possível monitorar os aquíferos e suas fontes de poluição, protegendo assim a qualidade das águas subterrâneas. A Resolução nº 396/08 do CONAMA classifica as águas subterrâneas em seis classes de acordo com o uso a que forem determinadas e estabelece limites para os parâmetros de qualidade. A mesma define enquadramento como o estabelecimento de metas de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um aquífero de acordo com os usos preponderantes pretendidos ao longo do tempo.

Em seu artigo 13 §1º, estabelece que a frequência inicial de monitoramento deva ser no mínimo semestral e é definida em função das características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas dos aquíferos, das fontes de poluição e dos usos pretendidos.

Resolução Conama 357/05

A Resolução nº 357 de 2005 do CONAMA dispõe sobre a classificação dos corpos de águas superficiais e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

O enquadramento dos corpos de água é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei 9.433/97, e visa a assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Segundo a resolução CONAMA 357/05, as águas são divididas em doces, salobras e salinas e classificadas em 13 classes de acordo com a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, nesta classificação há o detalhamento do destino da água. Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe. Os parâmetros de qualidade de água selecionados para subsidiar a proposta de enquadramento deverão ser monitorados periodicamente pelo Poder Público.

A Portaria nº 518 de 2004 institui os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Esta portaria abrange a água proveniente de mananciais superficiais e subterrâneos. Define os padrões de potabilidade e seus respectivos Valores Máximos Permissíveis (VMP).

A principal referência legal sobre a qualidade da água superficial e subterrânea para consumo humano no Brasil é a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde. Ela foi criada a fim de preencher lacunas de responsabilidades diante a legislação, buscando uma melhor fixação para as configurações de abastecimento, fornecimento e consumo de água que deveriam estar sujeitas às ações de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Segundo a Portaria, toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão estabelecido. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias listadas no referido documento.

METODOLOGIA

Área de Estudo

A área de estudo está inserida na porção da Bacia Sedimentar Costeira Paraíba-Pernambuco inserida na Região do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba. Possui uma superfície total de aproximadamente 1.108,69 Km², compreendendo importante municípios do estado paraibano (de forma total ou parcial), como Bayeux, Cabedelo, Cruz do Espírito, João Pessoa, Lucena, Mari, Mulungu, Pedras de Fogo, Santa Rita, Sapé, São Miguel de Taipu.

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba é um dos sistemas hidrográficos mais importantes do semi-árido nordestino e é a segunda maior bacia do estado da Paraíba (a maior nele totalmente contida), compreendendo cerca de 38% do território estadual, drenando uma área de 20.127,17 km² (AESAs, 2006).

O relevo da região do baixo curso do rio Paraíba apresenta formas distintas, como os Tabuleiros Costeiros, as Planícies Interioranas e Costeiras e a Baixada Litorânea. No que diz respeito à vegetação, ainda é possível encontrar vegetação originária da Mata Atlântica e ecossistemas associados, ou seja, manguezais, campos de várzeas e

formações mistas dos tabuleiros, cerrados e restingas. Em outras áreas da região se destaca o agronegócio principalmente da cana-de-açúcar, abacaxi, inhame e mandioca.

Para fins de simplificação, a bacia sedimentar do Baixo Curso do Rio Paraíba foi dividida em sete zonas de gerenciamento (Figura 1) de acordo com as suas particularidades hidrológicas, geológicas e de uso do solo (ASUB, 2009). A zona escolhida para este estudo Zona 02, que foi definida como a área topograficamente delimitada pela Bacia do rio Soé, rio este que desemboca na foz do rio Paraíba, na cidade de Cabedelo. Esta zona abrange parte do município de Lucena e Santa Rita, possuindo uma área de 255,47 km². Não possui uma quantidade significativa de poços cadastrados, porém, a partir das visitas feitas na Região percebeu-se a intensa exploração da água subterrânea para irrigação, especialmente, de cana-de-açúcar.

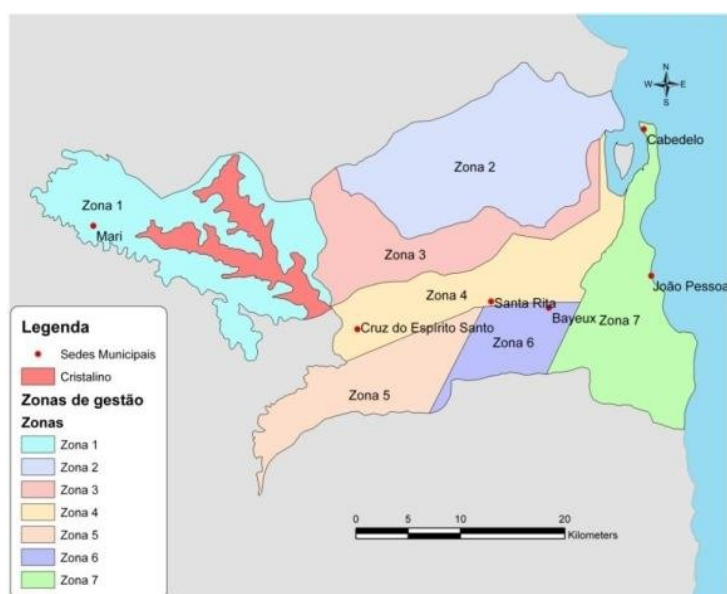


Figura 1: Zonas de Gerenciamento - ASUB (2009)

Pontos de Coleta

Foram escolhidos sete pontos, conforme apresentado na Figura 2, com distribuição geográfica que permitisse uma apropriada representação espacial da zona estudada. A escolha dos pontos foi limitada também pelo acesso para coleta da água, visto que a zona escolhida abrange locais muitas vezes inacessíveis

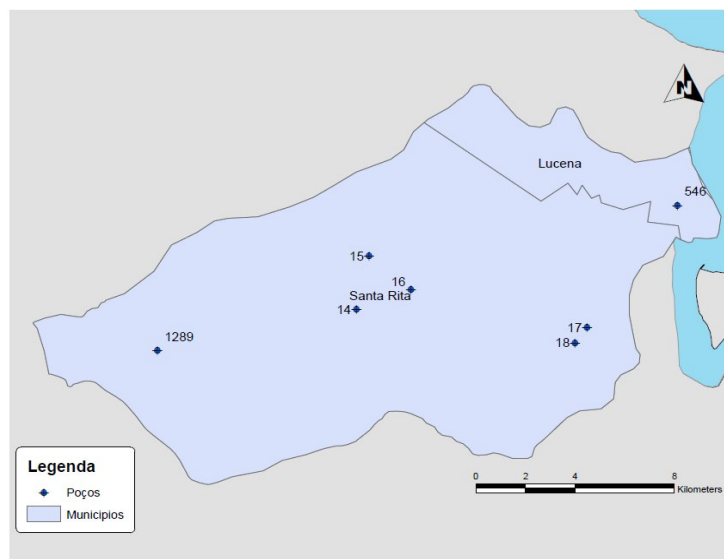


Figura 2: Localização espacial dos pontos de coleta

Dentre os sete pontos de coleta, quatro deles foram captados em poços e três em rios, a fim de considerar a interconexão entre as águas subterrâneas e superficiais. Na Tabela 1 estão apresentados todos os locais de coleta. Em visita a estes pontos observou-se que as águas subterrâneas e superficiais é utilizada para abastecimento humano e irrigação, sendo o consumo humano o uso mais restritivo, por este motivo, os valores das análises serão comparados com os limites recomendados da portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Tabela 1 – Coordenadas e localização dos pontos de coleta.

Ponto	Tipo	Longitude	Latitude	Localidade	Município
14	Superficial	280331	9226076	Rio Jacuípe (Japungu)	Santa Rita
15	Subterrânea	280894	9228304	Distrito de Lerolândia	Santa Rita
16	Subterrânea	282579	9225480	Rio Jacuípe	Santa Rita
17	Superficial	288477	9225296	Rio Pau-Brasil	Santa Rita
18	Subterrânea	289190	9224650	Poço Gravaçu	Santa Rita
546	Subterrânea	293309	9230445	Creche Menino Jesus Guia	Lucena
1289	Superficial	272366	9224336	Fundação Gov. Flávio Ribeiro Coutinho	Santa Rita

Procedimentos de coleta e Análises laboratoriais

Foram realizadas duas coletas para o monitoramento de variáveis físicas, químicas e biológicas das águas. A primeira foi desempenhada no período de novembro de 2010, início da época de estiagem e a segunda no mês de maio de 2011, início do período chuvoso.

No campo foram medidas as temperaturas, pH e fixados os reagentes nas amostras para posterior análise do oxigênio dissolvido no laboratório. As demais análises físico-químicas e bacteriológicas, tais como condutividade elétrica, dureza, turbidez, oxigênio dissolvido, DBO, nitrato, amônia, sólidos totais dissolvidos, bactérias heterotróficas e cloreto foram realizadas no laboratório de saneamento da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), tanto para as coletas do período chuvoso quanto para o seco. Além dessas análises, para o período seco foram realizadas também a de ferro e magnésio, no mesmo laboratório. Todas seguiram o método do APHA - *Standard Methods for the Examination of Water and WasteWater* (1998) e foram realizadas em triplicata para garantir a confiabilidade dos resultados. A relação dos parâmetros analisados para o monitoramento dos poços situados na Zona 2 encontra-se detalhadamente descrita na Tabela 2.

Já, na segunda etapa (período chuvoso) foram adicionadas as análises de cálcio, sódio, potássio e bicarbonato, realizadas no laboratório de salinidade da UFCG.

Tabela 2 – Parâmetros analisados no estudo

Parâmetro	Metodologia	Referência
Temperatura (°C)	Termômetro	APHA, 1998
Turbidez	Turbidímetro	APHA, 1998
pH	pH-metro	APHA, 1998
Condutividade elétrica (µS/cm)	Condutivímetro	APHA, 1998
Ferro	Método colorimétrico da Fenantrolina	APHA, 1998
Magnésio	Método titulométrico com EDTA	APHA, 1998
Sulfato	Turbidímetro	APHA, 1998
Cloreto	Método de Mohr	APHA, 1998
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Método titulométrico com EDTA	APHA, 1998
Oxigênio dissolvido(mg/L)	Winkler, modificação azida	APHA, 1998

N-amoniaco (µg/L)	Espectofotométrico do fenol	APHA, 1998
Nitrato (µg/L)	Coluna redutora de cádmio	APHA, 1998
Nitrito (µg/L)	Método colorimétrico	APHA, 1998
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	Método gravimétrico	APHA, 1998
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	Método do plaqueamento (Pour Plate)	APHA, 1998

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados da apreciação da estatística básica a fim de avaliar os dados obtidos nas análises para cada parâmetro no período de estiagem e chuvoso, respectivamente.

Tabela 3 – Estatística básica para a 1ª coleta

PARÂMETROS	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Temperatura (°C)	26,2	29	20,7	2,81
pH	5,9	7,64	4,2	1,28
CE (µS/cm)	198,2	499,6	54,41	207,59
Dureza mg/L(CaCO₃)	60,1	232	14	82,14
Turbidez (UT)	1,1	2,4	0,29	0,84
OD (mg/L)	2,6	3,4	1,7	0,71
DBO (mg/L)	0,1	0,6	0	0,23
Nitrito (mg/L)	0,0	0,000019	0,000013	0,000003
Nitrato (mg/L)	0,4	0,82556	0,000295	0,44
N-amoniaco (mg/L)	0,00002	0,000026	0,000013	0,000004
SDT (mg/L)	393,6	867	207	232,57
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	40,9	87	9,0	23,5
Cloreto (mg/L)	29,1	77,29	8,8	25,68
Ferro (mg/L)	0,2	0,28	0,07	0,08
Magnésio (mg/L)	13,1	34,32	5,64	12,04

Tabela4 – Estatística básica para a 2ª coleta

PARÂMETROS	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Temperatura (°C)	26,5	27,6	25,2	0,76
pH	6,0	8,04	4,25	1,40
CE (µS/cm)	315,3	1270	65,47	449,13
Dureza mg/L(CaCO₃)	74,8	226,7	13,3	88,45
Turbidez (UT)	4,6	9,99	0,26	4,72
OD(mg/L)	2,9	4,1	1,67	0,84
DBO (mg/L)	0,8	1,86	0,09	0,67
Nitrito (mg/L)	0,0	9,78E-05	1,09E-05	0,000038
Nitrato (mg/L)	0,0	0,00026	0,000112	0,00
N-amoniacal (mg/L)	0,00006	0,000174	1,06E-05	0,000056
SDT (mg/L)	608,3	1590,7	151,33	508,72
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	89,6	268	0,0	95,1
Cloreto (mg/L)	30,8	119,37	6,2	39,80
Cálcio (mg/L)	12,4	45,5	2	16,64
Sódio (mg/L)	35,7	170,89	5,63	60,67
Potássio (mg/L)	2,1	8,19	0,78	2,69
Bicarbonatos (mg/L)	47,7	218,07	3,9	79,47

A condutividade elétrica indica a capacidade das águas naturais de transmitir a corrente elétrica em função das substâncias dissolvidas. Mesmo não sendo um parâmetro do padrão de potabilidade, a condutividade elétrica constitui em um importante indicador, pois relaciona à concentração de material dissolvido na água. Analisando os resultados do ensaio da condutividade elétrica, observa-se que para a primeira coleta os pontos de água subterrânea 15 e 546 apresentaram valores altos, sendo considerados normais nas águas subterrâneas, uma vez que as mesmas apresentam grande quantidade de sais dissolvidos proveniente da dissociação das rochas.

Para a segunda coleta apenas o ponto 17 apresentou valor alto. Como este ponto de coleta é superficial, possivelmente o acréscimo foi dado devido à chuva de alguns dias anteriores à coleta carreando sais do meio onde escoou. Porém a coleta realizada no período chuvoso apresentou uma média maior que a primeira, entretanto com desvio maior, pois apenas uma amostra teve alto valor. Já para a análise de sólidos dissolvidos

totais apenas o ponto 17 apresentou, no período chuvoso, valor maior que o permitido na Portaria nº 518 para consumo humano.

No momento da coleta foi aferida a temperatura das amostras, por tratar-se de um parâmetro importante, uma vez que acelera as reações químicas e reduz a solubilidade dos gases. Para as duas coletas, as temperaturas das amostras resultaram em valores equivalentes, 26,2°C e 26,5°C, apresentando, as águas superficiais, temperaturas maiores, pois estão em contato direto com a atmosfera.

A turbidez é causada por matérias sólidas em suspensão, sendo este maior em locais de solos erodíveis, pois a precipitação pode carrear partículas argilosas, siltosas ou arenosas, fragmentos de rocha e óxidos metálicos do solo. Comparando os resultados de turbidez com o valor estabelecido pela Portaria MS nº 518/04, nenhuma amostra apresentou valor em desconformidade para a primeira coleta (período seco). Já na época chuvosa apresentou valores alto em três pontos, certamente causado pelo material carreado pelas chuvas.

No geral, as águas são ácidas, apresentando valores em torno de 6,0, alguns locais apresentaram pH bastante baixo à exemplo dos pontos 14, 15, 18 e 1289, podendo chegar até 4,2, bem abaixo do valor mínimo recomendado pela portaria de 6,0.

O pH é uma medida indireta do potencial que a água tem de provocar danos (corrosões, incrustações) em tubulações. Águas com pH muito baixo tendem a ser corrosivas, já as que possuem pH muito alto geralmente são incrustantes. Além dessas propriedades, o pH é utilizado também como indicador de estabilidade química da água.

Quanto a dureza às águas são classificadas com dureza moderada, valor médio de 60,1 mg/L(CaCO₃) na época de estiagem e 74,8 mg/L(CaCO₃) na época chuvosa. Águas duras são inconvenientes porque o sabão não limpa eficientemente, aumentando seu consumo, e deixando uma película insolúvel sobre a pele, pias, banheiras e azulejos do banheiro.

Os resultados das análises de nitrogênio apresentaram valores muito baixos e, portanto, dentro dos limites estabelecidos pela portaria para consumo humano, podendo-se presumir que as águas da zona estudada não estão sofrendo uma grande poluição visto que, os resíduos de produtos protéicos provenientes de esgotos, por exemplo, são ricos em nitrogênio e se decompõem em nitratos na presença de oxigênio de acordo com o ciclo do nitrogênio.

O ferro também apresentou valores abaixo do limite de 0,3mg/L recomendado pela Portaria, sabe-se que o ferro apesar de não apresentar inconveniente sanitário, confere cor e sabor a água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Além disso, traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. As águas que contêm ferro caracterizam-se por apresentar cor elevada e turbidez baixa.

Com relação aos íons sódio e potássio, apenas o rio Pau-Brasil, ponto 17, apresentou valores altos na época de chuva. Já o magnésio, que pode provocar efeito laxativo, teve resultado alto em dois pontos superficiais, 17 e 1289 na época caracterizada como início do período seco. Na análise de cloreto, que é utilizado como indicadores da contaminação por esgotos sanitários, podendo-se associar a elevação do nível do cloreto em um rio com o lançamento de esgotos sanitários, observou-se que todos os pontos analisados encontram-se dentro do limite de 250mg/L, porém o ponto 17 também apresentou o maior teor de cloreto dentre todas as amostras.

O oxigênio dissolvido (OD) é um parâmetro importante para expressar a qualidade de um ambiente aquático. A concentração de OD na água é função da pressão, da temperatura, ao nível do mar e à temperatura de 20°C, a concentração de OD é 9,2mg/L. A diminuição da concentração de OD se dá de maneira natural nos corpos de água, devido à respiração dos organismos e também pela perda a atmosfera, mineralização da matéria e oxidação dos íons. As análises de oxigênio dissolvido apresentaram valores baixos, em torno de 2,5 mgO/L, esperava-se valores maiores nos corpos de água superficiais em relação aos subterrâneo pelo contato daqueles com a atmosfera, no entanto, em alguns pontos observou-se o contrário, sendo portanto necessário estudos mais apurados sobre esse parâmetro na área estudada. A análise de DBO, que é o parâmetro fundamental para o controle da poluição das águas por matéria orgânica, apresentou valores muito baixos.

Para avaliar a qualidade bacteriológica dessas águas, foi feito a contagem de bactérias heterotróficas, apresentando todas as análises valores dentro do limite da portaria, sendo estas bactérias definidas como microrganismos que demandam carbono orgânico como fonte de nutrientes, fornece informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma vasta. As bactérias heterotróficas servem de indicador auxiliando da qualidade da água, ao fornecer informações adicionais sobre

eventuais falhas na desinfecção, colonização e formação de biofilmes no sistema de distribuição (DOMINGUES et al, 2007).

CONCLUSÃO

Após a análise dos parâmetros pode-se concluir que no geral, a qualidade das águas subterrâneas da área em estudo é considerada boa, com exceção de alguns locais pontuais que necessitam de um tratamento adequado para o consumo humano. Observa-se também que a qualidade das águas superficiais da área apresentou qualidade inferior quando comparado às águas subterrâneas, visto que essas estão mais susceptíveis a contaminação por estarem mais expostas. Esse resultado era esperado, pois a área estudada encontra-se em processo inicial de urbanização. No entanto, sendo essa urbanização intensificada, as águas, tanto superficiais quanto subterrâneas, podem sofrer alterações reduzindo sua qualidade. Reforça-se assim, a necessidade de uma política de gestão eficiente, principalmente através da aplicação dos instrumentos de outorga e enquadramento, para a preservação das águas na zona 2 da Região do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa se insere no âmbito do projeto “Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a gestão das águas subterrâneas”, - ASUB, financiado pelo MCT/FINEP/CTHIDRO. Os autores agradecem a todas as instituições mencionadas e ao grupo de pesquisadores do projeto ASUB-PB. E, ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA-AWWA-WPCF (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, 19th edition. New York: American Public Health Association.

BRASIL (1997). Lei Federal nº. 9.433 de 08 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Senado, Brasília.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *Indicadores de Qualidade das Águas*. São Paulo: CETESB, 1997

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005); *Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional*. Brasília. Brasil.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2008). Resolução nº. 396 de 03 de abril de 2008. *Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências*. Brasília.

CAPUCCI, EGMONT et al. *Poços Tubulares e outras Captações de Águas Subterrâneas: Orientação aos Usuários*, Serla, Rio de Janeiro, 2001.

COSTA, M. L. M. (2009). “*Estabelecimento de Critérios de Outorga de Direito de Uso para Águas Subterrâneas*”. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, 128 p, 2009.

JORBA, A.F., ROCHA, G.A. *Manual de operação e manutenção de poços. Departamento de Águas e Energia Elétrica*, 2ª edição, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - Brasil 2004*. Disponível em: <<http://www2.Ibge.gov.br/pub/>> Acesso em: 20 março 2005

INSTITUTO GEOLÓGICO (IG); COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB); DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). *Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo*. São Paulo: IG, CETESB, DAEE, 1997.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. (2004). Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. *Atualiza as disposições da Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000*. Brasília, 2004.

PARAÍBA (2006). *Plano Estadual de Recursos Hídricos*. Relatório Final. João Pessoa: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.

FUNCEME (2009). *Qualigraf*. Disponível on-line em: <http://www.funceme.br/>.

PORTO, E.R.; BRITO, L.T.L.; SOARES, J.M. “*Influência no solo da salinidade do rejeito da dessalinização usado para irrigação*”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., Cuiabá, 2004. Cuiabá: ABAS, 2004. CD-ROM.

PROJETO ASUB (2009). *Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a Gestão das águas Subterrâneas*. Relatório Técnico Parcial nº01. Universidade Federal de Campina Grande-PB.