

GEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COTINGUIBA-SE

*Geology and Superifical and Subterrenean Water Resources of Contiguiba River
Basin - SE*

Wesley Alves dos Santos

Coordenador de Tutoria do Curso de Geografia UAB/CESAD/UFS
Universidade Federal de Sergipe – UFS
linho26@bol.com.br

Hélio Mário de Araújo

Professor Doutor em Geografia do Departamento de Geografia DGE/UFS
Universidade Federal de Sergipe – UFS
heliomarioaraujo@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a hidrografia e hidrogeologia: qualidade e disponibilidade de água para abastecimento humano na sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba-SE. Para atingir os objetivos propostos, utilizou-se distintos procedimentos metodológicos, tais como: revisão da literatura, levantamento de dados secundários e cartográficos. As questões aqui abordadas denunciam que as mudanças que ocorrem na sub-bacia hidrográfica do Rio Cotinguiba, tem pressionado a bacia hidrográfica como um todo, comprometendo a sua dinâmica e conseqüentemente a disponibilidade hídrica e a qualidade da água.

Palavras - chave: Geologia. Rio Cotinguiba. Hidrologia.

ABSTRACT

This paper aims to examine hydrography and hydrogeology: quality and availability of water supply in human sub-basin river Cotinguiba – SE. In order to achieve the proposed objectives, we used different methodological procedures, such as: literature review, secondary data collection and mapping. The issues addressed here claim the changes that occur in the sub-basin of Cotinguiba river have pushed the river basin as a whole, affecting its dynamics and, consequently, the water availability and quality.

Keywords: Geology. Cotinguiba River. Hydrology.

1 INTRODUÇÃO

Para muitos autores, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação universal (SANTOS, 2004). Segundo Araújo (2010), estudos que visem oferecer subsídios ao planejamento de ações que tenham como objetivo a promoção do desenvolvimento regional sustentável, necessariamente devem levar em consideração a questão dos recursos hídricos e, assim, são indispensáveis as pesquisas que tenham por base analisar as bacias hidrográficas como unidade de estudo, uma vez que a bacia se constitui uma unidade

física bem caracterizada, tanto do ponto de vista da integração, como da funcionalidade dos seus componentes.

Ainda, na concepção do autor, esse enfoque, que ganha corpo no mundo inteiro, torna-se cada vez importante e deverá ser considerado imprescindível para embasar qualquer tipo de ação no início desde século XXI, quando, Segundo Santos (2012), a grande luta por territórios e mercados terá como componentes determinantes o domínio e a disponibilidade de recursos naturais dentre os quais a água ocupará lugar de destaque.

No contexto hidrográfico do Estado de Sergipe, a sub-bacia hidrográfica do rio

Cotinguiba se apresenta com maior diversidade em relação aos usos, geralmente conflitantes, entre a irrigação e o abastecimento, e bem assim no que se refere aos aspectos de ordem fisiográficas, que acabam muitas vezes, por condicionar uma variação espacial quantitativa e qualitativa da disponibilidade hídrica.

Nos termos estabelecidos pela SRH/MMA (2000), os usos da água podem ser classificados nos tipos consuntivos e não-consuntivos. O uso consuntivo refere-se a parte de água derivada para uso que é consumida, como sempre ocorre com a parcela evaporada e as perdas nos sistemas de condução e distribuição. Assim, o limite superior de uso consuntivo no âmbito de uma bacia hidrográfica denomina-se “Suprimento Básico Primário”, que nada mais é do que a quantidade de água que pode ser consumida no estágio atual de desenvolvimento dos recursos hídricos.

O uso não-consuntivo, por sua vez, não implica redução da disponibilidade quantitativa e/ou qualitativa de águas de corpos hídricos, podendo haver modificação no seu padrão espacial e temporal. Neste caso, incluem navegação, recreação, mineração, amenidades ambientais, manutenção de ecossistemas, diluição de resíduos, piscicultura, controle de cheias, entre outros.

O estudo da rede hidrográfica é de suma importância, uma vez que, envolve padrão, densidade e tipos de canais fluviais, além de turbidez e qualidade da água, entre outros parâmetros permite avaliar desde a disponibilidade de recursos hídricos até o estado de degradação das terras adjacentes, em função da constatação da alta carga de sedimentos transportados e/ou assoreamento do leito do rio (ARAÚJO, 2010). Muitas vezes desprezada ou pouco valorizada nos estudos de planejamento ambiental, a variável geológica tem muito a contribuir nas tarefas, não só de caracterização, como também de avaliação e prognóstico da área considerada.

Juntos, esses atributos possuem expressão espacial e, como qualquer outro sistema funcionam através de fluxos de energia e matéria. Somente a partir da análise

desses componentes é possível chegar à síntese, que fornece elementos para a identificação das potencialidades e limitações naturais impostas a cada sistema ambiental (SANTOS, 2012).

Assim, considerando a importância dos recursos hídricos no desenvolvimento socioeconômico da sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba, é que se pensou em desenvolver este artigo, centrado na perspectiva de analisar a disposição hídrica (superficial e subterrânea), associada as diversas formas de usos da água, já que a sub-bacia encontra-se inserida numa área do Estado de Sergipe onde as condições climáticas condicionam um bom desenvolvimento da drenagem com rios, em sua maioria, apresentando índices consideráveis de vazão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos neste artigo, utilizou-se distintos procedimentos como: levantamento bibliográfico, cartográficos e de campo. Para o conhecimento da natureza geológica (composição das rochas e a compartimentação estrutural que deu origem ao relevo), das formações superficiais, buscou-se os dados dos mapas geológicos do Estado de Sergipe disponível pela CPRM. As informações de hidrogeologia basearam-se numa rede de poços cadastrados pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) e Departamento de Recursos Hídricos de Sergipe (DEHIDRO), além das informações sobre recursos hídricos superficiais e subterrâneos existentes no diagnóstico dos municípios da Bacia hidrográfica do rio Cotinguiba (Projeto Cadastro da Infra-estrutura Hídrica do Nordeste) numa parceria entre o Governo Federal (CPRM) e Estadual (SEPLANTEC e SRH) e bem assim, do estudo sobre desenvolvimento de recursos hídricos no Estado de Sergipe (Relatório Final) SEPLANTEC/JICA.

Os dados concernentes à salinidade e poluição hídrica foram obtidos através de diversos estudos e relatórios técnicos de

diferentes instituições, tais como: Universidade Federal de Sergipe, Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), Departamento de Recursos Hídricos de Sergipe (DEHIDRO), Conselho de Desenvolvimento Econômico de Sergipe (CONDESE) e Instituto de Tecnologia e Pesquisa de Sergipe (ITPS).

A elaboração das cartas temáticas baseou-se em técnicas da cartografia digital com a utilização da ferramenta computadorizada e programas específicos, a exemplo do Arcgis. A carta base que ensejou a elaboração dos produtos cartográficos foi extraída do Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe a qual sofreu alguns ajustes na delimitação da área da sub-bacia, além da atualização e acréscimos de vários elementos importantes espacializados nas cartas de Geologia, Hidrogeologia e Qualidade da Água Subterrânea, as quais foram elaboradas na escala de 1:400.000.

O trabalho de campo foi realizado em cinco etapas, em momentos diferenciados, nos cursos inferior, médio e superior da sub-bacia, a fim de verificar as condições geoambientais e checar os padrões de imagens das fotografias aéreas utilizadas na elaboração das cartas temáticas. Nesta etapa fizeram-se várias observações *in loco* e utilizou-se o GPS como instrumento de apoio para georreferenciar pontos importantes considerados na análise, e a câmara fotográfica digital a qual serviu de base para registrar o modelado e outros elementos importantes da paisagem. Esta fase, auxiliada através da caderneta de campo, possibilitou descrever as unidades de paisagem (Geossistemas) e visualizar o acentuado grau de degradação ambiental antrópica e natural, este último, evidenciado pelas interferências climáticas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Sub-bacia hidrográfica do Rio Cotinguiba é uma das mais importantes concentração fluvial localizada no território sergipano. Considerada de pequenas dimensões, a bacia está localizada entre as coordenadas geográficas de 10° 44'56" e 10°

51' 05" de latitude S e 37° 04'56" e 37° 21'52" de longitude W. O seu rio principal mede 51 km de extensão e nasce na Serra Comprida no município de Areia Branca.

A área de drenagem da referida bacia corresponde a 232,5km² (Figura 01) e abrange terras de quatro municípios sergipanos, sendo eles: Areia Branca, Riachuelo, Laranjeiras e Nossa Senhora do Socorro, onde desemboca o rio principal.

Dentro do contexto hidrográfico do Estado, o rio Cotinguiba se constitui um dos principais afluentes da margem direita do rio Sergipe. Depois de percorrer trechos do clima semi-úmido e úmido, abrangendo áreas recobertas de sedimentos do Grupo Barreiras, despeja suas águas no leito do rio Sergipe em forma de estuário.

Em seu regime fluvial, a bacia e seus contribuintes refletem as variações de pluviosidade, possuindo em seu curso total canais, sobretudo perenes. Seu curso inferior detém uma umidade considerável em relação aos demais trechos, em decorrência da permeabilidade das rochas e da existência de chuvas mais abundantes.

De acordo com a classificação proposta por George H. Dury (1993) para a tipologia dos canais fluviais verifica-se que o rio Cotinguiba meandra desde sua cabeceira até a foz, cuja tipologia, justifica-se pelo fato de o canal apresentar índice superior a 1.04, relação estabelecida entre o seu comprimento e o comprimento do eixo.

No canal fluvial do rio Cotinguiba, de montante para jusante, há um aumento do débito, da largura, da profundidade do canal, da velocidade média das águas e do raio hidráulico. Em contrapartida há uma diminuição do tamanho dos sedimentos, da competência à resistência ao fluxo e da declividade (ARAÚJO, 2010). O tipo de fluxo predominante assemelha-se ao turbulento, caracterizado por apresentar movimentos caóticos, heterogêneos, com várias correntes secundárias contrárias ao fluxo principal para jusante. E, considerando algumas das suas características, associa-se, dentro da categoria do corrente, cujo tipo de fluxo é mais comum encontrar em cursos fluviais.

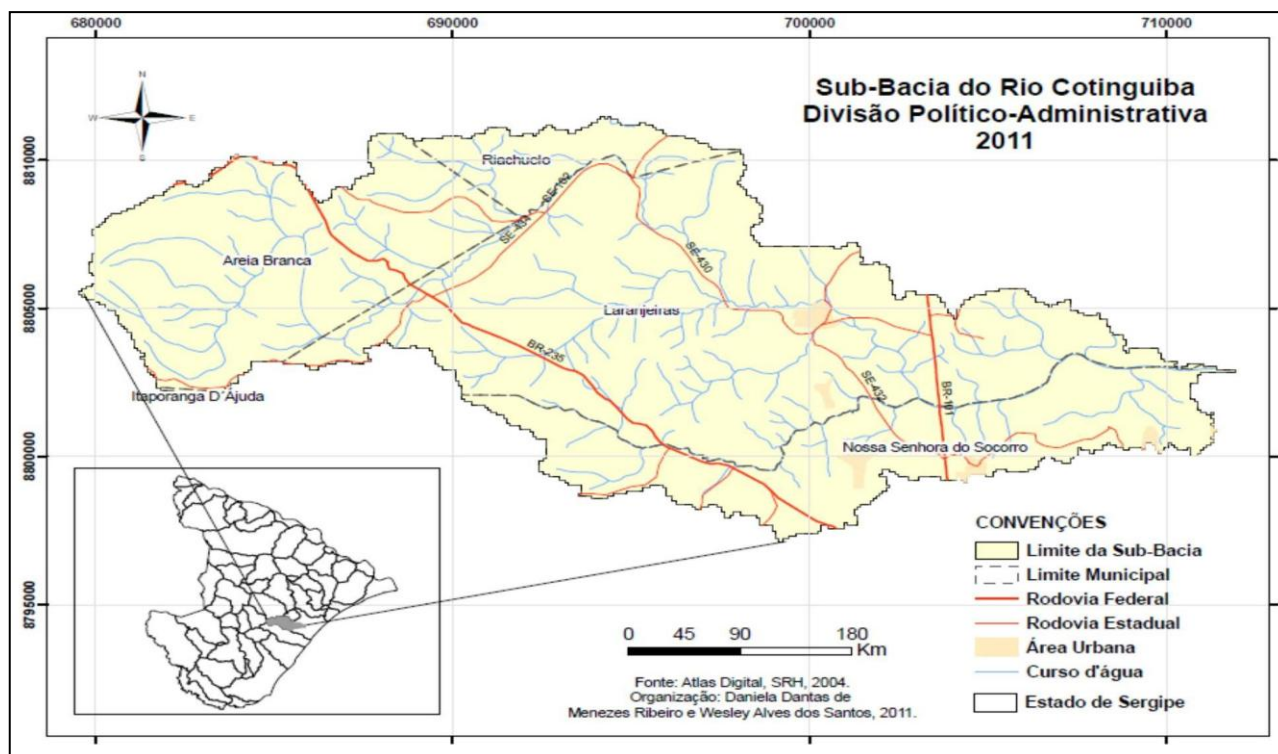


Figura 01: Localização geográfica da sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba

Ao longo do perfil transversal do rio Cotinguiba, a velocidade e turbulência das águas são variáveis, definindo locais preferenciais de erosão e deposição das partículas transportadas. Em leitos assimétricos (como os encontrados na área) de padronagens meandricas, a zona de máxima velocidade e turbulência, localiza-se nas proximidades das margens côncavas, decrescendo de valor em direção à margem de menor profundidade (convexa).

De acordo com o escoamento global, o rio Cotinguiba possui drenagem do tipo exorréica, tendo em vista, as águas escoarem de modo contínuo para o rio Sergipe, que por sua vez chegam até o mar. Quanto ao fornecimento de água, em decorrência das boas condições pluviométricas local, tem-se um rio permanente sempre apresentando água em seu leito, muitas vezes alimentado por um fluxo estável do lençol subterrâneo. O leito menor desse rio apresenta-se bem delimitado, encaixado entre margens bem definidas, e o leito maior tem sua existência condicionada à periodicidade das cheias, por conta do período estacional das chuvas.

Utilizando-se o critério geométrico da disposição espacial do rio Cotinguiba e seus

afluentes, sem qualquer conotação genética, identifica-se como predominante na área o padrão de drenagem do tipo dentrítica. Esse padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme, ou sem estruturas sedimentares horizontais (ARAÚJO, 2010).

3.1 Geologia e Disponibilidades Hídricas Subterrâneas

A geologia é um dos componentes mais importantes do meio físico para caracterizar as disponibilidades hídricas subterrâneas, pois, busca apresentar os elementos fundamentais para as relações litoestruturais com o relevo e os solos. Em função de suas características mineralógicas, textuais e estruturais, os corpos rochosos respondem diferentemente à ação dos processos exógenos, influenciando nas formas de relevo e tipos de solo (BOTELHO, 1999).

As possibilidades relacionadas com o uso das águas, mais particularmente com as águas subterrâneas, “estão associadas ao conhecimento da geologia regional” (MENDONÇA FILHO, 1999, p. 99). Em termos geológicos a sub-bacia do rio

Cotinguiba, compreende parcialmente duas províncias geotectônicas bem caracterizadas: a bacia sedimentar Sergipe/Alagoas (208,2km²) e o complexo do Embasamento Cristalino (24,3km²), separadas pela falha de Propriá.

Conforme a seqüência proposta por SCHALLER (1969), e com fundamento na geologia de superfície da bacia sedimentar de Sergipe, o intervalo estratigráfico da sub-bacia do Cotinguiba, envolve os grupos, Miaba e Sergipe. E as formações superficiais abrangem o Grupo Barreiras, as coberturas detrítica Tércio - quaternárias e as parassequências sedimentares pleistocênicas e holocênica.

Os sedimentos do Grupo Barreiras estão separados da linha de costa pelas coberturas continentais holocênica e correspondem a depósitos correlativos que ocorreram ao longo da costa brasileira durante o cenozóico (BIGARELLA; ANDRADE, 1964). Este grupo é constituído por sedimentos terrígenos (cascalhos, conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argilas), pouco ou não consolidados, de cores variadas e estratificação irregular, normalmente indistinta e de natureza afossilífera (SCHALLER, 1969; VILAS BOAS, 1996). Os clásticos deste Grupo recobrem os terrenos mesozóicos em discordância erosiva com o topo e a base bem delimitados na coluna geológica da bacia sedimentar (ARAÚJO, 2007).

Os perfis litológicos extraídas dos poços perfurados pela Petrobras, em 1968, revelam que a sub-bacia do Cotinguiba está inserida no Grupo Sergipe, compreendendo um conjunto de estratos de origem marinha por está inserida na base pela formação Muribeca e no topo pelos sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras. Assim, a sub-bacia é constituída por duas formações, por ordem de disposição dos sedimentos: Formação Riachuelo e Formação Cotinguiba (Figura 02).

A Formação Riachuelo (Kr), cujo nome deriva da cidade de Riachuelo, aflora uma faixa com cerca de vinte quilômetros de largura, desde a cidade de Itaporanga até as

proximidades setentrionais da cidade de Pacatuba. Essa formação originou-se no cretáceo inferior e aflora na porção central da sub-bacia. É constituída por uma seqüência sedimentar com predominância de clásticos na base e carbonatos no topo. Encontra-se representada por três membros que se intercalam entre si: Angico, Taquari, Maruim (Figura 03 e 04), cujas seções-tipo, descritas a seguir, representam o estratotipo da formação (SCHALLER, 1969).

A litologia, do cretáceo inferior, permite individualizar, por ordem de deposição. Ademais, atribui-se à Formação Riachuelo uma idade albiana, em razão da presença de foraminíferos plantônicos, nanofósseis calcários e palinomorfos.

O **Membro Angico (Kra)**, por sua vez possui afloramentos situados na estrada que liga a fazenda Angico à cidade de Riachuelo. Com espessura máxima de 915m, litologicamente é composto por conglomerados e arenito conglomeráticos, gradando em direção ao topo para arenito e siltito com matriz e cimento calcífero, constitui excelente armazenador de água subterrânea.

Conforme os perfis litológicos perfurados pela Petrobras em 1968, na parte superior da sub-bacia, identificam-se o membro Angico, constituído por camadas alternadas de calcário amarelo maciço folhelho e arenito fino a muito fino, conforme poço 1 – 2S – 1 SE (P₁), areia conglomerática quartzosa mal selecionada associada a argila, poço 1 – JI – 1 SE (P₂); arenito gradando para siltito e folhelho, poço 1 – BR – 1 – SE (P₅) e conglomerado constituído por fragmentos de quartzito e arenito, poço 1 – CZ – SE (P₆).

Quanto às características aquíferas, apresenta espessura média entre 200 e 700 metros, e é constituído por areias conglomeráticas com espessas intercalações de siltitos e calcários e com baixa condutividade hidráulica. Grada lateralmente na direção SE para os membros Maruim e Taquari, através de interdigitações de falhamentos.

O Membro Angico apresenta-se semi-confinado em regime transitório com vazões

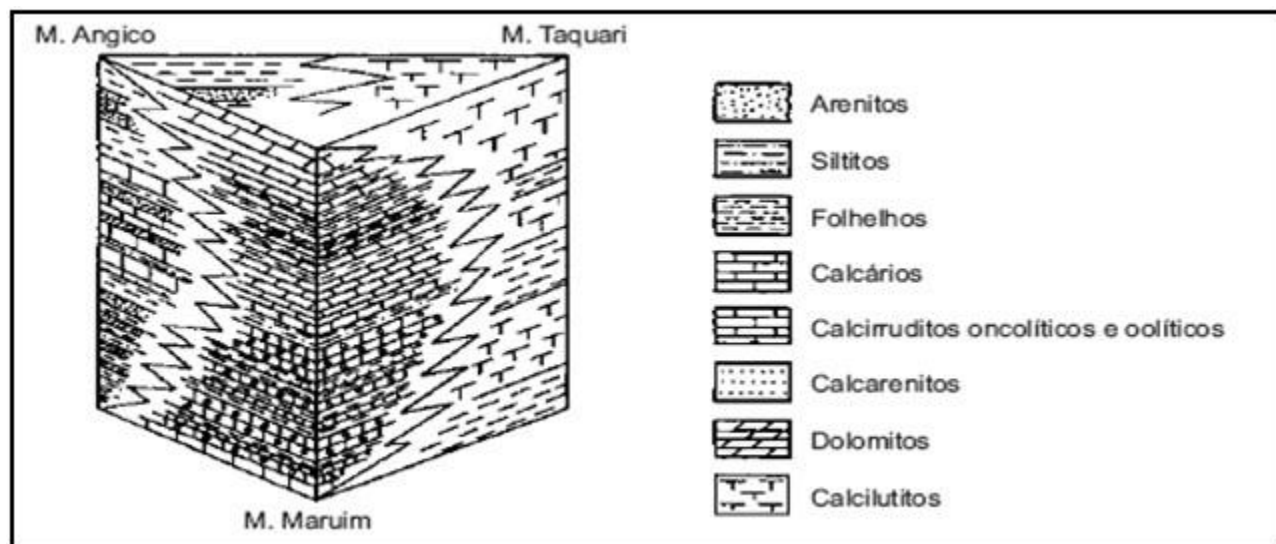
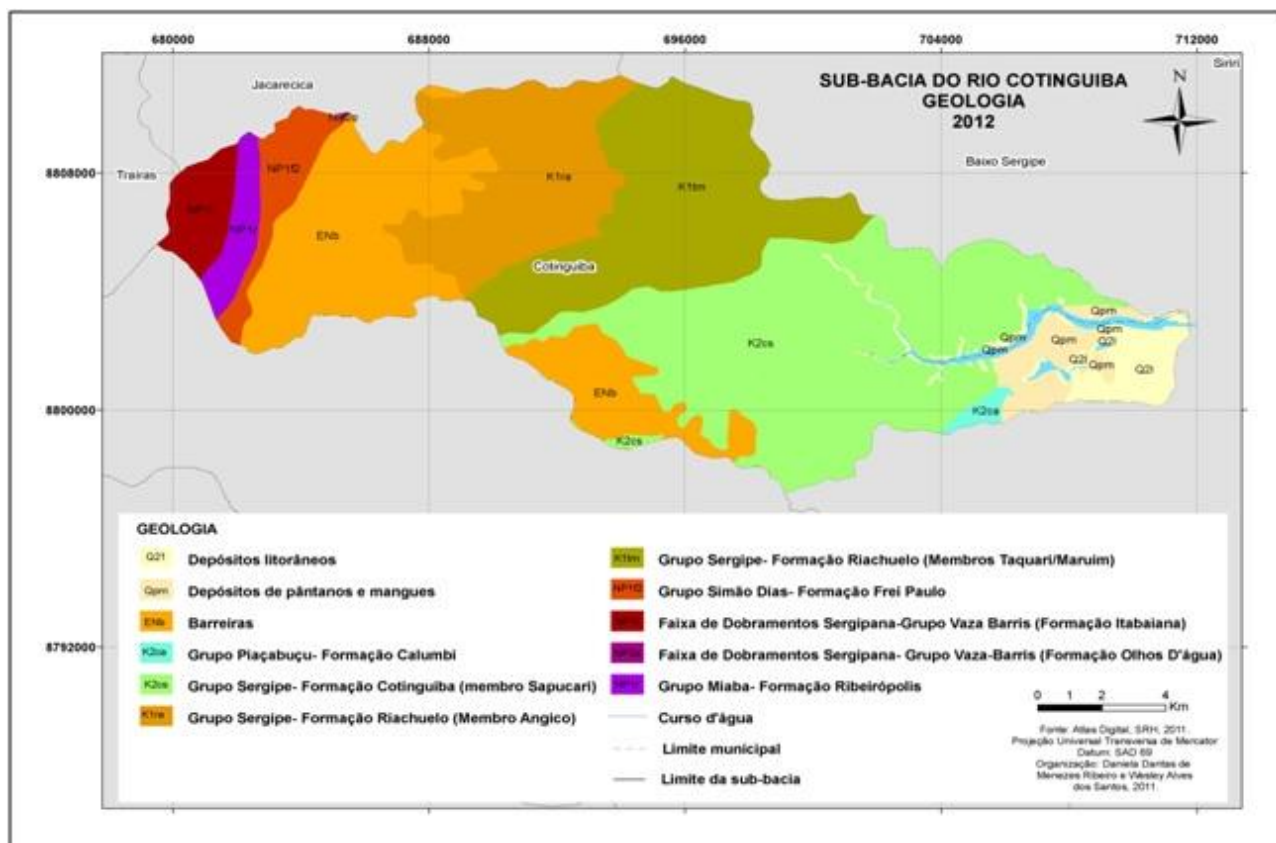


Figura 03: Coluna estratigráfica composta da Formação. Baseada em Schaller (1969) e Feijó (1994).
Fonte: In Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe – CODISE/CPRM, 1998.

média de 22,8 m³/h com profundidades em média de 158,0m. Na sub-bacia, localiza-se em seu curso superior e consta o poço P5 perfurado na fazenda Cafuz (Município de Areia Branca), representativo de seu manancial, com áreas potenciais apresentando

espessuras entre 180 e 300m com alto padrão de potabilidade.

Já o **Membro Maruim (Krm)**, aflora na sub-bacia, entre dois e cinco quilômetros a noroeste da ponte de Pedra Branca (Município de Laranjeiras). A sua espessura máxima é de 1.124m. É encontrado de forma

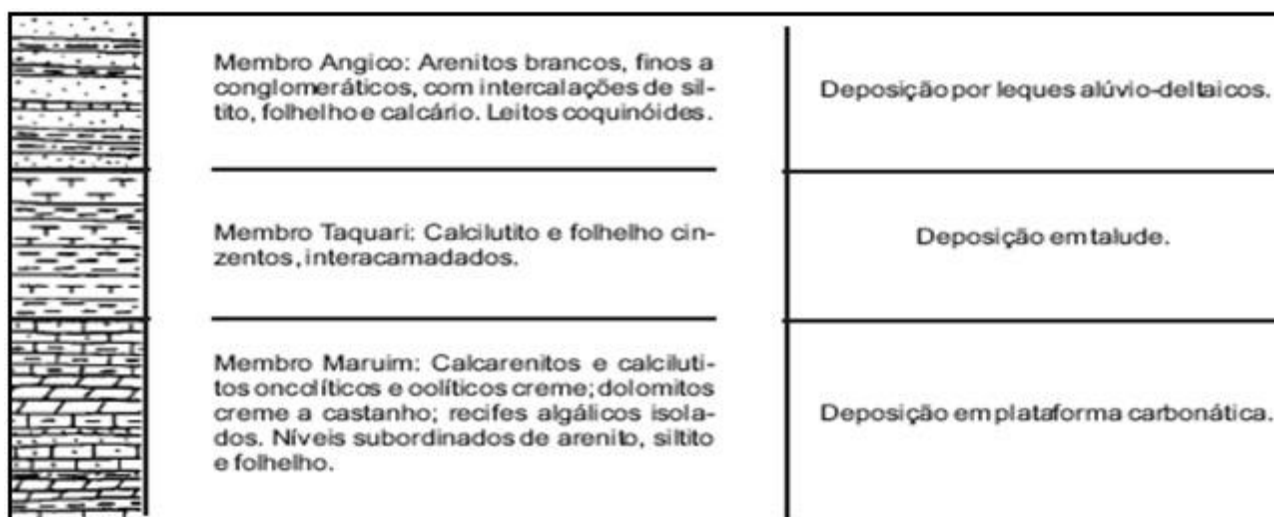


Figura 04: Diagrama de painel mostrando a relação entre os membros Angico, Maruim e Taquari da Formação Riachuelo

Fonte: Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe – CODISE/CPRM, 1998.

descontínua no médio curso da sub-bacia – é uma sequência de calcário oolítico a pisolítico e calcário microcristalino, com siltitos e folhelhos subordinados.

Esse membro apresenta espessura variando entre 100 e 350 metros, sendo constituído por calcários e arenitos sobrepostos no topo pelos calcários dolomitizados, denominados de camadas Aguilhada onde constitui um aquífero heterogêneo, anisotrópico, onde o fluxo é típico de feições de circulação cárstica, desenvolvidas em zonas fraturadas e por canais comunicantes gradam possíveis cavernas. Apresenta vazão média de 56,0 m³/h, para uma profundidade média de 125 m, e espessuras potencialmente aquíferas de 100 m.

O Aquífero Maruim/Aguilhada apresenta-se com características de águas calcárias, mas dentro dos padrões de potabilidade. Ocorre na porção média da sub-bacia à NW da cidade de Laranjeiras e um dos motivos de não ter poços representativos deste aquífero na sub bacia do Cotinguiba é o fato de ser uma área canavieira ou dedicada a pecuária, não tendo povoados, indústria ou outra atividade que necessite de exploração de água subterrânea.

Em continuidade a seção estratigráfica da bacia sedimentar surge o **Membro Taquari (Krt)** que aflora no trecho da

rodovia BR-101, desde duzentos metros sudoeste até 1.300m nordeste do poço CPX-1-SE (Carmópolis), perfurado junto à fazenda Santa Bárbara. A sua espessura máxima é de 716m. Seus contatos, basal com a Formação Muribeca e superior com a Formação Cotinguiba, são concordantes.

Litologicamente, o Membro Taquari, constitui-se de folhehos cinza-esverdeados, calcários e micáceos e por calcários cinza-acastanhados e micáceos, em camadas médias e delgadas. Aflora no riacho Boa Sorte, no município de Laranjeiras, conforme testemunho do poço 4-Jl-1-SE (P2), com espessura de 573m e constituído por areia conglomerática, quartzosa, subangular, com rara argila e micácea.

A **Formação Cotinguiba**, cuja formação deriva da cidade de Cotinguiba, hoje Nossa Senhora do Socorro, aflora apenas no Estado de Sergipe, ao longo de uma faixa com cinco a dez quilômetros de largura, desde a cidade de Japaratuba até o rio Real. Como seção tipo da formação, foram escolhidos os afloramentos situados ao longo da rodovia BR-101, no trecho entre a cidade de Nossa Senhora do Socorro e a localidade de Pedra Branca.

O contato inferior da Formação Cotinguiba é concordante com as formações Muribeca e Maceió, ou discordante com a Formação Riachuelo; o contato superior com

a Formação Calumbi é discordante. Sua espessura média varia em torno de 200m, mas localmente pode ser bem maior.

Dividida em dois membros: Aracaju e Sapucarí, possui espessuras máximas de 280m e 744m, respectivamente, cujas descrições são mostradas na figura 05. De acordo com Feijó (1994) essa formação data do período cretáceo, época superior e está dividida nos membros Aracaju, com espessura de 280m e Sapucarí, com 744m cuja seção-tipo se estende ao longo da BR 101, ao norte e ao sul da ponte sobre o rio Cotinguiba. Acha-se constituída de calcário cinza e creme, maciço ou estratificado com camadas finas e médias, podendo, ou não, estar separadas por lâminas de marga.

O Membro Sapucari (Kcsp) - ocorre na parte inferior da sub-bacia e é considerado altamente produtivo. Esse membro é constituído por calcário bastante argiloso, maciço ou estratificado em camadas finas e médias, separadas ou não por lâminas de marga. Aflora nas áreas mais dissecadas da sub-bacia, nos Tramandaí e madre ou Buti (municípios de Nossa Senhora do Socorro e Laranjeiras), conforme testemunhos dos poços 1 – US – 1 – SE (P₃), 1 JT – 7 – SE (P₄) e 1 – CN – 1 – SE (P₁₂).

Caracteriza-se pela predominância de calcário cinza, moderadamente consistente. No perfil litológico do poço IT – 2 – SE (P₁₀) ocorre calcilutito maciço, recristalizado. A

espessura chega a atingir 400m, conforme verificado no poço de óleo 1 – CN – 1 – SE, (P₁₂ localizado na margem direita do rio Cotinguiba) a NE da cidade de Nossa Senhora do Socorro. A sua litologia é representada por calcilutitos. Para SE, na direção da linha de costa, as camadas mergulham acentuadamente sendo recobertas pela formação Calumbi, Grupo Barreiras e por sedimentos de praia e Aluvião.

Sua elevada transmissividade, associada à ocorrência de fendas e cavernas, mostra a natureza cárstica da sub-bacia do Cotinguiba, com profundidade média de 120 m e vazões acima de 150 m³/h, a espessura do potencial aquífero é de ordem de 200m. São águas calcárias dentro do padrão que é estabelecido a cidade de Aracaju através de bateria composta de 16 poços tubulares profundos e 1 surgência, sistemas chamados (Ibura II e Ibura III, respectivamente). Ocorre o monitoramento por parte da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) a fim de prever rebaixamento no nível piezométrico, bem como antever alguma intrusão salina (Figura 06).

As características de avaliação hidrogeológica desenvolvida na sub-bacia têm como base a carta geológica da Bacia Sedimentar SE/AL (1975) e dados dos poços perfurados pela Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e

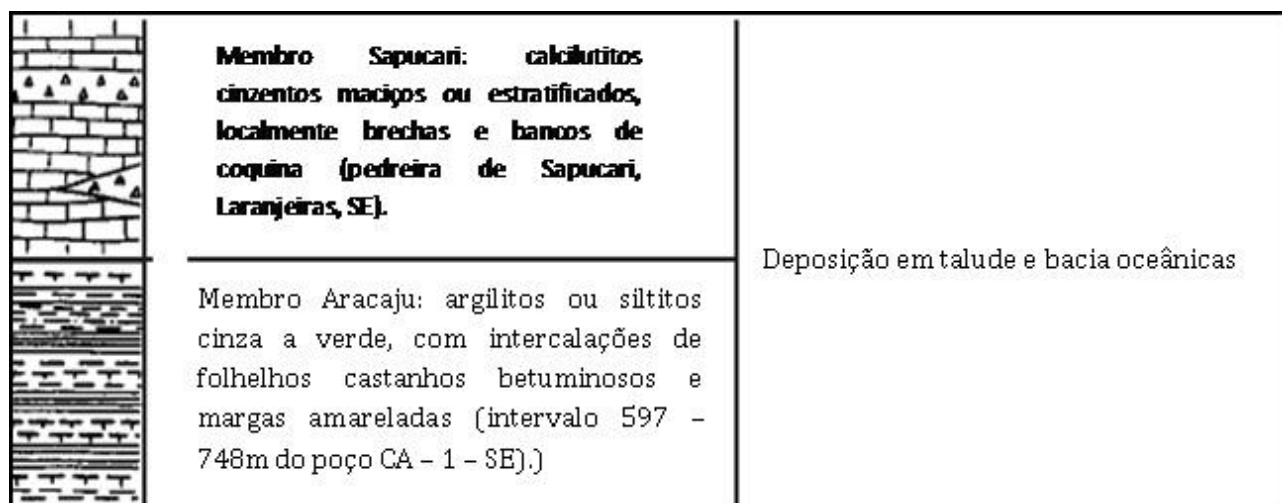


Figura 05 : Coluna estratigráfica composta da Formação Cotinguiba
Fonte: Baseada em Feijó (1994).

Irrigação de Sergipe (COHIDRO) e Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), sendo num total 16 (dezesesseis) inventariados, mostrando diante das informações geológicas da sub-bacia as profundidades de níveis de água (estático e dinâmico), vazão e qualidade das águas quanto à salinidade e/ou aos sólidos totais (Tabela 01). Assim foram definidos os aquíferos: Sapucari, Maruim/Aguilhada e Angico.

As possibilidades hidrogeológicas das rochas estão diretamente relacionadas com as características de porosidade e permeabilidade, que lhes conferem o poder de armazenar e transmitir água (Quadro 01). No entanto, outros fatores como a extensão lateral e vertical do corpo rochoso e suas relações com as demais formações lhes asseguram as reais condições de recarga e armazenamento.

O uso da água subterrânea na sub-bacia hidrográfica do Cotinguiba foi alvo de um detalhado levantamento executado pela SPLANTEC/SRH e COHIDRO. Na sub-bacia predominam os sistemas granular e cárstico (rochas calcárias) e devido a uma maior alimentação e movimentação das águas subterrâneas armazenadas, apresentam uma boa qualidade físico-química para abastecimento humano. Destaca-se uma maior

dureza (teor de cálcio e magnésio na água) dos recursos hídricos subterrâneos presentes nos calcário (Figura 07).

Nos municípios inseridos na sub-bacia do rio Cotinguiba, distingue-se para sua maioria dois domínios hidrogeológicos: Bacias Sedimentares e Formações Superficiais Cenozóicas.

Sob a ótica da hidrogeologia, Araújo enfatiza que, as Bacias Sedimentares constituídas por rochas sedimentares bem diversificadas, representam os mais importantes reservatórios de águas subterrâneas, formando o aquífero do tipo granular. Tem alto potencial, em decorrência da grande espessura sedimentos e da alta permeabilidade de suas litologias, que permite a exploração de vazões significativas (ARAÚJO, 2010, p. 183).

Apesar de encontrar-se atualmente com um nível elevado de poluição hídrica, principalmente no seu baixo curso, a sub-bacia apresenta uma grande variação no conteúdo e sais, que diminui sua concentração de montante para jusante, em consequência do aporte de águas com baixo teor de salinidade proveniente das regiões situadas no trecho inferior, formadas por rochas sedimentares e nas quais a incidência de chuvas é maior.

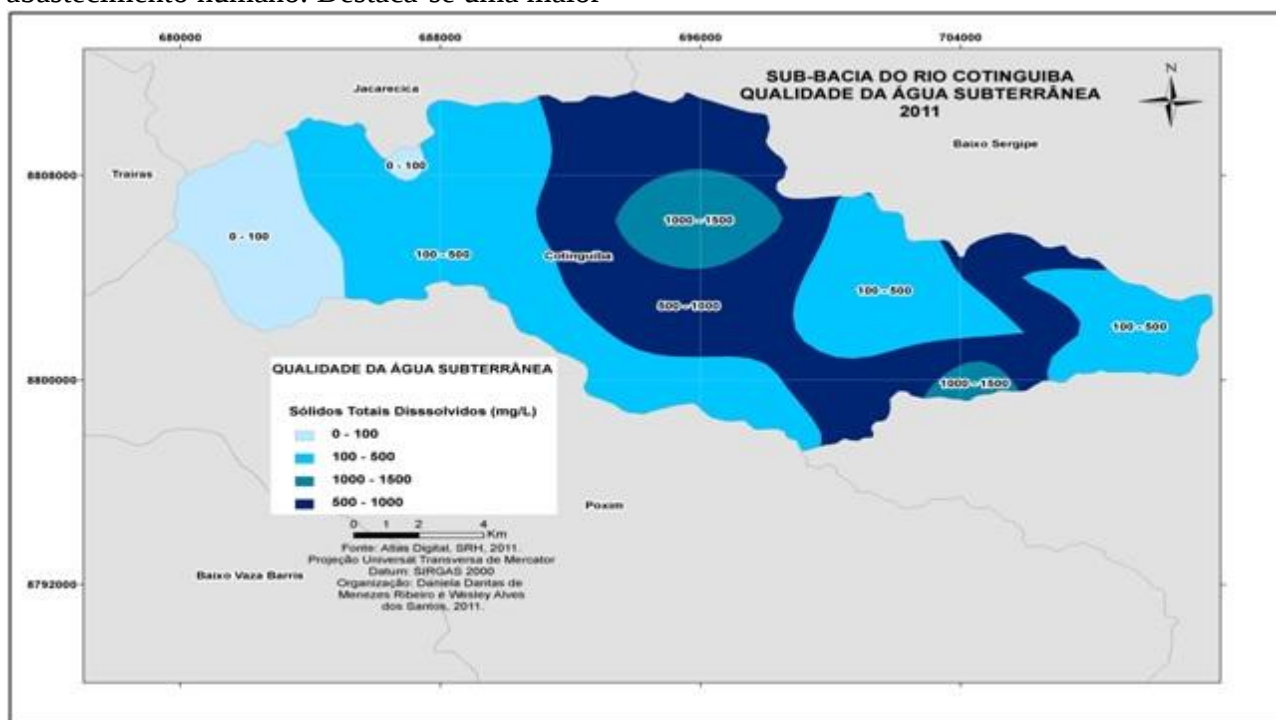


Figura 06: Qualidade da água da sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba

Já as Formações Superficiais Cenozóicas são constituídas por pacotes de rochas sedimentares que recobrem as rochas mais antigas e têm um comportamento de aquífero granular, ou seja, possui porosidade primária que nos terrenos arenosos apresentam uma elevada permeabilidade, o que lhes confere, no geral, excelentes condições de armazenamento e fornecimento de água.

No Aquífero Granular a recarga é efetivada, principalmente, a partir da infiltração das águas pluviais que incidem sobre sua área de ocorrência podendo, de forma subordinada, parte da descarga, ser devida a processos de infiltração vertical proveniente dos sedimentos plio-pleistocênicos do grupo Barreiras e dos sedimentos quaternários quando lhes sobrepõem.

Tratando-se de rochas possuidoras de uma permeabilidade secundária, a recarga dos aquíferos irá depender das características de carstificação e de zonas de fraqueza da rocha (planos de estratificação, fratura, falha), além do controle topográfico sobre os níveis de água (ARAÚJO, 2010).

Face às características físicas de porosidade, permeabilidade, sistema de

deposição, entre outros, tornam-se, por vezes, áreas potenciais ao acúmulo de água subterrânea em níveis relativamente pouco profundos. São conhecidas como áreas hidrogeológicas com potencial explorável “muito elevado” e “elevado”, para execução de poços com profundidade em torno de 100 metros.

Na área de estudo em apreço, o armazenamento da água ocorre, sobretudo, com profundidades que variam entre 27,0m e 150,0m, sendo que a profundidade superior a 50m representa mais de 60% do total de armazenamento.

Na concepção de Linslex, Kohler e Paulhus (1949), as formações geológicas são de extrema importância para os aquíferos, uma vez que, a água pode mover-se em quantidades suficientes para permitir aproveitamento econômico. A litologia, base para a determinação da vocação hidrogeológica de uma região, condiciona a infiltração, a circulação, o armazenamento e a exploração da água nos horizontes superficiais.

O nível estático de um lençol subterrâneo, em um dado ponto, é o seu nível piezométrico. A distribuição no nível estático na área indica que em 73,4% dos poços esse

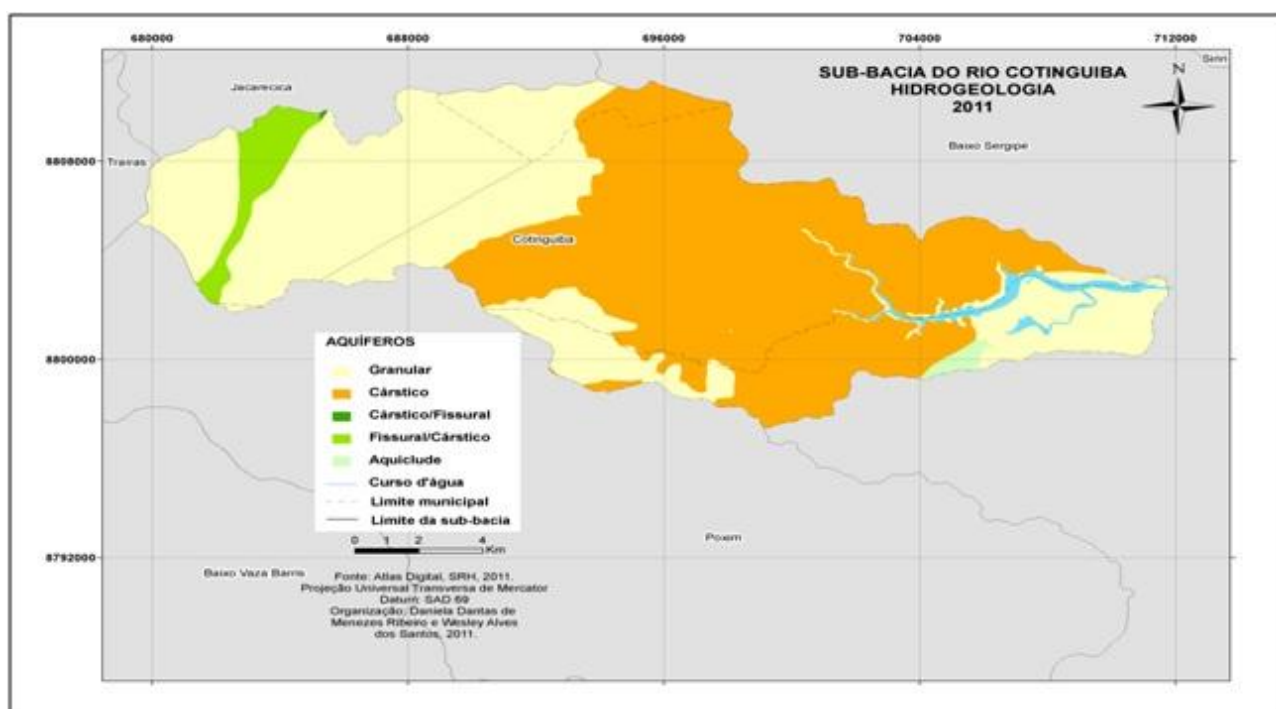


Figura 7: Hidrogeologia da sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba

Quadro 1: Sub-Bacia do Rio Cotinguiba (Perfis Compostos de Poços).

Poço Nº	Prefixo	Município	Geologia	Prof. (m)	Descrição Litológica
P.1	1 – QS – 1 - SE	Riachuelo	Kra Kmo PF	+28 sup. -246 -493	Calcário amarelo, microcristalino Folhelho cinza claro, moderadamente mole, arenito fino e muito fino, friável, muito calcífero.
P.2	4-JI – 1 - SE	Laranjeiras	Kra Krm PF	+40 sup. -533 -662	Areia conglomerática, quartzosa, subangular, com rara argila micácea.
P.3	1 – US – 1 - SE	Laranjeiras	Kesp Krt PF	+60 sup. -361 -1.438	Calcário cinza, moderadamente consistente siltico, argiloso, com textura muito fina.
P.4	1 – IT – 7 - SE	Laranjeiras	Kesp Krt PF	*	Calcário cinza, moderadamente consistente siltico, argiloso, com textura muito fina.
P.5	1 – BR – 1 - SE	Riachuelo	Kra Kmo PF	+50 sup. -326 515	Arenito calcífero gradando para siltito cinza maciço gradando para arenito e folhelho.
P.6	1 – CZ – 1 - SE	Areia Branca	Kra Krm Krp PE PF	+89 sup -379 -481 -550 -571	Conglomerado representado por fragmentos quartzosos, hialinos e leitosos, quartzito branco e arenito, friável, calcífero.
P.7	4 – RO – 328 - 28 - SE	Riachuelo	Tb Kra Kmo PF	+170 sup. -103 -375 -621	Areia variegada, grosseira, conglomerática, quartzosa, argilosa.
P.8	9 – IB – 1 - SE	N. Senhora do Socorro	Tb Kcsp PF	+36 sup -275 -1.253	Argila creme e avermelhada, siltica. Areia variegada, grosseira, conglomerática, quartzosa, argilosa.
P.9	9 – IB – 5 - SE	N. Senhora do Socorro	Qspa Kesp PF	+17 sup. -375 -1.253	Argila creme e avermelhada, siltica. Areia quartzosa, hialina, grossa, média e fina, subarredondada.
P.10	1 – IT – 2 - SE	N. Senhora do Socorro	Kcsp Krt PF	+45 sup. -310 -1.092	Calcário creme, maciço, recristalizado.
P.11	1 – UM – 1 - SE	Laranjeiras	Kesp Krt PF	+26 sup. -625 -1.161	Calculutito creme, maciço, recristalizado.
P.12	1 – CN – 1 - SE	N. Senhora do Socorro	Kcsp Kca Kra Kmo PF	+4 sup. -549 -916 -1.050 -1.496	Calcário acinzentado, moderadamente mole, muito argiloso, ocasionalmente arenoso.

Fonte: Perfis Compostos de Poços de Óleo – Petrobrás/BR (1999).

Legenda Geológica: **Qspa** – Quaternário; **Tb** – Grupo Barreiras; **Kesp** – Formação Cotinguiba Mb. (Sapucari); **Kra** – Formação Riachuelo (Membro Angico); **Kca** – Formação Cotinguiba (Membro Angico); **Kmo** – Formação Cotinguiba (Membro Oiterinhos); **PE** – Pré-Cambriano; **PF** – Profundidade Final.

Elaboração: MEDONÇA FILHO (1999).

nível situa-se entre 0 e 10 m e 26,7 entre 26,7 entre 10 e mais de 20m, conforme distribuição de profundidade do nível estático no Quadro 02.

Outro fator a ser destacado é o conhecimento da característica química da água segundo a salinidade aliada ao método de SCHALLER (1969) que propicia indicações sobre os limites e sua potabilidade (Quadro 03).

Os valores de salinidade variam entre 58,0 e 700,0 mg/l. Dentre os 16 poços, 93,75% apresentam valores de salinidade entre 0 e 500 mg/l. Assim segundo o critério utilizado, os valores de totais de sais dissolvidos indicam a boa permeabilidade das rochas associada às condições climáticas. No tocante a qualidade da água, Mendonça Filho (1999) destaca que, os principais fenômenos poluidores da água são:

Tabela 01: Sub-Bacia do Rio Cotinguiba Valores da Profundidade, Vazão, Nível Estático (NE), Nível Dinâmico (ND), Vazão Específica, Salinidade e Sólidos Totais de Poços Tubulares Profundos

Poço N°	Localidade	Município	Geologia	Prof. (m)	N.E. (m)	N.D (m)	Vazão l/h	Vazão Específica l/h/m	Salinidade Nacl ou ST Em mg/l
P.1	Sede	Areia Branca	Tb	80,0	42,2	48,21	3.900	648,0	165,0
P.2	Pedrinhas	Areia Branca	Tb/KRA	71,0	10,0	18,0	8.500	1.062	132,0
P.3	Manilha	Areia Branca	TB	58,0	26,3	30,8	5.000	1.100	146,0
P.4	Francisco Gomes	Areia Branca	TB	45,0	6,78	34,95	4.000	142,0	102,0
P.5	Cafuz	Areia Branca	Kra	27,0	4,50	21,5	1.800	105,0	700,0
P.6	DESO-30	Laranjeiras	Kcsp	80,0	1,39	3,66	218.000	96.000	86,0
P.7	Boa Sorte	Laranjeiras	Kcsp	60,0	2,8	10,73	18.400	2.300	260,0
P.8	DESO-34A	Laranjeiras	Kcsp	47,0	6,05	6,97	204.000	220.000	58,0
P.9	DESO-19	Laranjeiras	Kcsp	120,0	3,11	18,82	174.000	11.000	107,0
P.10	DESO-16	Laranjeiras	Kcsp	98,0	8,58	15,91	158.000	35.000	58,0
P.11	DESO-5	N. S. do Socorro	Kcsp	150,0	7,67	7,80	198.000	990.000	270,0
P.12	DESO-Ibura	N. S. do Socorro	Kcsp	Aflor.	Jorr	0,80	660.000	-	490,0
P.13	DESO-23	N. S. do Socorro	Kcsp	80,0	4,22	5,87	165.000	70.000	459,0
P.14	DESO-14	Laranjeiras	Kcsp	80,0	7,45	15,31	132.000	16.000	92,0
P.15	DESO-2	Laranjeiras	Kcsp	120,0	1,89	15,66	141.000	10.000	89,0
P.16	Taiçoca de Fora	N. S. do Socorro	Kcsp	30,0	11,55	11,55	9.000	1.000	456,0

Elaborado por: MEDONÇA FILHO (1999).

Fonte: COHIDRO e DESO – 1999

Quadro 02: Distribuição de Profundidade do Nível Estático.

Profundidade do Nível Estático	Frequência	
Metros	N° de Poços	%
0 – 5	6	40,0
5 – 10	5	33,4
10 – 20	2	13,3
> 20	2	13,3
Total	15	100,0

Fonte: DESO (1999).

Quadro 03: Limites de Potabilidade das Águas Segundo e Salinidade

Potabilidade Permanente					Potabilidade Momentânea
Salinidade	Boa	Passável	Medíocre	Má	
	0 - 5000	5000 – 1.000	1.000 – 2.000	2.000 – 4.000	4.000 – 8.000

Fonte: DESO (1999).

compostos organossintéticos e metais pesados, o assoreamento (aporte de material mineral ou sedimentos), acidificação (forte redução do pH), a salinização (elevada concentração de sais) e a eutrofização

(superfertilização por causa da presença de nutrientes).

Segundo SPERLING (1997) apud Mendonça Filho (1999) a poluição de um corpo d'água está fortemente vinculado ao

uso que dele se faz. Assim uma mesma água pode ser apropriada para determinado uso, mas estar poluída para outro. Portanto em função da qualidade da água, é possível estabelecer de forma aproximada uma gradação de usos, abrangendo desde as utilizações mais nobres (abastecimento, irrigação) até aqueles menos exigentes (navegação, controle de cheias).

De acordo com o enquadramento dos corpos de água efetuado com base na resolução CONAMA nº 357/2005 a água do rio Cotinguiba dos pontos considerados, trecho 27 (ponto SE26): foram enquadradas como água doce classe 2. Este trecho, antes da cidade de Laranjeiras é usado para diversos fins pela população, tais como: dessedentação de animais, irrigação, abastecimento ao público.

Após o município de Laranjeiras no trecho 27A (ponto SE27), a água do rio Cotinguiba foi enquadrada como doce classe 2. Nesse trecho a água é utilizada para diversos fins como: dessedentação de animais, irrigação, abastecimento ao público. Tomando como referência a classe 2, para os parâmetros determinados nos pontos citados, observa-se que os teores elevados de nitrogênio total, nitrato, fósforo total e coliformes termotolerantes, registrados apontam a contaminação desse trecho por microorganismos de origem fecal e levam a comprovação de contaminação permanente (recente e remota) das águas por matéria orgânica ou decomposição (esgotos domésticos). O teor de OD apresentou-se abaixo do limite da classe em uma das campanhas de amostragem.

Já o trecho 28 (ponto SE27) na confluência do rio Cotinguiba com o rio Sergipe, os resultados de salinidade obtidos para esses pontos nas campanhas de amostragem efetuadas indicam que a classificação da água é salobra classe 1 e a sua utilização de múltiplos usos (dessedentação de animais, irrigação, abastecimento ao público).

No que se refere a outras fontes de poluição na sub-bacia, ressalta-se a presença de tensoativos, associados a efluentes

contendo sabões e detergentes, bem como de alumínio e ferro, associados à composição mineralógica dos solos presentes na bacia de drenagem. Comparando-se os resultados obtidos nas campanhas recentes com os resultados do Relatório da GEOHIDRO, observa-se a recomendação desses pontos para monitoramento considerando as contribuições da Usina Pinheiro, os lançamentos da cidade de Laranjeiras e a vazão desse trecho.

Observa-se que as variadas formas de uso dos recursos hídricos (dessedentação de animais, agricultura e consumo humano) são o elemento chave para definição da bacia hidrográfica como unidade de planejamento territorial, influenciado, em grande parte, pela crescente ocupação urbana. A demanda de água aumenta constantemente e a urbanização tem um papel importante no aumento do consumo, visto que um habitante urbano consome em média três vezes mais água que um rural.

Verifica-se, porém que na sub-bacia o principal consumo da água não é para o uso doméstico, já que os maiores consumidores de água são as atividades agropecuárias, seguidas pelo uso doméstico e industrial.

4 CONCLUSÕES

Sob o ponto de vista da disponibilidade de água na bacia hidrográfica do rio Cotinguiba, a atual situação além de complexa, mostrou-se preocupante, uma vez que o alto grau de impactos no meio físico, associado à degradação do solo, provocou irregularidades nos abastecimentos das sedes municipais e comunidades rurais. Assim, fez-se necessário um olhar mais atento das autoridades locais e estadual para melhor acompanhar a dinâmica de área da sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba, buscando melhorar a qualidade da água e o sistema de abastecimento.

Os problemas constatados, deve-se a uma cadeia de eventos ensejada pelo escoamento superficial, pelo assoreamento das correntes de água superficiais e pela diminuição dos registros subterrâneos que,

nas épocas de estiagem, respondem pela perenização dos cursos d'água através da descarga de base. Aliado a esses, outros problemas de menor magnitude também se evidenciam merecendo do setor público maior fiscalização e controle, são eles: exploração de areia das margens e calhas dos rios, pesca e caça predatória, enchentes e desperdício de água. Dessa forma, para uma efetiva gestão ambiental e dos recursos hídricos alguns entraves devem ser superados, a exemplo das doenças de veiculação hídrica, poluição do ar, planejamento na exploração das águas subterrâneas, falta de integração entre os órgãos públicos e a sociedade, bem como a ausência de educação ambiental.

5 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, H. M. de et al. (Org.). Hidrologia e hidrogeologia: qualidade e disponibilidade de água para o abastecimento humano na bacia costeira do Rio Sergipe. In: VILAR, W. C.; ARAÚJO, H. M. (Org.). **Território, meio ambiente e turismo no litoral**. São Cristovão: UFS, 2010. p. 168-188.
- _____. **Relações socioambientais na Bacia Costeira do Rio Sergipe**. 2007. Tese (Doutorado em Geografia)-Núcleo de Pós-Graduação em Geografia - NPGeo, Universidade Federal de Sergipe - UFS, São Cristovão, 2007.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivos do Instituto de Ciências da Terra**, Recife, n. 2, p. 2-14, 1964.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- DURY, G. H. **Guide to North American steam locomotives**. Waukesha, WI: Kalmbach Publishing, 1993.
- FEIJÓ, F. J. Bacias de Sergipe e Alagoas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, 1994.
- LINSLEX, R. K.; KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L. M. **Applied hidrology**. New York: Mc Graw-Hill Book, 1949.
- MENDONÇA FILHO, C. M. **A sub-bacia do rio Cotinguiba: Agricultura e Meio Ambiente (SE)**. 1999. Dissertação (Mestrado em Geografia)- NPGeo/UFS, São Cristovão, 1999.
- SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.
- SANTOS, W. A. dos. **Ocupação e dinâmica socioambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Cotinguiba**. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e meio Ambiente)-Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.
- SCHALLER, H. Revisão estratégica da bacia de Sergipe/Alagoas. **Boletim Técnico da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 21-86, 1969.
- SPERLING, E. Qualidade da água. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. (Org.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília, DF: MMA/SRH/ABEAS; Viçosa: UFV/DEA, 1997.
- VILAS BOAS, G. S. As coberturas paleozóicas e mesozóicas. In: BARBOSA, J. S. F.; DOMINGUES, J. M. (Coord.). **Geologia da Bahia: texto explicativo**. Salvador: SEM, 1996.

Data de submissão: 09.06.2011

Data de aceite: 19.03.2013

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.