

Eixo Temático ET-05-013 - Recursos Hídricos

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO COCHOS DO MUNICÍPIO DE IGARACY-PB

Paloma Mara de Lima Ferreira¹, Ana Paula Campos Xavier¹, Fagner França da Costa¹,
Franciédna Maria da Silva²

¹UFPB – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – PPGECA, ²UFPA – Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais – PPGSA.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar a qualidade da água do reservatório de Cochos numa abordagem espacial, verificando a distribuição dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, destacando sua variabilidade no período de maior e menor ocorrência de precipitações. Os dados de qualidade de água foram obtidos por meio Ferreira (2014), no qual realizou o monitoramento limnológico no reservatório Cochos pertencente ao município de Igaracy-PB. Foram selecionados seis parâmetros de qualidade de água, dentre eles: temperatura da água, potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD) Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Coliformes Fecais ou Termotolerantes (CTT). A espacialização foi realizada em ambiente SIG, e o método de interpolação utilizado foi o IDW. Os resultados mostram forte influência sazonal sob a maioria dos parâmetros analisados, os níveis OD e P excederam os limites aceitáveis, em termos sanitários o grupo CTT apresentaram níveis superiores a 1600 NMP/100ml. Como análise da espacialização da qualidade da água do reservatório Cochos pode-se notar que alguns parâmetros estão elevados na região Sul do reservatório localizada mais próxima da área urbana da cidade, as áreas que não sofrem influência direta ou indireta do perímetro urbano não apresentam grandes alterações na qualidade da água. Enfim, o uso de SIGs facilita a integração de grande quantidade de dados e avaliação dos mesmos, pois o uso de mapas temáticos configura-se em um conjunto valioso na análise de dados.

Palavras-chaves: Monitoramento limnológico; Água superficial; Análise espacial; IDW.

INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais relacionados ao uso dos recursos naturais têm recebido cada vez mais destaque. Segundo Vasco et al. (2007), a água é o recurso que causa impactos mais perceptíveis, mais imediatos e mais graves à população. Limitações de disponibilidade de água em quantidade e qualidade interferem grandemente na qualidade de vida das pessoas (BARBOSA et al., 2015).

A crescente necessidade de utilização dos recursos naturais tem se intensificado gradualmente nas últimas décadas, principalmente, devido ao crescimento urbano e industrial acelerado o que vem provocando a constante degradação de tais recursos, principalmente quando se fala em água, atingindo níveis críticos que se refletem na deterioração do meio ambiente aquático.

A qualidade da água é medida visualmente através da cor devido à importância atribuída ao valor estético, porém não é possível diagnosticar suas condições apenas com a aparência, pois muitos dos efluentes emitidos nos corpos hídricos que interagem com a água não são visualmente identificados e podem provocar a contaminação do ambiente (COSTA et al., 2012). Sperling (2005) cita que os requisitos de qualidade da água são estabelecidos em função de seus usos previstos. Dessa forma, torna-se necessário os estudos de análises de água para a determinação dos possíveis impactos ambientais tanto em ambientes hídricos naturais quanto em ambientes artificiais como reservatórios (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

O conjunto de reservatórios são vistos como unidades integrantes de bacias hidrográficas e que possuem uma importância estratégica, especialmente, para esta região semiárida. Pois, garante o abastecimento urbano e rural, dos municípios envolvidos e também influência no desenvolvimento econômico local (FERREIRA et al., 2016).

Segundo AESA (2018), o sistema de reservação do Estado da Paraíba, atualmente, proporciona uma capacidade de armazenamento de 3.906.773.462 m³, distribuídos nas suas 11 Bacias Hidrográficas. O conjunto de reservatórios são vistos como unidades integrantes de bacias hidrográficas e que possuem uma importância estratégica, especialmente, para esta região semiárida. Pois, garante o abastecimento urbano e rural, dos municípios envolvidos e também influencia no desenvolvimento econômico local. Por estarem situadas na zona semiárida, têm como principais problemas hídricos a escassez e qualidade da água, prendendo-se aos aspectos de gestão como um dos instrumentos necessários para combater a escassez de água e garantir o abastecimento humano.

A qualidade da água de reservatórios é tradicionalmente monitorada e avaliada com base na coleta de dados limnológicos (CUNHA et al., 2013). É importante para verificar a sua situação e os seus problemas emergentes, bem como para definir planos, prioridades e programas para o gerenciamento da qualidade da água e avaliar a efetividade das medidas tomadas (MACHADO; BATISTA, 2016).

No monitoramento da qualidade da água, é importante a espacialização dos resultados. (LOPES et al., 2015). As informações obtidas por meio da análise das amostras podem ser espacializadas por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O uso de SIGs tem demonstrado ser uma ferramenta de grande valia na espacialização da qualidade da água. Visto que, constitui-se em ferramenta ampla e complexa de análise, que permite várias possibilidades, esta tecnologia tem sido alvo de crescente utilização no planejamento ambiental com forte adesão na gestão dos recursos hídricos, planejamento e gestão da bacia hidrográfica como um todo.

Técnicas de análises espaciais introduzidas com o geoprocessamento facilitam a tarefa de integração e espacialização dos dados (HARTMANN et al., 2010). A utilização destes recursos tecnológicos é proposta como instrumento articulador do processo de integração entre o planejamento ambiental e a gestão dos recursos hídricos.

Vários trabalhos têm utilizado métodos para estimativa da espacialização de variáveis, utilizando-se de interpoladores presentes nos SIGs (BORGES; SANTOS, 2017; BARBOSA et al., 2015; GUEDES, 2012, MENESES et al., 2009). Os interpoladores são ferramentas matemáticas que atribuem valores relativos a alguma variável em pontos inseridos num campo de valores já existente, transformando dados discretos em contínuos (SURFER, 1999). O método de interpolação IDW (*Inverse Distance Weighted*) é mais comumente usado para identificar e mapear padrões espaciais da superfície terrestre (OLIVEIRA Jr, 2016). Este método estima um valor para um local não amostrado como uma média dos valores dos dados dentro de uma vizinhança (MIRANDA, 2005).

OBJETIVO

Analisar a qualidade da água do reservatório de Cochós numa abordagem espacial, verificando a distribuição dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, destacando sua variabilidade no período de maior e menor ocorrência de precipitações.

METODOLOGIA

Localização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido no reservatório Cochós pertencente ao município de Igaracy-PB, localizado na microrregião de Piancó com afluência na bacia do Rio Piancó, sub bacia hidrográfica do Piancó Piranhas Açu. De acordo com o IBGE (2010), Igaracy possui aproximadamente 6.600 habitantes com área territorial de 192 km². O Reservatório Cochós

possui volume máximo de 4.199.773 m³, responsável pelo abastecimento total da cidade e pelo desenvolvimento de atividade agropecuária no entorno e a jusante do mesmo, as margens do riacho cochos (Figura 1).

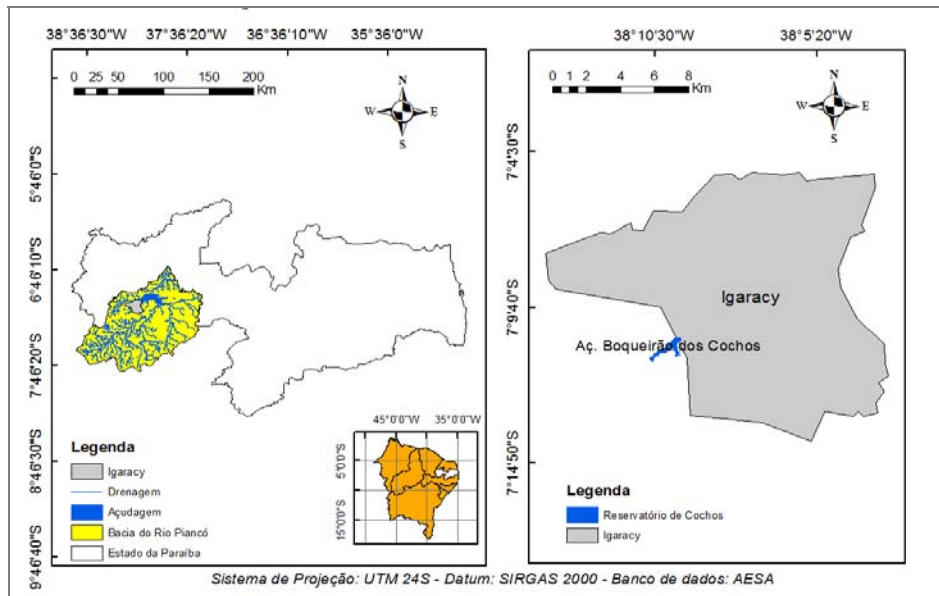


Figura 1. Localização da área de estudo.

Totalmente inserido na região semiárida, as temperaturas são elevadas durante o dia, amenizando a noite, com variações anuais dentro de um intervalo 23 a 30° C, com ocasionais picos mais elevados, principalmente durante a estação seca (Santos et al., 2016). O regime pluviométrico, além de baixo é irregular com médias entre 400 a 700 mm/ano. No geral, caracteriza-se pela presença de apenas 02 estações: a seca que constitui o verão, cujo clímax é de setembro a dezembro e a chuvosa denominada pelo sertanejo de inverno. A rede de drenagem é do tipo intermitente e seu padrão predominantemente dentrítico, devido à existência de fraturas geológicas, mostra variações para retangular e angular (Simões, 2015).

Monitoramento da qualidade da água

Os dados de qualidade de água foram obtidos por meio do trabalho realizado por Ferreira (2014), no qual o monitoramento limnológico teve como base a medição de 21 parâmetros físico-químicos, durante o período de novembro de 2013 a julho de 2014. As amostras para análises da água foram coletadas superficialmente com profundidade de 50 cm armazenadas seguindo recomendações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011), para tanto foi selecionado 8 pontos amostrais georeferenciados (Tabela 1).

Alguns parâmetros foram analisados *in loco*, tais quais, temperatura do ar, temperatura da água, turbidez, transparência da água (disco de *Secchi*), oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) e sólidos dissolvidos totais (SDT). Os parâmetros físico-químicos analisados em laboratório foram: cor, nitrogênio (N), fósforo (P) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO5) seguindo recomendações metodológicas preconizadas no *Standard Methods* (APHA, 1998). Todas as análises de água foram realizadas em laboratórios de análises de água, solos e alimentos da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, campus Pombal-PB.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos amostrais no reservatório Cochós.

PONTOS	DESCRIÇÃO	COORDENADAS	
		Longitude	Latitude
(P1) – Ponto 1	Ponto de captação de água da CAGEPA	-38.1608	-7.178233333
(P2) – Ponto 2	Tomada de água para perenização do Riacho Cochós a jusante do reservatório	-38.16259722	-7.177925
(P4) – Ponto 3	Ponto de coleta de água em carros pipas para abastecimento, melhor acesso para lazer	-38.16384167	-7.180877778
(P3) – Ponto 4	Área central do reservatório sob influência de efluentes da indústria de tecelagem próxima	-38.16393889	-7.182927778
(P5) – Ponto 5	Concentração de pequenas moradias rurais e atividade agropecuárias	-38.16297778	-7.184172222
(P6) – Ponto 6	Ponto de ligação de um reservatório a montante	-38.16301667	-7.185488889
(P7) – Ponto 7	Concentração de pequenas moradias rurais e atividade agropecuárias	-38.17175833	-7.186008333
(P8) – Ponto 8	Faixa mais protegida com existência mata ciliar melhor conservada	-38.175175	-7.187977778

Para este estudo foram selecionados seis parâmetros de qualidade de água, dentre eles: temperatura da água (T), pH, Oxigênio Dissolvido (OD), Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Coliformes Fecais ou Termotolerantes (CTT). Na Tabela 2 estão representadas as variáveis de qualidade das águas selecionadas e limites da Resolução CONAMA nº 357/2005 para classes 2.

Tabela 2. Variáveis de qualidade das águas monitoradas.

VARIÁVEIS	UNIDADES	LIMITES CONAMA		TÉCNICA/ INSTRUMENTO	REFERÊNCIA
		357/2005	Classe II		
<i>T</i>	°C	-	-	Oxímetro	APHA, (1998)
<i>pH</i>	Adimensional	6,0 a 9,0	-	pHmetro	APHA, (1998)
<i>OD</i>	mg/L O ₂	≥5	-	Oxímetro	APHA, (1998)
<i>P total</i>	mg/L P	0,030 (Lênticos)	-	Espectrofotometria	APHA, (1998)
<i>N total</i>	mg/L N	1,27 (Lênticos)	-	Espectrofotometria	APHA, (1998)
<i>CTT</i>	NMP/100mL	1000	-	Tubos Múltiplos	SILVA et al. (2010)

Tratamento dos dados

A organização e tratamento das informações de qualidade da água foram realizados com o auxílio do Excel 2016. Para a análise espacial da distribuição da qualidade da água no reservatório Cochós durante o período estudado foi verificado que os meses com registro de menor ocorrência de chuvas foram de novembro de 2013 a março de 2014 chamado nesse estudo de período seco, e os meses de maio de 2014 a julho de 2014 apresentaram registro de maior ocorrência de chuva, chamado de período chuvoso.

Para a organização dos dados da qualidade da água foram agrupados todos os pontos georeferenciados para cada parâmetro em duas tabelas, divididas por período, seco e chuvoso. Assim, foram geradas um total de 12 (doze) tabelas, referente a todos os parâmetros analisados, o que possibilitou a análise da variação e distribuição da qualidade da água ao longo da área reservatório cochós por período de ocorrência de chuvas e por parâmetro.

Análise espacial dos resultados

A espacialização foi realizada no software ArcMap (versão 10.2 da ESRI), O método de interpolação utilizado, o *Inverse Distance Weighted* (IDW), baseia-se na dependência espacial,

ou seja, parte do princípio de que quanto maior for a distância de um ponto em relação ao outro, menor deverá ser a correlação entre seus valores.

Isto é, a interpolação ou ponderação pelo IDW é baseada na distância ponderada de um ponto amostral. Segundo Barbosa (2006), a ponderação é atribuída a pontos amostrais através da utilização de um coeficiente que controla como a influência da ponderação irá diminuir a medida que a distância a partir do ponto desconhecido aumenta.

Os valores dos parâmetros referentes aos 8 pontos de coleta foram associados as coordenadas geográficas (latitude-longitude) de cada período. Esses foram os dados de entrada da interpolação e ao final obteve-se um mapa com isoparâmetros. Como resultado da interpolação espacial, foi gerada uma imagem na qual se observa alguns dos parâmetros de qualidade da água distribuídos ao longo da área do Reservatório Cochós.

RESULTADOS

O Reservatório Cochós é enquadrado na classe 2 de qualidade da água segundo a Resolução do CONAMA 357/05, tem sua variação espacial demonstrada segundo as Figuras de 2 a 7. A temperatura da água foi medida há uma profundidade entre 45 cm a 50 cm da superfície da lâmina da água, observando-se que em média a temperatura variou no período seco de 29,90 °C a 31,67 °C, e no período chuvoso de 27,73 °C a 28,53 °C.

Observa-se na Figura 2 que a distribuição espacial da temperatura (T) foi mais elevada no período seco no ponto P3 na região mais central do reservatório, esse ponto é o de melhor acesso para aos usuários e ao aporte de sedimentos decorrentes do escoamento superficial. Isso também pode ser confirmado quando se observa o mapa do período chuvoso quando nesse mesmo ponto foi observado menores temperaturas. A queda na T é comum devido ao aumento da ocorrência de precipitações. De modo geral, não houve variações significativas entre os valores observados.

Esse parâmetro desempenha um papel importante no meio aquático, condicionando o controle de uma série de parâmetros (CETESB, 2018), em águas de reservatório, as mudanças bruscas de T podem causar efeitos drásticos às comunidades bióticas e alterar as características químicas da água.

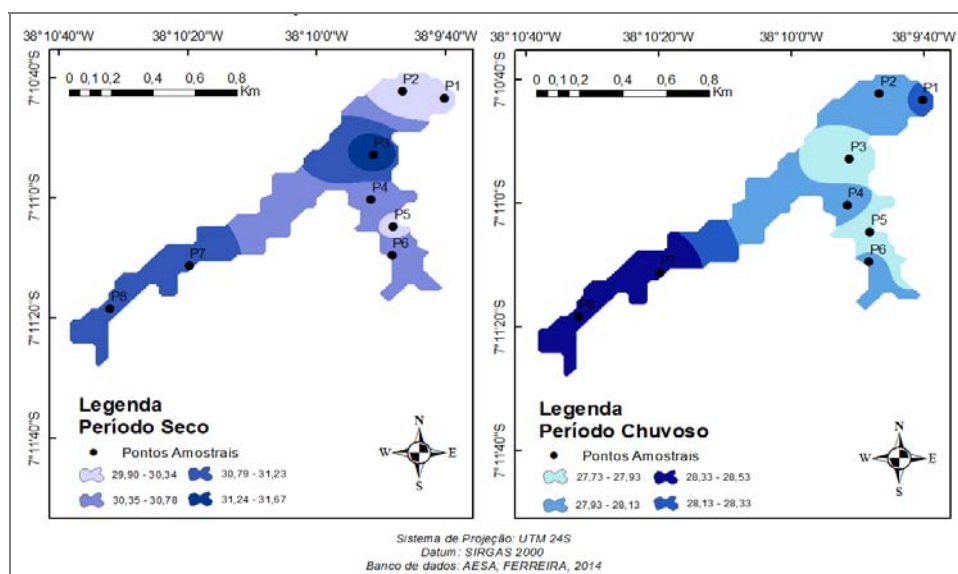


Figura 2. Distribuição Espacial da T da Água Superficial do Reservatório Cochós.

Ao analisar o período de estudo, verificou-se que os valores de pH permaneceram superiores a 7,00 em todas as campanhas amostradas, apresentando variação entre 7,71 a 8,14, o

período seco, e entre 7,21 a 7,54 no período chuvoso, conforme mostra a Figura 3, caracterizando águas com caráter de neutralidade a levemente alcalino, mantendo em harmonia com o designado na Resolução do CONAMA 357/05, que fixa valores de pH entre 6 e 9 para Águas Doces Classe 2. Como na região não há fortes pressões industriais estes baixos valores de pH estão coerentes com relação aos usos da água do reservatório, apontando certa homogeneidade entre os pontos amostrais.

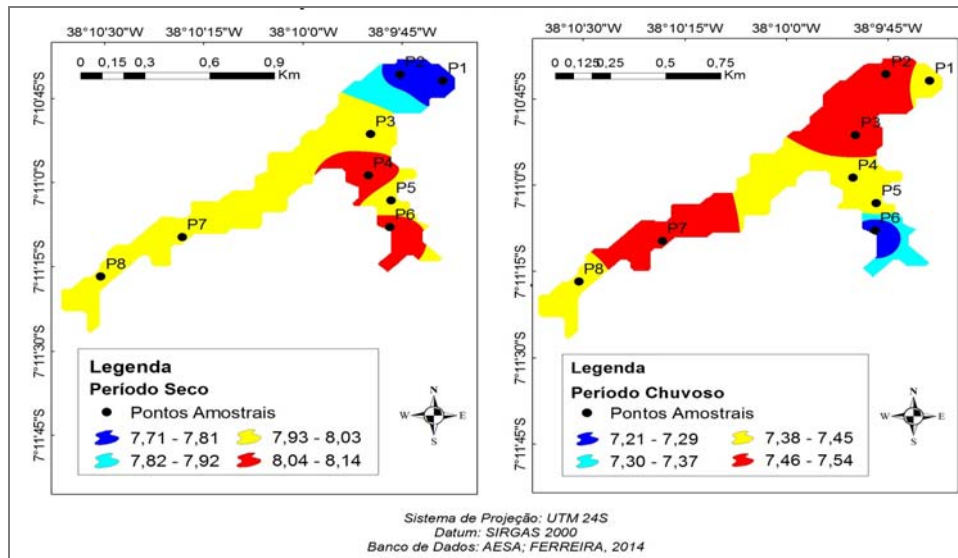


Figura 3. Distribuição Espacial do pH da Água Superficial do Reservatório Cochós.

Na Figura 4 apresenta a espacialização dos valores de Nitrogênio, este parâmetro constitui um dos nutrientes essenciais ao crescimento de algas e plantas aquáticas, podendo causar sérios problemas aos corpos hídricos, principalmente, em reservatórios e açudes. Ao analisar os mapas do período seco e chuvoso, percebe-se que os teores de N total mantiveram-se em torno de 0,062 a 0,081 mg/L e 0,074 a 0,107 mg/L, respectivamente. De modo geral, os valores estiveram inferiores ao limite estipulado pela resolução do CONAMA 357/05, que referencia os valores de N Total inferiores a 1,27 mg/L para ambientes lênticos.

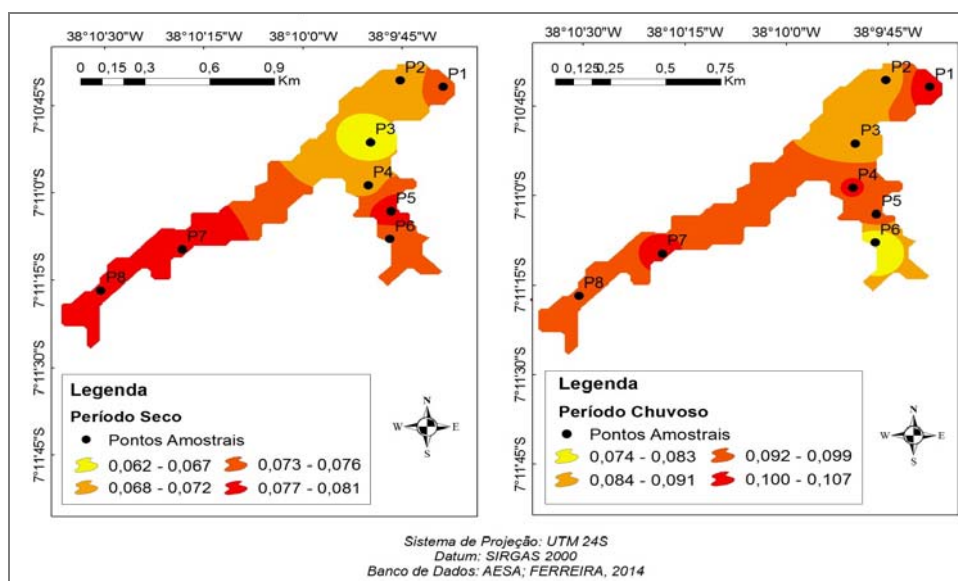


Figura 4. Distribuição Espacial do N da Água Superficial do Reservatório Cochós.

Quanto ao Fósforo Total (P) no Reservatório Cochós variou em média entre 0,113 a 0,123 mg/L durante o período seco enquanto no período chuvoso variou entre 0,013 a 0,020 mg/l (Figura 5). A resolução do CONAMA preconiza valor máximo de 0,030 mg/L de P de referência, valor este superado durante o período de estiagem. Observa-se na Figura 5, que no período de chuvas houve um declínio nos níveis de P, com a ocorrência de precipitações, apesar favorecer ao maior arraste de partículas, e outros componentes, através do escoamento superficial também pode ocasionar a diluição de nutrientes em decorrência do aumento do volume de água no reservatório nesse período.

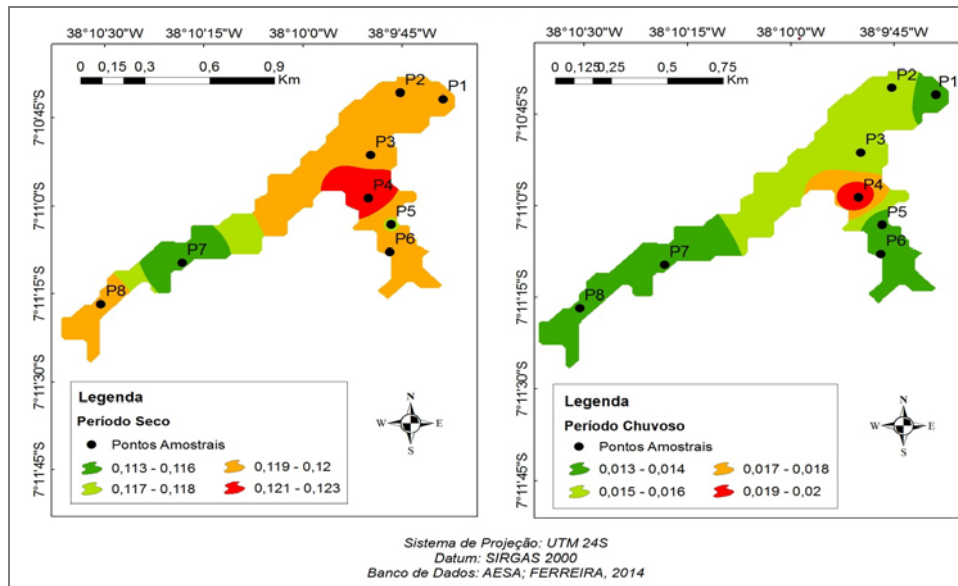


Figura 5. Distribuição Espacial do P da Água Superficial do Reservatório Cochós

O OD apresentou variações sazonais significativas entre os períodos de estiagem e de chuvas (Figura 6). No período seco, as concentrações de OD em média se apresentaram-se, com valores na superfície da água variando de 5,40 a 8,83 mg/L. Observa-se que o OD sofreu influência sazonal diretamente proporcional ao aumento da ocorrência de precipitações, onde à medida que ocorreu o aumento do volume de água, maior foram as concentrações médias de OD observadas, e quando menor o volume menor as concentrações.

De modo geral as concentrações de OD do reservatório mantiveram-se com variações entre 1,6 e 11,9 mg/L, a Resolução CONAMA nº 357/2005, determina que valores de OD devem ser superiores a 5 mg/L para águas de classe 2, em média os valores observados mantiveram-se em concordância ao preconizado na resolução, com exceção no mês de junho de 2014 que apresentou valores inferiores.

A Figura 7 demonstra os valores de CTT, assim como nos parâmetros anteriores citados o mesmo padrão sazonal, no qual os maiores valores do índice coincidem com o início embora o curto e intenso período de chuvas com diminuição significativa desses níveis no período seco. Variaram entre 17 a 237 NMP/100 mL no período seco e 40 a 551 NMP/100 mL no período chuvoso.

Os CTT são o grupo de bactérias mais significativas na avaliação de poluição sanitária. A Resolução CONAMA nº 357/2005 determina que em águas doces de classe 2, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, valor este em média não ultrapassado durante o período estudado. Embora, no início do período chuvoso foi verificado em particular no mês de maio de 2014 as estimativas foram superiores a 1600 NMP/100ml para os pontos P4 e P6.

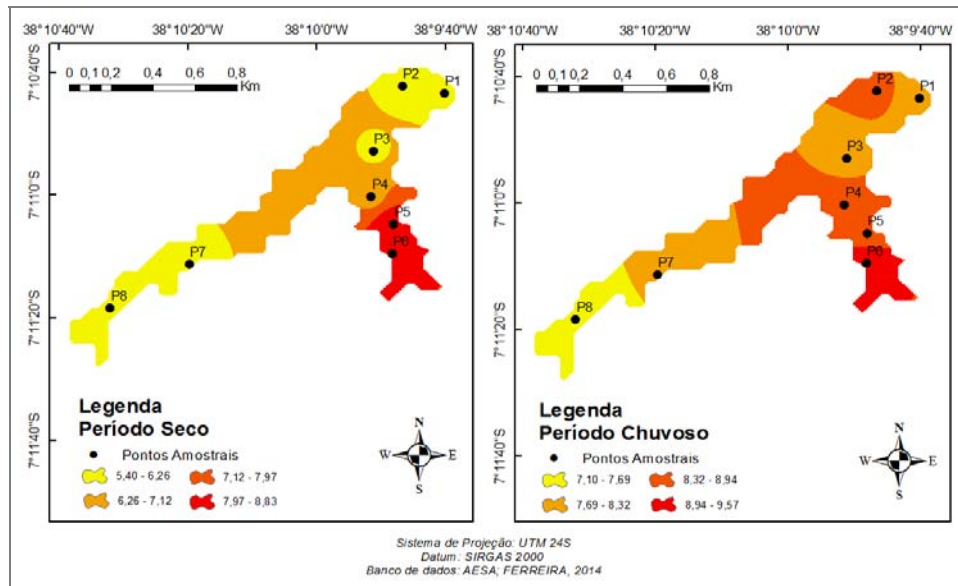


Figura 6. Distribuição Espacial do Oxigênio Dissolvido Médio da Água Superficial do Reservatório Cochós.

Na Figura 7 ainda observa-se que as maiores elevações de CTT concentraram-se nos pontos P4, P5 e P6 para ambos os períodos, sendo estes pontos marcados pela forte influência das atividades antrópicas do município de Igaracy – PB. O lançamento de esgotos sem tratamento das residências rurais e urbanas e carga orgânica animal quando em excesso pode caracterizar perda significativa da qualidade da água trazendo prejuízos para as populações locais por se tratar de um reservatório de abastecimento. O ponto P2 demonstrou os menores valores de CT provavelmente devido a maior fiscalização por se tratar do ponto de captação de água pela CAGEPA para abastecimento do município.

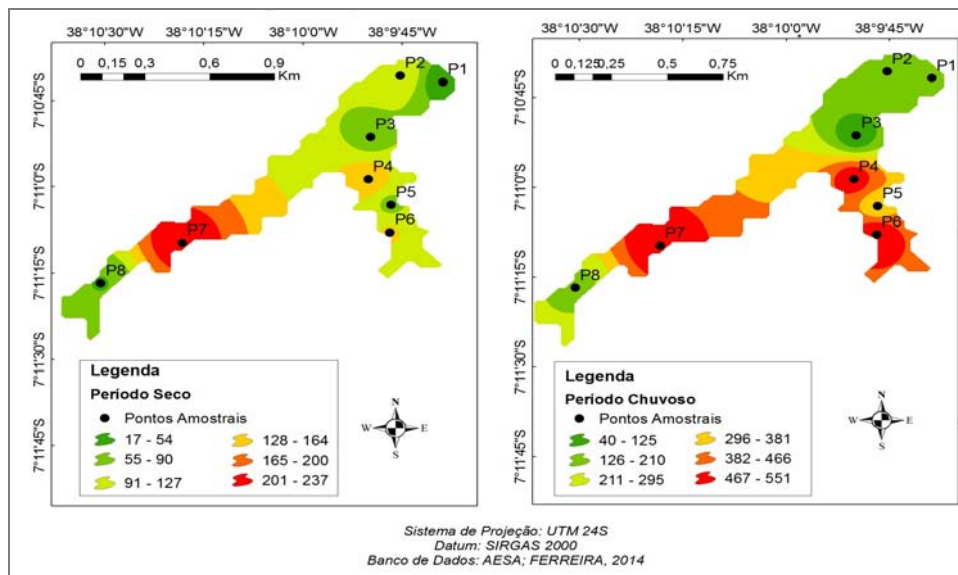


Figura 7. Distribuição Espacial dos Coliformes Termotolerantes Médios da Água Superficial do Reservatório Cochós.

É importante ressaltar que em termos de saúde pública, os aspectos sanitários devem ser enfatizados, de modo que ao estudar o comportamento dos indicadores de poluição de origem

fecal, pode-se obter evidências de possíveis lançamentos de esgotos domésticos em corpos hídricos.

Como análise geral da espacialização da qualidade da água superficial do reservatório Cochos pode-se notar que alguns parâmetros estão elevados na região Sul do reservatório localizada mais próxima da área urbana da cidade, as áreas que não sofrem influência direta ou indireta dessa área não apresentam grandes alterações na qualidade da água. Ainda é evidente na análise espacial a forte influência da sazonalidade sobre a qualidade dos padrões da qualidade da água do reservatório Cochos. Contudo, é importante ressaltar que tendo em vista que o reservatório recebe pequeno aporte de efluentes domésticos e influências das atividades agropecuárias ao entorno fora dos padrões adequados de lançamento, tendo em vista que o município de Igaracy-PB apresenta infraestrutura de saneamento básico deficitária sem existência de rede tratamento de esgoto na área.

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que, no geral, os parâmetros analisados apresentam-se em harmonia com os limites permitidos pela legislação vigente - Resolução CONAMA nº 357/2005, com exceção do P e o OD. Uma análise geral da espacialização da qualidade da água superficial do Reservatório Cochos, observa-se facilmente através dos mapas gerados a forte influência sazonal sob o comportamento na maioria dos parâmetros estudados. Visto que, conforme há mudanças das condições climáticas, os parâmetros limnológicos tentem a acompanhar as condições do ambiente. Sobretudo, é evidente que as influências das atividades antrópicas podem intensificar essas alterações sobre a qualidade do corpo hídrico, pois a forma tanto do uso do solo quanto da água possui influência direta na alteração da qualidade da água. Contudo, é importante destacar que o uso de SIGs facilita a integração de grande quantidade de dados e avaliação dos mesmos, pois o uso de mapas temáticos configura-se em um conjunto valioso para análise de dados.

REFERÊNCIAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/site/a-bacia/>> Acesso em: 25 jun. 2018.
- ANA - Agência Nacional de águas. ANA: **Guia nacional de coleta e preservação de amostras:** água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Organizadores: Carlos Jesus Brandão. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 326 p., 2011.
- APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater.** 20th ed. Washington: American Public Health Association. 1998.
- BARBOSA, J. P. M. Utilização de método de interpolação para análise e espacialização de dados climáticos: o sig como ferramenta. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 17, p. 85-96, 2006.
- BARBOSA, G. D.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; VIDALA, C. M. S.; CAVALLINIA, G. S. Monitoramento espacializado da qualidade da água de poços artesianos no município de Rio Azul. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 10, n. 4, p. 617-622, 2015.
- BORGES, P. G.; SANTOS, D. A. C. Uso de técnicas de geoprocessamento para análise da distribuição espacial dos teores de ferro das águas subterrâneas no município de Catu – Bahia. In: Anais do simpósio regional de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Salvador/Bahia, 2017.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. CETESB: Variáveis de Qualidade de água. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente **Resolução CONAMA nº 375, de 17 de março de 2005**. Brasília - DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

COSTA, I. B. C.; OLIVEIRA, S. M. L.; SANTOS, J. W. M. C. Avaliação da qualidade da água do reservatório de manso através do sensoriamento remoto orbital (LANDSAT-5/TM). **Biodiversidade**, v. 11, n. 1, p. 31-42, 2012.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C.; LAMPARELLI, M. C.; MENEGON JUNIOR, N. Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005-2009). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 159-168, 2013.

FERREIRA, P. M. **Caracterização Limnológica do Reservatório Cochoso na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, PB, 2014.

FERREIRA, P. M. L.; SOUSA, T. M. I.; COSTA, F. F.; SILVA, F. M.; QUEIROZ, M. M. F. Monitoramento limnológico do reservatório cochoso na Bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu, Igaracy, PB. In: Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 4: Congestas, 2016.

GUEDES, T. O. **Espacialização da qualidade da água na bacia do Rio Gramame**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, 2012.

HARTMANN C.; BULLA, L. A. S.; FELLINI B. D. Emprego de Mosaico de médio formato e do Geoprocessamento na definição dos limites técnicos para extração de areia do baixo rio Jacuí-RS, Brasil. **Revista Gravel**, v. 8, n. 1, p. 9-19. 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?codmun=251210&idtema=1&search=paraiba|igaracy|censo-demografico-2010:-sinopse->>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

LOPES, H.; SOBRAL, M. C.; GUNKEL, G.; CANDEIAS, A. L.; MELO, G. Comportamento espacial da clorofila-a no reservatório de Itaparica, rio São Francisco. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 20, n. 3, p. 475-484, 2015.

MACHADO, M. T. S.; BAPTISTA, G. M. M. Sensoriamento remoto como ferramenta de monitoramento da qualidade da água do Lago Paranoá (DF). **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 21, n. 2, p. 357-365, 2016.

MENEZES, J. M.; PRADO, R. B.; SILVA JR, G. C.; MANSUR, K. L.; OLIVEIRA, E. S. Qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos - RJ. **Eng. Agríc.**, v. 29, n. 4, p. 687-698, 2009.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005.

OLIVEIRA JR, H. S. **Monitoramento e mapeamento das águas subterrâneas de abastecimento urbano do município de Mossoró-RN**. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Universidade Federal Rural do Semiárido, 2016.

SANTOS, J. A.; MEDEIROS, L. C. S.; ANDRADE, S. R. Cenário de escassez e luta pela água doce no município de Princesa Isabel (PB), Nordeste seco do Brasil. In: Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 4: Congestas 2016.

SIMÕES, J. F. **Açudagem na Paraíba: estudo de caso barragem Poço Redondo**. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

SPERLING, V. M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

SURFER. User's Guide. Golden Software Inc. USA. 1999.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Represas Artificiais**. In: TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VASCO, A. N.; ROSA, A. H.; RIBEIRO, D. O. et al. **Avaliação da qualidade da água de poços freáticos de uma área do estuário do Rio Vaza Barris**. Aracaju: EMBRAPA, 2007.