

QUALIDADE AMBIENTAL DE DOIS RESERVATÓRIOS PÚBLICOS NA REGIÃO DO ALTO OESTE POTIGUAR (RN/BRASIL)

Josiel de Alencar Guedes

Prof. Dr. Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – Campus de Assú (CAWSL/UERN)

josielguedes@uern.br

Franklin Roberto da Costa

Prof. Ms. Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – Campus de Pau dos Ferros (CAMEAM/UERN)

franklin_costa@uern.br

Artigo recebido 20/07/16 e aceito em 20/10/16

Resumo

Os pequenos, médios e grandes reservatórios desempenham um importante papel na região semiárida por se constituírem de reserva hídrica para a população. No Rio Grande do Norte há um número significativo dessas reservas, que no momento estão com os volumes muito baixos ou mesmo completamente secos devido à irregularidade pluviométrica no atual período. Na região do “Alto Oeste Potiguar”, os municípios são abastecidos por esses mananciais superficiais havendo, portanto, a necessidade de monitoramento. Essa pesquisa buscou analisar a qualidade da água de dois reservatórios localizados na região do Alto Oeste Potiguar com destaque para os parâmetros Temperatura (T°), Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE) e Potencial de Oxirredução (ORP), com leituras realizadas em tempo real com equipamento “Multiparâmetro AKSO modelo SK751. Em cada reservatório foram alocados dois pontos para as leituras dos parâmetros, georreferenciados com um GPS (Sistema de Posicionamento Global). Os resultados mostraram que os reservatórios “Tesoura” e “Encanto localizados nos municípios de Francisco Dantas e Encanto, respectivamente, são utilizados como mananciais de abastecimento, porém alguns usos identificados relacionados a comércio, podem influenciar na qualidade das águas contribuindo para a degradação de alguns parâmetros, com destaque, especialmente, para o Oxigênio Dissolvido (OD), com os valores acima do limite preconizados pela resolução 357/2005 do CONAMA.

Palavras-chave: Mananciais. Qualidade de água. Recursos hídricos.

ENVIRONMENTAL QUALITY OF THE TWO PUBLIC RESERVOIRS IN “ALTO OESTE POTIGUAR” REGION (RIO GRANDE DO NORTE STATE/BRAZIL)

Abstract

Small, medium and large reservoirs play an important role in the semiarid region by itself constitute a water reserve for the population. In Rio Grande do Norte there are a significant number of these reserves, which at the moment are with very low volume or even completely dry due to the rainfall irregularity in the current period. In the region of "Upper West Potiguar", municipalities are served by these surface waters there is therefore the need for monitoring. This research seeks to analyze the quality of water from two reservoirs located in the Upper West Potiguar region highlighting the T°, DO, pH, EC and

ORP parameters, with readings in real time with equipment "Multiparameter AKSO SK751 model. In each vessel were placed two points for measurements of the parameters, georeferenced with a GPS (Global Positioning System). The results showed that the reservoirs "Tesoura" and "Encanto" the municipalities of Francisco Dantas and Encanto, respectively, are used as supply sources, but some identified uses related to trade, can influence the quality of water contributing to their degradation some parameters, especially, especially, for Dissolved Oxygen (DO), with values above the limit recommended by Resolution 357/2005 of CONAMA (Brazilian Environmental Council).

Keywords: Manantiales. Water quality. Water resources.

CALIDAD AMBIENTALE DE DOS EMBALSES PUBLICOS EN LA REGIÓN DEL "ALTO OESTE POTIGUAR" (RIO GRANDE DO NORTE/BRASIL)

Resumen

Embalses pequeños, medianos y grandes juegan un papel importante en la región semiárida de por sí constituye una reserva de agua para la población. En Rio Grande do Norte hay un número significativo de estas reservas, que en este momento están con un volumen muy bajo, o incluso completamente seco, debido a la irregularidad de lluvias en el período actual. En la región del "Alto Oeste Potiguar", los municipios son atendidos por éstas aguas de la superficie, por lo tanto existe la necesidad de un control. Esta investigación busca analizar la calidad del agua de los dos mantiales ubicados en la región del "Alto Oeste Potiguar" destacando los parámetros temperatura (T°), oxígeno disuelto (OD), potenciales de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE) y el potencial de oxidación-reducción (ORP), con lecturas en tiempo real con el equipo "modelo multiparámetro AKSO SK751". En cada embalse se colocaron dos puntos para las mediciones de los parámetros, georeferenciados con un GPS (Sistema de Posicionamiento Global). Los resultados mostraron que los embalses del "Tesoura" y "Encanto" en los municipios de Francisco Dantas y Encanto, respectivamente, se utilizan como fuentes de abastecimiento, pero algunos usos identificados relacionados con el comercio, pueden influir en la calidad del agua que contribuye a su degradación del algunos parámetros en especial, sobre todo, para el oxígeno disuelto (OD), con valores por superior al límite recomendado por la Resolución 357/2005 del CONAMA (Consejo Nacional del Medio Ambiente).

Palabras clave: Manantiales. Calidade del agua. Recursos hídricos

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos desempenham o papel importante na história da sociedade humana. Desde os períodos antigos até o presente, os mananciais são responsáveis por fixarem a humanidade em seu entorno, especialmente os rios e lagoas no interior dos continentes, enquanto no litoral o processo ocorre mais tardiamente (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Hoje vivemos um problema em escala mundial de processos de poluição referentes aos recursos naturais, com destaque para os recursos hídricos. Naturalmente os recursos hídricos se destacam por servirem como fontes de alimento e abastecimento estando, pois, sob o enfoque concernente à gestão e uso sustentável relacionados, principalmente, ao uso e ocupação das terras no entorno dos mananciais superficiais. A literatura, de modo geral, dispõe de vários estudos acerca da qualidade ambiental de mananciais (CUNHA, 2011; LUCENA *et al*, 2008; SOBRAL *et al*, 2006).

Os recursos hídricos possuem qualidades naturais oriundas de propriedades físicas, químicas e bacteriológicas, que no seu conjunto devem, naturalmente, apresentar características consideradas de boa qualidade, quando comparadas aos limites e teores preconizadas na legislação. No Brasil, a Lei 9733/97 dispõe sobre os limites e preconiza sobre a gestão de uso para os recursos hídricos superficiais.

Recentemente, o Conselho Nacional de Meio Ambiente, em sua Resolução 357/2005 (CONAMA, 2005), dispõe sobre a qualidade da água de mananciais superficiais, regulamentando quanto aos parâmetros e limites permitidos para cada classe de água, em todo território nacional.

A região semiárida do Brasil possui problemas em relação a quantidade de recursos hídricos, principalmente devido ao período de distribuição irregular das chuvas onde, geralmente, ocorrem em períodos concentrados, afetando o estoque e a qualidade hídrica desse recurso.

Algumas políticas públicas têm sido implementadas no sentido de acumular águas em grandes reservatórios no Brasil e especialmente na região Nordeste, sendo por isso alvo de vários estudos (ANDREOLI; CARNEIRO, 2005; ALEXANDRE *et al*, 2010; CUNHA, 2011; LUCENA *et al*, 2008). No Rio Grande do Norte, a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, na região de Assú, e a Barragem de Santa Cruz, em Apodi, se destacam como as maiores em volume armazenados. Mas existe um número maior de pequenos e médios reservatórios, sendo responsáveis por abastecerem outras cidades, assim como fontes de atividades econômicas baseadas na pesca e agricultura (ainda que, na sua maioria, de subsistência).

No Rio Grande do Norte, estudos têm sido efetuados sobre a qualidade ambiental de mananciais superficiais naturais como os reservatórios de Itans (AMORIM, 2010) por ser considerado fonte hídrica para o município de Caicó e Tabatinga (2015) construído principalmente, para a mitigação das cheias do rio Jundiá.

Esses mananciais superficiais artificiais como os açudes (reservatórios) e os naturais (lagoas) podem se degradarem naturalmente com a evolução de processos naturais lentos, mas também, podem receber influências antrópicas, e nesse caso, o processo de degradação é mais acelerado.

O uso e ocupação do entorno de mananciais podem ser os principais responsáveis pelo que se denomina de poluição pontual como, por exemplo, a presença de esgotos oriundos de presença antrópica ou oriundas de atividades socioeconômicas. Geralmente as cidades respondem pela maior carga de contaminantes em rios e córregos que cruzam as áreas urbanas, mas de forma indireta contribuem também, como fontes difusas, desde que o seu sítio esteja a montante de qualquer curso hídrico. No caso de mananciais lênticos como lagos, lagoas e reservatórios, a carga de poluição pode ter sua origem tanto de fontes naturais, quanto de contribuições antrópicas, sendo mais difícil a identificação dessas fontes necessitando, portanto, de um monitoramento em longo prazo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade ambiental de dois reservatórios localizados na região do Alto Oeste Potiguar, especialmente relacionados a alguns parâmetros de qualidade de água associada ao uso e ocupação de suas margens.

RESERVATÓRIOS COMO RESERVA HÍDRICA

Os recursos hídricos tem sido um dos principais fatores que contribuem para a fixação de populações em várias partes do mundo. Esse recurso natural pode ser considerado como o mais importante veículo de sobrevivência para a vida no planeta Terra, sendo utilizado em diferentes atividades na sociedade humana e por organismos da biota, estando, pois, associado à manutenção de fatores produtivos nas indústrias e no campo.

Nos dias atuais, os recursos hídricos são vitais para diversas nações o que tem gerado conflitos pelo seu uso e domínio. Não é à toa que nações têm despendido altos investimentos, no sentido de assegurar a capacidade de uso e alimentos para seus respectivos povos. Dessa forma, é perceptível a tentativa de ter o domínio de recursos hídricos para a o uso de geração de energia, irrigação, dessedentação e, em alguns casos, o uso atrativo de cenários turísticos (GOMES FILHO; LIMA, 2013).

Os reservatórios desempenham um papel importante para a sociedade, em função do crescimento populacional, crescimento econômico e irrigação (TUNDISI, 2007). Considerando a variável escassez hídrica, na tentativa de otimizar e aproveitar a água advinda de curtos períodos de precipitação, foram construídos vários reservatórios, de médio e grande portes, distribuídos em todos os Estados da região Nordeste.

Os açudes ou reservatórios são estruturas artificiais (TUNDISI, 2007) construídas com o objetivo de fazer o represamento e, conseqüentemente, aumentar o volume de água disponível para diversos usos. Esses barramentos servem para diminuir o fluxo de correntes dos rios, formando com isso as bacias hidráulicas à montante interferindo, principalmente, na dinâmica dos ecossistemas dos rios.

Essas estruturas construídas transversalmente no leito de rios com o objetivo de armazenar água, estando presentes na paisagem do semiárido nordestino desde o período do império, quando D. Pedro II propôs a construção do açude do Cedro no Estado do Ceará devido a uma grande seca naquele período (CAMPELLO NETTO *et al*, 2007). A partir desse momento a construção de pequenos e grandes açudes têm sido uma constante na Região Nordeste do Brasil, especialmente instaladas no semiárido, com o discurso inicialmente de combate à seca (MOLLE, 1994; SUASSUNA, 2000; BONETTI, 2007; CIRILO, 2008).

A dinâmica dos reservatórios difere dos lagos naturais, pois são barramentos que interferem nos processos físico-químicos e de sedimentação. Para Tundisi (2007) a degradação de reservatórios está associada ao uso múltiplo das águas que interfere no funcionamento dos ecossistemas aquáticos, bem como nas características físicas, químicas e biológicas. Os reservatórios recebem aporte de sedimentos oriundos de processos intempéricos em rochas, trazidos pela corrente dos rios acumulando-os juntos aos barramentos, fazendo com que a carga detrítica não prossiga em sentido de jusante. Essa retenção interfere no volume de sedimentos que chegam aos estuários e na foz dos rios (COIADO, 2003; CARVALHO, 2008).

As águas armazenadas em reservatórios podem ter a sua qualidade comprometida por diversos fatores, dentre os quais àqueles relacionados ao uso e ocupação do solo no entorno, gerando fontes pontuais e difusas de poluição (SILVA *et al*, 2009; DELLAMTRICE, *et al*, 2012). Segundo Rolim *et al* (2013, p.221) *...um manancial de água deve ter um*

acompanhamento constante dos seus parâmetros de qualidade, pois o status de potabilidade pode ser facilmente perdido.

A qualidade da água dos mananciais encontrados em áreas naturais está diretamente associada ao clima, a geologia, fisiografia, como também do solo e da vegetação da bacia hidrográfica (ARCOVA; CICCIO, 1999).

Desta forma, no semiárido brasileiro os açudes são utilizados principalmente como fonte de dessedentação e irrigação, mas também desempenham um papel importante por abastecer as principais cidades do entorno e servirem como reserva hídrica nos períodos de seca (SUASSUNA, 2000). Os reservatórios têm desempenhado um grau importante de reserva estratégica com armazenadora de água, especialmente na região semiárida (DELLAMTRICE, *et al*, 2012).

O semiárido brasileiro destaca-se pela escassez de água em grande parte do ano devido à precipitação ser distribuída de forma irregular, fazendo com que os rios da região sejam, em sua maioria, intermitentes. Dessa forma foram construídos os açudes ou reservatórios destacam-se por serem estruturas artificiais construídas nos leitos de rios com o objetivo de armazenar água.

No Rio Grande do Norte os pequenos açudes e alguns reservatórios de médio e grande porte estão localizados especialmente na bacia do rio Piranhas-Açu e na região do Seridó, com o objetivo de dessedentação e de irrigação, sendo uma das mais estudadas a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no município de Açu. Quase sempre esses reservatórios têm seu uso direcionado, principalmente, para atividades econômicas de grande porte, como o cultivo de frutas no entorno, e a criação de peixes, os quais têm afastado os pequenos produtores de suas terras, não permitindo que eles retomem suas atividades anteriores ao período das construções.

A região do Alto Oeste potiguar, como as demais regiões semiáridas da região Nordeste, está presenciando a intensidade de uma seca que vem assolando as terras e, como consequência, interferindo na dinâmica da população que depende da água para a sua sobrevivência. Desde o final do ano de 2013 e adentrando 2014, que o fenômeno da seca tem se intensificado, com reflexos diretos nos mananciais superficiais, causando a diminuição das reservas hídricas, levando ao que pode chamar de um risco hídrico (VIEIRA, 2005).

As políticas públicas de convivência com seca procuram adequar essa realidade persistente, com a construção de alternativas hídricas (MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2012), mas, especificamente com transposição do rio São Francisco esperando-se, com isso, que haja um aumento da oferta de recursos hídricos.

METODOLOGIA

Os recursos hídricos superficiais se destacam em relação aos subterrâneos por serem, relativamente, de fácil acesso. No entanto, esse fato não prescinde de um planejamento amostral adequado. Às vezes o que se planeja nem sempre ocorre a contento, em função de variáveis aleatórias que podem modificar, inclusive, pontos de amostragem. Nesse sentido, um planejamento adequado, é essencial para o bom andamento de qualquer pesquisa científica. Uma das formas de auxiliar no monitoramento da qualidade da água é sua observação *in loco*,

como também pelo uso de geotecnologias, particularmente pelo uso das ferramentas do sensoriamento remoto.

A coleta de dados concernente a aos parâmetros hídricos se deu em três etapas. Na primeira, realizou-se um reconhecimento de campo, onde foram escolhidos os pontos de amostragem, levando-se em consideração aspectos relacionados ao uso e ocupação e às atividades econômicas no entorno associada à facilidade de acesso. Nesse primeiro momento foram identificadas comunidades que tinham alguma relação com os corpos hídricos e ajudando a descrever melhor os mananciais.

Uma vez escolhidos os pontos de amostragem (Figuras 01 e 02), seguiu-se a etapa seguinte com as leituras dos parâmetros das águas, em dois períodos sazonais, isto é, na estação seca e chuvosa. Essas leituras *in loco* foram realizadas com o auxílio do equipamento “Multiparâmetro AKSO modelo SK751. Este equipamento permitiu uma medição, em tempo real, dos parâmetros pH (Potencial Hidrogeniônico), OD (Oxigênio Dissolvido), T° (Temperatura), CE (Condutividade Elétrica), Salinidade e ORP (Potencial de Oxi-redução).

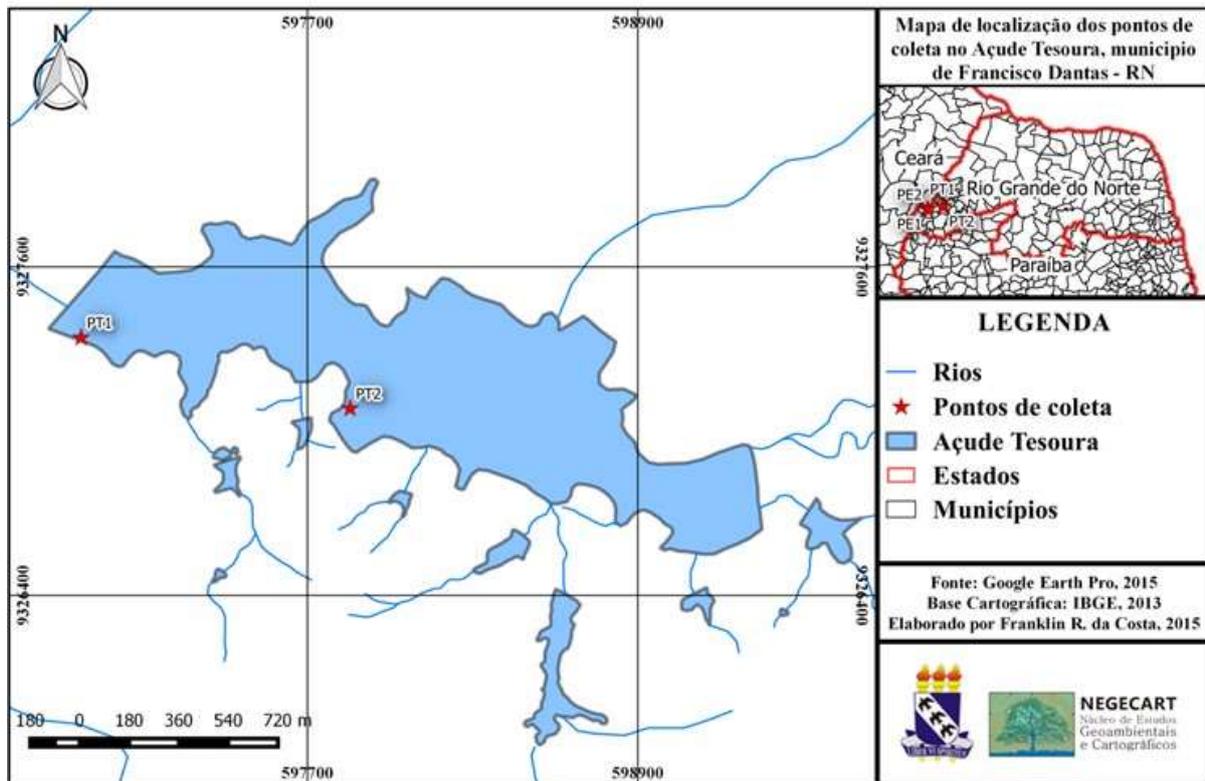


Figura 01: Mapa de localização dos pontos coletados no Açude Tesoura, município de Francisco Dantas – RN.

Simultaneamente foram realizados estudos ambientais no entorno desses reservatórios, com a realização de diagnóstico de problemas ambientais utilizando imagens orbitais do Google Earth, visualizado no SIG QGIS 2.8.

Para realização do mapeamento, utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica – SIG QGIS 2.8, a partir de um plugin denominado openlayers, que permitiu abrir o Google Earth e, com isso, realizar a vetorização dos açudes com uma escala cartográfica de aproximadamente

1:2000. Foi possível remapear o perímetro dos açudes, bem como os demais corpos d'água, analisados, anteriormente, por vetorização obtidas por cartas topográficas, na escala de 1:100.000.

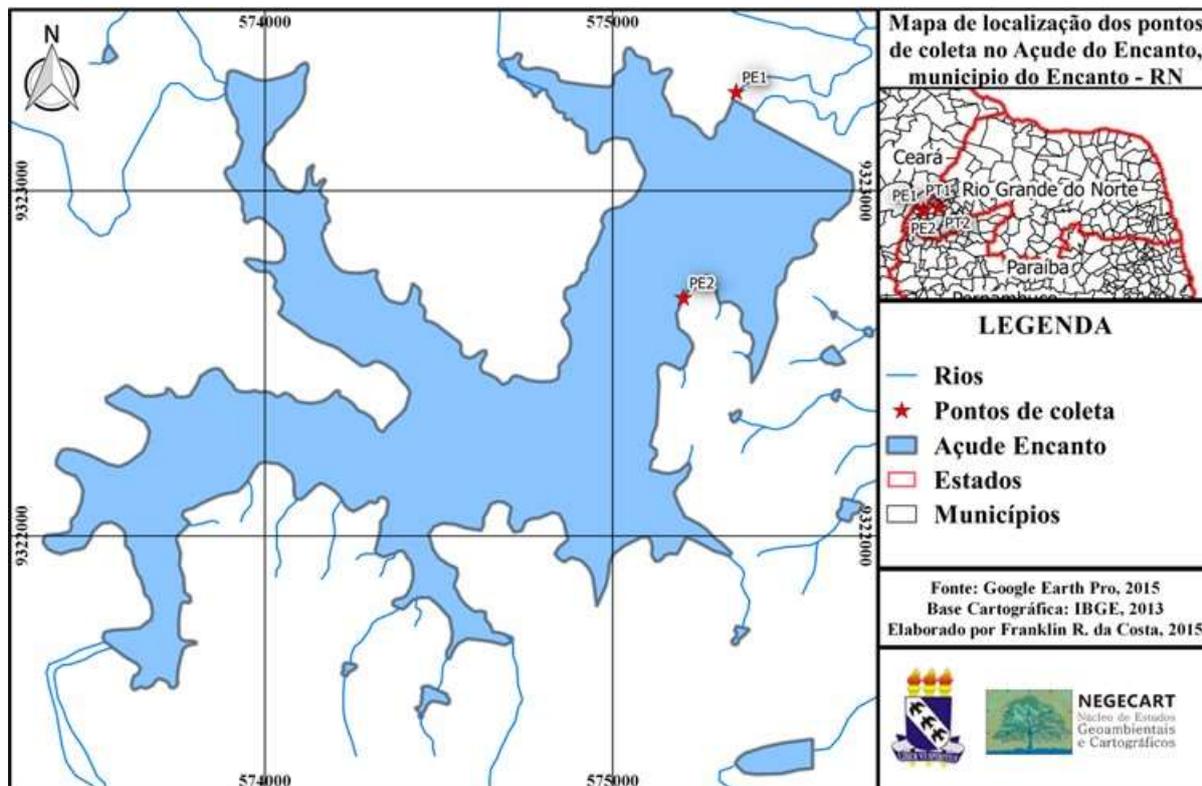


Figura 02: Mapa de localização dos pontos coletados no Açude Encanto, município de Encanto – RN.

Os pontos escolhidos para a coleta foram georreferenciados a partir da obtenção das coordenadas geográficas via GPS Garmin Etrex Gold, High Sensibility, com erro de precisão de aproximadamente 03 metros, considerado satisfatório para a escala de análise e sua representação espacial em produtos cartográficos.

Após a obtenção dos pontos os dados foram transformados para o sistema de projeção UTM, SIRGAS 2000, Fuso 24, no SIG QGIS 2.8. Após lançamento dos dados no software, fez-se a vetorização dos principais corpos d'água existentes nas proximidades dos açudes, com o objetivo de entender, parcialmente, a dinâmica do fluxo das águas, bem como as áreas ocupadas e sua dinâmica de uso e cobertura do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo o planejamento da pesquisa, foram realizadas amostragens em 02 (dois) mananciais superficiais, respectivamente os açudes Tesoura, no município de Francisco Dantas, e o açude de Encanto, no município de Encanto, ambos os açudes construídos para abastecimento das respectivas sedes municipais.

Durante o início do ano de 2014, a precipitação pluviométrica que atingiu a região do Alto Oeste foi considerada irregular, com chuvas insuficientes para preencher as bacias hidráulicas dos açudes.

As medições dos parâmetros de água com o instrumento foram realizadas no mês de agosto de 2014, quando foi possível o acúmulo de água suficiente, e no mês de fevereiro de 2015. Em cada açude foram escolhidos apenas dois pontos de medição (PT1 e PT2 no açude Tesoura e PE1 e PE2 o açude de Encanto (Quadro 01), uma vez que a bacia acumulada não se estendeu muito resultando em pequeno volume de água. No açude tesoura o ponto PT1 foi locado perto do barramento do açude onde o acesso é fácil com a presença de um bar nas imediações, enquanto o PT2 foi locado a montante numa área de uso agrícola. No açude Encanto o PE1 foi locado também nas imediações do barramento, coincidindo também com o ponto PT1 com presença de bar. O ponto PE2 foi locado também a montante em área do entorno com presença de capinzal.

Quadro 01: Coordenadas dos pontos de medição dos açudes

Reservatório	Pontos	Coordenadas	
Tesoura	PT1	X 596916.679364	Y 9327385.29771
	PT2	X 597893.799174	Y 9327125.74294
Encanto	PE1	X 575393.822719	Y 9323329.00373
	PE2	X 575242.458166	Y 9322733.45105

O açude Tesoura é o manancial responsável por abastecer a cidade de Francisco Dantas. No período da pesquisa ele apresentou um volume de água muito baixo em relação à sua capacidade de acumulação, entretanto, essa diminuição no volume já vinha ocorrendo a partir do ano de 2010.

O açude do Encanto foi construído com o objetivo de abastecer a cidade de Encanto, além de ter suas margens utilizadas para atividades econômicas. Seguindo a mesma problemática da região, a baixa pluviosidade interferiu na sua recarga, quando o seu volume teve um decréscimo considerável, associado também, ao período de seca do ano de 2013.

Na figura 03 estão representados os resultados dos parâmetros T°, OD, pH, CE e ORP. O pH, a temperatura da água, a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) e a condutividade elétrica (CE), são parâmetros que estão diretamente relacionados aos processos metabólicos em microrganismos encontrados nestes mananciais, estando diretamente relacionado aos processos de oxidação, da decomposição biológica da matéria orgânica, das reações químicas e biogeoquímicas que aí ocorre (ROLIM et al 2013).

A temperatura da água medida em campo variou de 29,3° (PT1C1) à 32,6° no ponto PT2C2 no reservatório Tesoura, enquanto no reservatório de Encanto variou de 29,9° (PE2C1) à 31,7° no ponto PE2C2. Esse é um parâmetro que influencia nos processos metabólicos dos microrganismos encontrados nos mananciais, com responsabilidade direta nos processos de oxidação da decomposição biológica da matéria orgânica, reações químicas e biogeoquímicas (ROLIM et al, 2013).

O oxigênio encontrado nas águas é um dos parâmetros fundamentais para se conhecer as condições anaeróbias de corpos hídricos (ROLIM et al, 2013). Para o Oxigênio Dissolvido apenas os pontos PT2C1 (4,38 mg/L) no reservatório Tesoura e o ponto PE2C1 (4,31 mg/L) no reservatório de Encanto não ultrapassaram o limite estabelecido pelo CONAMA (5 mg/L).

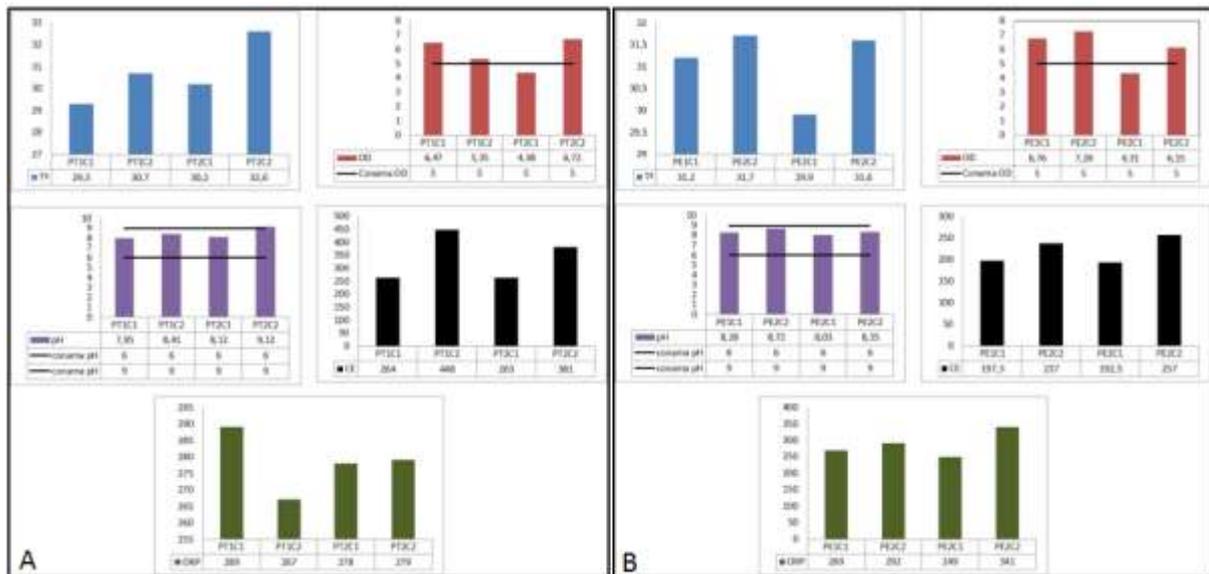


Figura 03: Resultados dos parâmetros no reservatório Tesoura (A) e Encanto (B)

Os valores de pH no reservatório Tesoura variaram de um mínimo de 7,95 (PT1C1) a um máximo de 9,12 (PT2C2), enquanto no reservatório de Encanto variou de 8,03 (PE2C1) a um máximo de 8,03 (PE2C1), mas todos os pontos apresentam ligeira alcalinidade. Na Resolução do CONAMA a faixa permitida para a classe 2 é de 6,0-9,0, portanto todas as leituras ficaram acima do limite mínimo, enquanto apenas o ponto PT2C2 ultrapassou o limite máximo. O pH é considerado como um dos parâmetros mais importantes em análises da água, pois representa a concentração de íons hidrogênio H^+ , que indica sobre as condições de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (ROLIM *et al*, 2013).

A condutividade elétrica (CE) apresentou, no reservatório Tesoura, o menor valor de 263 $\mu\text{s/cm}$ no PT2C1 e máximo de 448 $\mu\text{s/cm}$ no PT1C2, enquanto no reservatório de Encanto, o menor valor foi 192,5 $\mu\text{s/cm}$ no PE2C1 e o maior foi 237 $\mu\text{s/cm}$ no PE2C2. Esse parâmetro mede a capacidade que as soluções aquosas conduzem eletricidades (ROLIM *et al*, 2013).

O Potencial de oxi-redução ou ORP (Oxidation Reduction Potential) está associado a reações de mudanças do estado de oxidação (MANAHAM, 2005), sendo sua medida muito utilizada em tratamentos de água. Nos pontos dos reservatórios a ORP variou no menor valor de 267 no PT1C2 e máximo de 289 no PT1C1, enquanto no reservatório de Encanto, o menor valor foi 269 no PE1C1 e o maior foi 341 no PE2C2.

Dos parâmetros estudados em ambos os reservatórios, o Oxigênio Dissolvido (OD) foi o único que apresentou dissonância em relação às recomendações do CONAMA, denotando com isso uma preocupação sobre a qualidade da água, porém pode ser associada ao baixo volume de água no período, que por sua vez está associado ao regime pluviométrico, que se mostrou insuficiente na região e nos últimos cinco anos.

Ambos, os reservatórios, são utilizados como reservas hídricas locais possuindo no entorno alguns usos, especialmente relacionados a atividades econômicas, que podem contribuir com a degradação das águas, uma vez que os resíduos resultantes das atividades podem gerar cargas de poluição para os mananciais (Figura 04).



Figura 04: Atividades econômicas no entorno do reservatório Tesoura (A) e Encanto (B). **Fonte:** Josiel de Alencar Guedes

Além disso, destaca-se em alguns trechos do entorno dos dois reservatórios, a falta de mata ciliar nativa, observando-se o uso das margens com cultivos de capins e culturas agrícolas, bem como a presença de animais, que podem contribuir para a degradação desses mananciais.

A montante do açude Tesoura, a partir de uma análise visual das imagens do Google Earth, no período de 2012, há áreas com interferência antrópica e trechos do rio represados por pequenos açudes, que interrompem o curso natural, diminuindo o aumento do volume de água no açude Tesoura. Além disso, há uma série de plantios ao longo do açude e que continua no leito do rio, contando, inclusive, com o cultivo de plantações permanentes (Figura 05).



Figura 05: Área de cultivo perene a montante do reservatório Tesoura. **Fonte:** Google Earth, 2013.

Outros impactos no leito do rio estão relacionados à retirada da mata ciliar, ocasionando a formação de voçorocas e o assoreamento em muitas partes do rio e, além do próprio manancial

(Figura 06). A tendência desses processos é aumentar cada vez mais, em detrimento da falta de cobertura vegetal no seu entorno, bem como o sedimento ser carregado em excesso pelo rio pode aumentar o assoreamento do açude diminuindo, ainda mais o volume de acumulação de água no açude.



Figura 06: Área de formação de voçoroca e assoreamento nas proximidades do reservatório Tesoura. **Fonte:** Google Earth, 2013.

No reservatório de Encanto, localizado à montante da cidade, também podem ser encontrados problemas relacionados ao uso das margens, mostrando que na cidade não se apresenta fontes locais de riscos de contaminação direta para o açude. No entanto, há uma ocupação considerável na margem direita do açude (onde foi obtido o ponto de coleta PE2), que, provavelmente, pode contribuir como uma fonte local de contaminação do açude com resíduos líquidos e sólidos *in natura* (Figura 07).



Figura 07: Ocupação a margem direita do Açude Encanto. **Fonte:** Google Earth, 2013.

No entorno do açude a cobertura do solo na margem direita é bem mais degradada que a margem esquerda, podendo ter como causa a existência de um rio que percorre paralelamente ao açude e que se une ao rio principal que abastece o açude nas proximidades do centro da cidade do Encanto, formando, praticamente um vale úmido nos períodos chuvosos, proporcionando o plantio de culturas de subsistência sem, contudo, prática de manejo adequado. Na margem esquerda também é possível observar alguns recortes para plantio, em áreas maiores, mas com poucas habitações no entorno do açude.

CONCLUSÕES

Os reservatórios de águas superficiais são importantes para a região semiárida do Nordeste brasileiro, principalmente servindo como reserva hídrica importante para o abastecimento de cidades. No entanto, a qualidade de suas águas deve ser monitorada, para que ela não se transforme em veículo de doenças. As leituras dos parâmetros apresentaram valores ainda significantes e de acordo com os valores preconizados pela resolução CONAMA (357/2005) não apresentando, no momento, variação significativa na qualidade.

No entorno dos dois reservatórios mostram usos inadequados que podem contribuir para a degradação da qualidade das águas. A presença de atividades econômicas deve ser vista com muito cuidado, sendo necessária uma fiscalização por órgãos ambientais. Além disso, a ausência de mata ciliar e presença de processos erosivos podem contribuir a degradação do manancial. Assim torna-se imprescindível que se elabore planos adequados de uso sustentável para os reservatórios.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. S. **Sustentabilidade ambiental e qualidade da água do Reservatório Itans (Caicó – RN)**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

ALMEIDA, T. **Chico Dantas agora**. Disponível no site <http://chicodantasagora.blogspot.com.br/2013/01/e-triste-mais-e-verdade-o-acude-tesoura.html>, acesso em 15/04/14.

ALEXANDRE, D. M. B.; ANDRADE, E. M.; LOPES, F. B.; PALÁCIO, H. A. Q.; FERREIRA, A. C. S. The water quality investigation using GIS and multivariable analysis in a semiarid region reservoir. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v.41, n.4, p.554-561, out./dez. 2010.

ANDREOLI, C.; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Gráfica Capital, 2005.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.56, p. 125-134, 1999.

BONETI, L. W. **O silêncio das águas: políticas públicas, meio ambiente e exclusão social**. 2 ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007.

CAMPELLO NETTO, M. S. C.; COSTA, M. R. C.; CABRAL, J. J. S. P. Manejo integrado de água no semi-árido brasileiro. In: CIRILO, J. A.; CABRAL, J. J. S. P.; FERREIRA, J. P. C. L.; LEITÃO, T. E.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; GÓES, V. C. **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas**. Recife: EDUFPE, 2007. 508 p. Cap. 10, p.473-501.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciências, 2008.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.22, n.63, p.61-82, 2008.

COIADO, E. M. Assoreamento de reservatórios. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrológicas**. Porto Alegre: ABRH, 2003. p.395-427.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 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. Disponível no site <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acessado em 22/06/11.

CUNHA, C. L. N. **Eutrofização de reservatórios: gestão preventiva - estudo interdisciplinar na bacia do Rio Verde**, PR. Curitiba: EDUFPR, 2011.

DELLAMTRICE, P. M.; COSTA, L. S.; SOUZA, M. V.; ARAÚJO, R. S. Avaliação da toxicidade e água e sedimento do Açude Jaburu (Ceará, BR), na região do Semi-árido. **Holos Environment**, v.12, n.2, p.168-178, 2012.

GOMES FILHO, R. R.; LIMA, S. C. R. Uso múltiplo das águas. In: GOMES FILHO, R. R. (Org.). **Gestão de recursos hídricos: conceitos e experiências em bacias hidrográficas**. Goiânia: América: UEPG, 2013.

GUEDES, J. A. **Reservatório Tabatinga (Macaíba/RN): qualidade ambiental, conflitos e usos**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio ambiente, 2015.

LUCENA, R. L.; MENEZES, M. F.; SASSI, R. Qualidade da água de reservatórios nas distintas zonas climáticas da Paraíba. **Mercator**. Fortaleza, v.07, n.14, p.87-97, 2008.

MANAHAM, S. **Environmental chemistry**. 8. Ed. Boca Raton: CRC Press, 2005.

MATEUS, H. **Açude de Encanto**. Disponível no site <http://higormateuseventos.blogspot.com.br/2013/07/acude-de-encanto.html>, acesso em 15/04/14.

MOLLE, F. **Marcos históricos e reflexões sobre a açudagem e seu aproveitamento**. Recife: SUDENE, DPG/PRN/HME, 1994.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. Olhares sobre a política de recursos hídricos para o semiárido. In: GHEYI, H. R.; PAZ, S. S. S.; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Campina Grande: INSA; Cruz das Almas: UFRB, 2012, Cap.1, p.1-27.

PINTO FILHO, J. L. O.; SANTOS, E. G.; SOUZA, M. J. J. B. Proposta de índice de qualidade de água para a lagoa do Apodi, RN, Brasil. **Holos**, Natal, a.28, v.2, 69-76, 2012.

ROLIM, H. O.; LEITE JÚNIOR, J. B.; GOMES FILHO, R. R. Qualidade da água. In: GOMES FILHO, R. R. (Org.). **Gestão de recursos hídricos: conceitos e experiências em bacias hidrográficas**. Goiânia: América; UEG, 2013, p.215-253.

SILVA, A. P. S.; DIAS, H. C. T.; BASTOS, R. K. X.; SILVA, E. Qualidade da água do Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.6, p.1063-1069, 2009.

SOBRAL, M. C. M.; CARVALHO, R. M. C. M. O.; SILVA, M. M. Uso e ocupação do solo no entorno de reservatórios no semi-árido brasileiro como fator determinante da qualidade da água. **Anais...** Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 30. Punta del Este, 2006. 10 p.

SUASSUNA, J. **Contribuição ao estudo hidrológico do semi-árido nordestino**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2000.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. 2 ed. Botucatu: FUNDIBIO, 2007. 800 p. Cap.1, p.19-38.

VIEIRA, V. P. P. B. **Análise de risco em recursos hídricos: fundamentos e aplicações**. Porto Alegre: ABRH, 2005.