

RELATÓRIO TÉCNICO

HIDROGEOLOGIA, ABASTECIMENTO DE ÁGUA, CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, COM PROPOSTAS PARA MELHORIAS SANITÁRIAS, DA HISTÓRICA VILA DE CARÁIVA, PORTO SEGURO, BAHIA.



Salvador, agosto de 2018

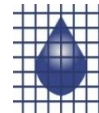


ÍNDICE

1. Introdução.....	06
2. Equipe Técnica.....	06
3. História, Caracterização e Localização de Caraíva.....	06
4. Abastecimento de Água.....	08
5. Características Fisiográficas.....	08
6. Metodologia da Pesquisa.....	09
7. Conceitos Básicos.....	10
8. Geologia.....	12
9. Hidrogeologia.....	14
10. Hidroquímica e Microbiologia das Águas Subterrâneas.....	17
11. Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Vila de Caraíva.....	28
12. Condições Sanitárias da Vila de Caraíva.....	29
13. Potenciais Riscos para População Provocados pelas Péssimas Condições Sanitárias.....	31
14. Conclusões.....	32
15. Recomendações.....	33
Consultas/Referencias Bibliográficas.....	35

ANEXOS

1. Imagem de satélite de localização da área
2. Mapa geológico
3. Imagem de satélite com os pontos de amostras de água.
4. Poço CERB e análises da água do mesmo
5. Análises microbiológicas executadas em 2015, em poços e rio Caraíva
6. Análises microbiológicas executadas em 2018, em poços e rio Caraíva
7. Análise físico-químicas executadas em 2018, em poços e rio Caraíva



RELATÓRIO TÉCNICO

HIDROGEOLOGIA, ABASTECIMENTO DE ÁGUA, CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, COM PROPOSTAS PARA MELHORIAS SANITÁRIAS, DA HISTÓRICA VILA DE CARAÍVA, PORTO SEGURO, BAHIA.

Cliente: Conselho Comunitário e Ambiental de Caraíva (CCAC)

**Técnico Responsável: Geol. MSc. João Batista Matos de Andrade (UFBA, 1981)
Mestre em Geologia, concentração em Geologia Ambiental,
Hidrogeologia e Recursos Hídricos
Especialista em Hidrogeologia e Hidrogeofísica**

Os serviços prestados aqui relatados foram registrados no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Bahia (CREA-BA) sob Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) nº BA20180147945



RESUMO

Caraíba é o vilarejo mais antigo do Brasil, fundado por volta de 1530, hoje um atrativo ponto turístico situado 70 km ao sul da cidade de Porto Seguro. Ocupa apenas 25 hectares, imprensada entre o rio Caraíba, o oceano Atlântico e as terras indígenas Barra Velha. Possui população fixa de 700 habitantes, com grande aumento no período de veraneio, ocasionando superlotação. Geologicamente, está situada sobre sedimentos arenosos litorâneos e flúvio-lagunares, sobrepostos a sedimentos espessos do Grupo Barreiras.

Não possui rede de esgoto, sendo seus efluentes domésticos conduzidos para fossas unidomiciliares. Até pouco tempo, a população era abastecida exclusivamente por poços tubulares rasos, perfurados em cada domicílio, com pequena distância em relação às fossas, raramente ultrapassando 20m. Desde julho de 2018 o abastecimento de água é realizado a partir de poço tubular profundo, público, situado a 5km, na vizinha aldeia indígena Barra Velha.

Análises microbiológicas realizadas em fevereiro de 2015, em 20 poços tubulares, resultaram que 80% estavam contaminadas por coliformes totais e, dessas, 25% também por bactérias *Escherichia coli* (*E.coli*). Em uma segunda análise, com 11 poços, realizada em agosto de 2018, na segunda metade do inverno, com menor população turística que o período das análises anteriores, revelou menor contaminação por coliformes totais (5 amostras), sem presença de *E. coli*. Na interpretação dessas análises, foi revelado também o fato que as contaminações se concentram na parte baixa da vila, que ocupa 2/3 da área, próxima ao rio Caraíba e o mar, ou seja, na parte jusante do fluxo das águas subterrâneas.

Análises físico-químicas realizadas no mesmo período de 2018, revelaram a mesma tendência citada no parágrafo acima, com forte indício de contaminação por efluentes domésticos. Em dois poços situados na rua principal e na praia oceânica os limites aceitáveis de potabilidade para substâncias relacionadas com esses efluentes foram ultrapassados. Foi observado, também, um aumento progressivo de substâncias indicativas de presença de contaminação por efluentes domésticos da parte alta da vila para a parte baixa. Nas proximidades do rio e do mar, a salinidade aumenta, com indicação da influência desses sobre as águas subterrâneas. Nos itens Fe, pH, turbidez e cor aparente a maioria dos poços não estar habilitada para consumo humano.

A falta de esgotamento sanitário muito provavelmente é responsável pelas doenças de veiculação hídrica que acomete a população, especialmente no fim do verão, sendo a gastroenterite a principal. Uma outra preocupação da falta de esgotamento sanitário, e considerando a esperada baixa velocidade do fluxo subterrâneo, é a acumulação dos efluentes domésticos nas águas subterrâneas, no seu lento percurso entre a residências e as zonas de descargas, causando em alguns pontos menos elevados sua quase exsudação, com umidade constante do solo, com a profundidade do lençol freático menor que 0,60m no inverno. Com a chegada do sistema de abastecimento público, é esperado um aumento do nível das águas subterrâneas, dado ao encerramento do ciclo fechado anterior, ou seja, com o sistema de abastecimento os efluentes serão produzidos com água externa, com consequente aumento da superfície do lençol freático.

Por fim, o presente estudo conclui que a população da vila de Caraíba está exposta à graves riscos de doenças provocadas pela destinação inadequada dos efluentes domésticos. Também recomenda a construção de sistema individual ou comunitário de esgotamento sanitário, à definir qual mais adequado, com o devido tratamento e destinação dos efluentes tratados.



ABSTRACT

Founded around 1530, Caraíva is the oldest Village in Brazil. Today, Caraíva is a tourist attraction located 70 kilometers south of the city of Porto Seguro. The Village total area is around 25 hectare and is located between the Atlantic Ocean, the Caraíva river and the indigenous lands of Barra Velha. Villages Caraíva has a fixed population of about 700 people, but increases greatly during the summer time, which in return causes overcrowding. Geologically, it is located over a coastal and fluvial lagoon sandy sediments, and above those are a thick sediment layer of the Barreiras group.

The Village does not have a sewerage system and the domestic effluents are conducted to family septic tanks. Until recently this Village population was supplied exclusively by shallow tubular wells drilled in each house with a very small distance, not exceeding 20 meters, from those family septic tanks. Since July 2018, the water supply is from a deep tubular well located 5 kilometers from the Village in the Indian Village call Barra Velha.

Microbiological analyses accomplished in February 2015 in 20 shallow tubular wells in this Village showed that 80% were contaminated by total coliforms and of these, 25% were contaminated by *Escherichia Coli* (*E. coli*) bacterium. A second analysis was done in august 2018 in 11 tubular wells during the local winter season with a lower tourist population than the previous analysis, it showed a lower contamination by total coliforms (5 samples) and no presence of *Escherichia Coli* (*E. coli*) bacterium. The interpretation of those analyses revealed that those contaminations are concentrated in the lower part of the Village, which occupies 2/3 of the area, close to the Caraíva river and the Atlantic Ocean; in other words, in the downstream part of the underground water flow.

Physiochemical analyses accomplished in the same period of 2018 revealed the same thing mentioned in the above paragraph with is a strong indication of effluents contamination. In two wells located on the main street and on the oceanic beach the acceptable limits of potability for substances related to these effluents were exceeded. It was observed as an increase of substances with has an indicative of domestic effluents contamination from the upper part to the lower part of the Village. The salinity increases near the river and the sea with is a good indication of their influence on the underground water. In the items Fe, pH, turbidity and apparent color most of the wells are not enabled for human consumption.

The lack of sanitary sewage is most likely responsible for the waterborne diseases that affect the population, especially in late summer, with gastroenteritis the main one. Another concern is about the lack of sewerage systems. Domestic effluents are accumulated in the underground water and because of their slow travel between houses and the discharges zones this fact causing in the lower area of the Village some exudation and that result in constant soil moisture, with the depth of the water table less than 0.60 m in the winter. With the arrival of the public water supply, an increase in groundwater level is expected, to happen due to the closure of the previous cycle. In other words, with the water system supply the effluents will be produced by an external water which will increase the surface of the underground water.

Finally, the present study concludes that the population of the village Caraíva is exposed to serious risks of diseases caused by the inadequate disposal of domestic effluents. It also recommends the construction of an individual or community sewage system, to be defined as more appropriate, with due treatment and disposal of treated effluents.



1. INTRODUÇÃO

A atendendo convite do Conselho Comunitário e Ambiental de Caraíva (CCAC), a HIDROEXPLORER executou levantamento de dados, pesquisa e diagnóstico da situação atual das águas subterrâneas, abastecimento e esgotamento sanitário da vila de Caraíva, com propostas de melhorias. Visou atender a seguinte demanda enviada pela CCAC, abaixo transcrita:

“Diante da alta exploração desordenada de água subterrânea, sem rede de esgoto e face a instalação de sistema de abastecimento da comunidade, com consequente aumento da produção de esgotos, o Conselho demanda um estudo hidrogeológico e um relatório de uma empresa respeitável para entender o que está acontecendo e tomar as providências necessárias e eventualmente recorrer ao poder público, para garantir a sobrevivência e sustentabilidade de Caraíva”

2. EQUIPE TÉCNICA

- Responsável Técnico / Execução / Supervisão: Geol. MSc. João Batista Matos de Andrade
- Levantamento de dados e confecção de Mapas: Geol^a. Cristiane Maciel de Lima
- Levantamento de Dados de Campo: Tec. Jonildo Souza Pereira
- Revisão e Diagramação de Texto: Rose Mary Braga de Lima

3. HISTÓRIA, CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE CARAÍVA

Caraíva é o vilarejo mais antigo do Brasil, fundado por volta de 1530, com a chegada dos primeiros portugueses. Até então vivendo exclusivamente de pesca, nos anos 70 começou a ser visitada por turistas aventureiros, que se encantaram com a beleza e rusticidade local. Caraíva está situada no limite norte do Parque Nacional de Monte Pascoal, na atrativa Costa do Descobrimento do Brasil, na Bahia.

Situada a 70 km de Porto Seguro, entre o rio Caraíva, o oceano Atlântico e a terra indígena Barra Velha, Caraíva ocupa uma área de 25 hectares, com uma população fixa de 700 habitantes, com grande aumento no período de veraneio, ocasionando superlotação. Possui um atrativa rede de 82 pousadas, e dezenas de restaurantes, lanchonetes e lojas.

Tem como coordenadas geográficas e UTM de centro, datum WGS 84:

16°48'26,00" S / 39°08' 49,00" W e 8141764 N / 484342 E

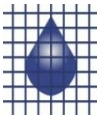


Foto 1- Rua principal, na margem direita do rio Caraíba.



Figura 1- Localização



4. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O abastecimento de água até recentemente era efetuado através de poços tubulares rasos privados unidomiciliares. Em julho de 2018 foi concluído, pelo Governo do Estado da Bahia, um sistema de abastecimento comunitário a partir de poço tubular profundo (178 m), localizado em terras indígenas, na aldeia Barra Velha, a 5 km de Caraíva. Esse poço atende a população indígena e Caraíva. Vide dados do poço no item 9.

Representantes do conselho comunitário (CCAC) expressam preocupações com relação a esse sistema de abastecimento:

- argumentam que o fato de estar situado em reserva indígena causa insegurança no abastecimento para Caraíva, o abastecimento poderá ser cortado por um motivo qualquer;
- argumentam também que o sistema precisaria ter sido melhor discutido com a população e que a rede de distribuição na vila carece de qualidade, com vazamentos e cortes frequentes.

5. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS

A área está situada nos domínios da Bacia Hidrográfica do Extremo Sul, Sub Bacia do rio Caraíva. A drenagem segue direção geral oeste para leste, em direção ao Atlântico, com padrão paralelo a subparalelo.

O relevo é caracterizado por tabuleiros e planícies costeiras arenosas. A vegetação, bastante antropizada, é dominada na maioria da área por gramíneas e restingas, nas proximidades da linha de praia. No leito maior do rio Caraíva predomina a vegetação típica de brejos. No arredores, quando preservada, vegetação de mata Atlântica.

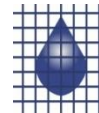


Foto 2 - Rio Caraíva visto da vila.



Foto 3- A vila vista do rio

5.1 Clima



Esse item tem importância fundamental para hidrogeologia da área. Sedimentos arenosos aflorantes associados à alta pluviosidade contribui para a riqueza hídrica subterrânea da região. A abundância das precipitações ao longo da costa Atlântica representa um elemento fundamental na definição do quadro natural, condicionando a cobertura vegetal, a rede hidrográfica e a ocupação do solo.

O tipo climático da área é o Af, conforme Köppen, que significa clima tropical, quente e úmido com cobertura vegetal de floresta, ou seja, as temperaturas médias mensais são superiores a 18°C e não há um só mês com índice pluviométrico médio inferior a 60mm, com precipitação média anual de 1800 mm.

Em balanço hídrico apresentado abaixo (Figura 2) é observado o excedente hídrico na maioria do ano, apenas com déficit nos meses menos chuvosos de dezembro a março.

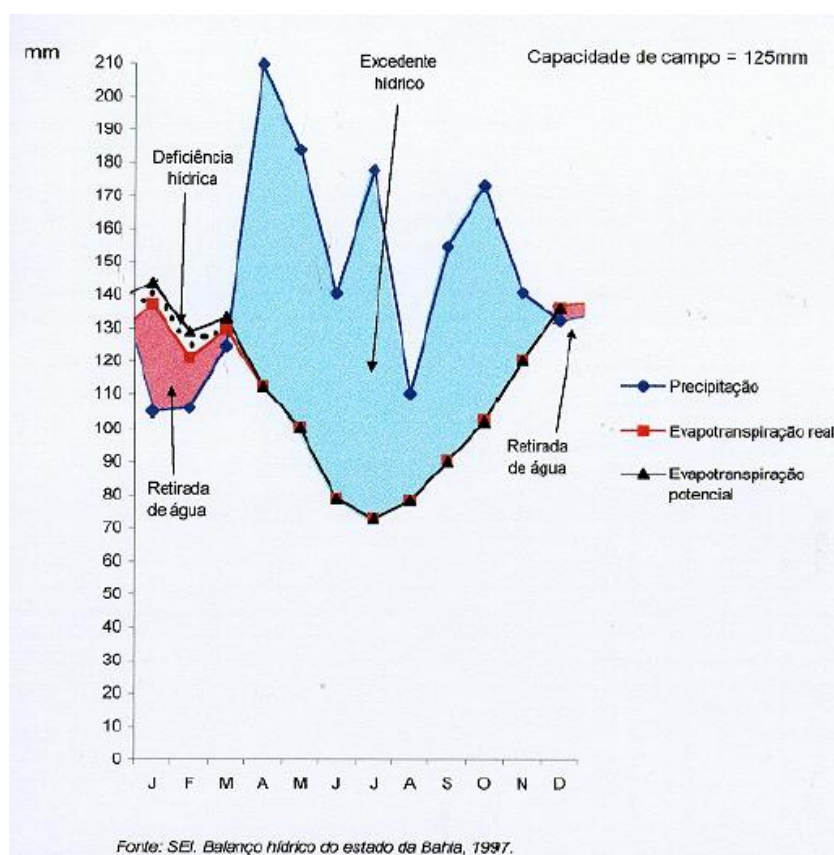
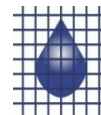


Figura 2. Balanço Hídrico, Posto Pluviométrico de Porto Seguro, chuvas de 1967-1983. Fonte: SEI, 1997.

6. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para atingir os objetivos propostos nesta pesquisa foi adotada estratégia metodológica com 04 etapas sucessivas e dependentes, apresentadas a seguir.

6.1. Pesquisa bibliográfica e cadastro de poços tubulares da região



A pesquisa bibliográfica executada teve como principais fontes: relatórios do Serviço Geológico do Brasil (CPRM); livro Feitosa, E. C; Demetrio, J. G. A. (Coord), 2008 (CPRM); artigos, dissertações e teses acadêmicas; além de dados fornecidos pela CCAC e outros consultados na Companhia de Engenharia Hídrica e Saneamento da Bahia (CERB). Vide Consultas/Referências Bibliográficas.

6.2. Mapas e imagens de satélites

Na pesquisa foram utilizados os seguintes mapas e imagens:

- Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, (CPRM), escala 1:1000.000;
- Mapa Geológico Escala 1:250.000 (CPRM/DNPM);
- Imagem de Satélite (Google Earth, 2016)

6.3. Trabalho de campo

O trabalho de campo foi executado em 03 etapas com duração de 05 dias, conforme a seguir:

5.3.1 Reunião com membros do CCAC e exposição de palestra sobre os trabalhos a serem executados;

5.3.2. Reconhecimento da área, visita a poços tubulares existentes e verificação da situação sanitária;

5.3.3- Coletas de amostras de águas subterrâneas e do rio Caraíva, com condução a laboratório em Porto Seguro (as microbiológicas) e Salvador (as físico-químicas)

6.4 Sistematização dos dados, interpretação dos resultados e relatório final

Com base nos levantamentos e serviços efetuados, aliados a interpretação das análises das águas, foi elaborado o presente relatório.

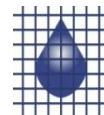
7. CONCEITOS BÁSICOS

Aquífero- é uma rocha ou sedimento capaz de servir de depósito e de transmissor da água aí armazenada. Caso de Caraíva, são as areias e os arenitos

Poço tubular- Poço que tem as paredes revestidas, total ou parcialmente, por tubulação

Coliformes Fecais ou Termotolerantes- Grupo de bactérias que vivem no intestino dos animais de sangue quente, entre eles o homem. São adquiridos quando penetram pela pele ou quando são ingeridos juntamente com a água ou alimentos contaminados e são constantemente liberados em grande quantidade, junto com as fezes. São bactérias capazes de desenvolver e/ou fermentar a lactose com produção de gás a 44°C em 24 horas.

Quando se faz a análise da água e se encontra contaminação por coliformes fecais significa que naquele local houve descarga de esgoto em período recente, o que aumenta a probabilidade de haver



ali ovos e larvas de parasitas intestinais, visto que, estas formas também podem ser eliminadas com as fezes.

Desse modo, a presença de coliformes fecais, que são mais facilmente detectáveis em exames de rotina de laboratório do que as formas parasitárias, indica que a água não deve ser utilizada, porque há um risco aumentado de contaminação

Coliformes Totais - Todas bactérias dos grupo Coliformes, nem sempre com relação fecal

Escherichia Coli (E.coli) -É um grupo de bactérias que habitam normalmente no intestino humano e de alguns animais, no entanto, nem todas E. Coli são inofensivas. Certos tipos são nocivos e causam

gastroenterite com intensa diarreia com muco, semelhante ao catarro ou sangue, ou infecção urinária. A presença dessas bactérias é uma grande traçadora de contaminação por fezes, por serem exclusivas de intestino de animais de sangue quente.

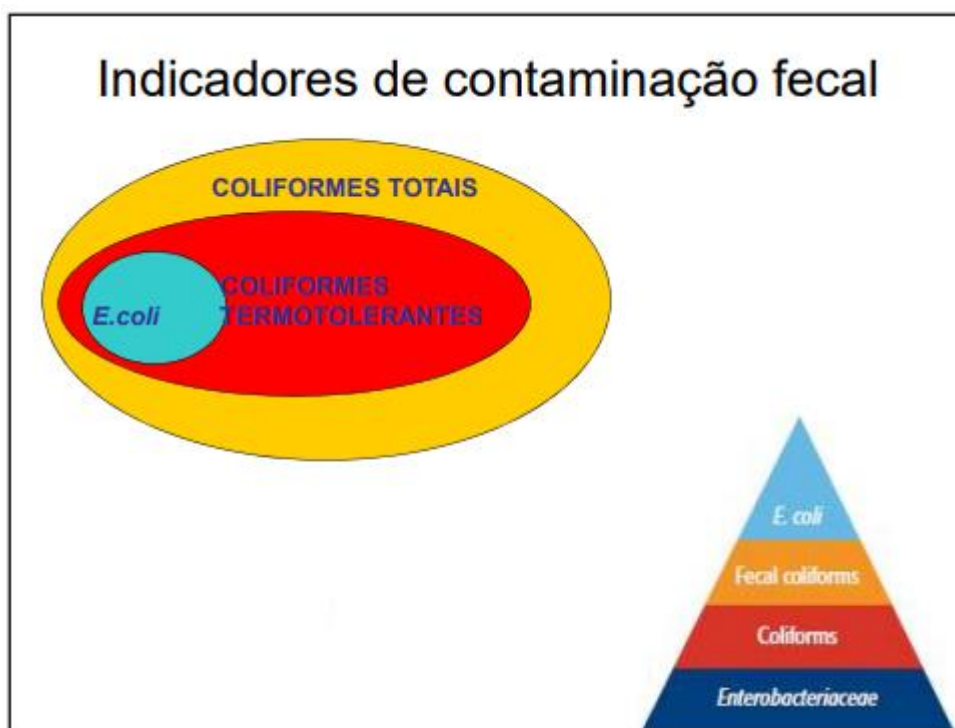
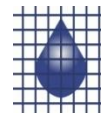


Figura 3: Relação entre Enterobactérias, Coliformes Totais, Coliformes Fecais ou Termotolerantes e Echerichia coli.

Fossa Negra- A fossa negra é a forma mais primitiva de saneamento desenvolvida pelo homem. Consiste basicamente em um buraco no solo, coberto ou não, para onde são direcionados a água e os dejetos. Por não ser estanque, a fossa negra permite que seu conteúdo infiltre e se dissipe (não conta com nenhum tipo de deflúvio), liberando mais espaço em seu interior e ao mesmo tempo contaminando o solo e lençol freático.



Fossa Séptica- Fossa séptica consiste num recinto fechado e enterrado para a depuração de compostos residuais domésticos (sólidos e líquidos). A fossa séptica consta de três recintos interligados. A água chega ao primeiro, de onde se decanta e deposita no fundo em forma de lodo, formando a matéria mais leve, uma espuma à superfície e passando a água para o segundo recinto através de uns orifícios a meia-altura. Nesse recinto produz-se a decantação dos sólidos arrastados e o efluente passa para o terceiro recinto, onde permanece até alcançar o nível necessário para a sua descarga sobre filtros de areia ou poços filtrantes (sumidouros).

Fossa Ecológica- Sistema ecológico de tratamento de esgoto que maximiza ações de bactérias e não utiliza energia elétrica ou quaisquer produtos químicos. O esgoto sanitário é acumulado no sistema, de modo seguro e, à medida que vai recebendo material orgânico novo, vai liberando água biologicamente tratada e lançada em sumidouro

Efluentes Domésticos- Efluentes domésticos ou esgoto sanitário são os dejetos provenientes das diversas modalidades do uso da água em qualquer edificação que tenha banheiro, cozinha, lavanderia etc.

PORTARIA Nº- 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011, do Ministério da Saúde do Brasil- Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade

PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 3/10/2017, do Ministério da Saúde do Brasil- Entre outras, estabelece normas de potabilidade da água para consumo humano. Consolida a Portaria 2914, acima.

RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, DO CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE), alterada pela Resolução 410/2009 e 430/2011- 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.

8. GEOLOGIA

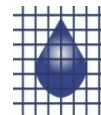
A área do projeto está situada sobre sedimento do Grupo Barreiras, em parte coberto por sedimentos quaternários da Planície Costeira e depósitos flúvio-lagunares (mapa geológico, em anexo).

8.1 Sedimentos Quaternários

8.1.1 Depósitos flúvio-lagunares

Constituídos por areias e siltes argilosos ricos em matéria orgânica, predominando nas zonas de vales.

8.1.2 Areias Litorâneas



Areias bem selecionadas, com conchas marinhas e tubos fósseis, dominando a faixa praiana, e secundariamente, lentes de argilas e siltes..

8.2 Grupo Barreiras

Toda área da vila de Caraíva está situada sobre sedimentos terciários do Grupo Barreiras, cobertos por sedimentos quaternários costeiros.

Sua área de ocorrência é caracterizada pela presença de extensos tabuleiros, bruscamente interrompidos nas proximidades da costa pela presença de falésias fósseis ou ativas. Apresenta espessura bastante variável, em função da paleomorfologia do embasamento, chegando a atingir, a partir de observações de seções estratigráficas, até 70m na região sul do estado. Todavia, dados de sub superfície obtidos por poços da Companhia de Engenharia Hídrica e Saneamento da Bahia (CERB)

próximos a Porto Seguro, indicam espessura de até 212m, de sedimentos aparentemente dessa unidade. O poço tubular que atualmente abastece Caraíva, perfurado por aquela empresa, atingiu 180m de profundidade, sem atingir o embasamento (Vide ficha em anexo)

A explicação para o aumento expressivo da espessura do Barreiras na zona litorânea está na ocorrência de linha de descontinuidade estrutural, paralela ao litoral, distando em média 20 km desse, com direção aproximada N-S. Trabalho de Sondagens Elétricas Verticais - SEVs executado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM comprovaram essa tese (Figura 4).

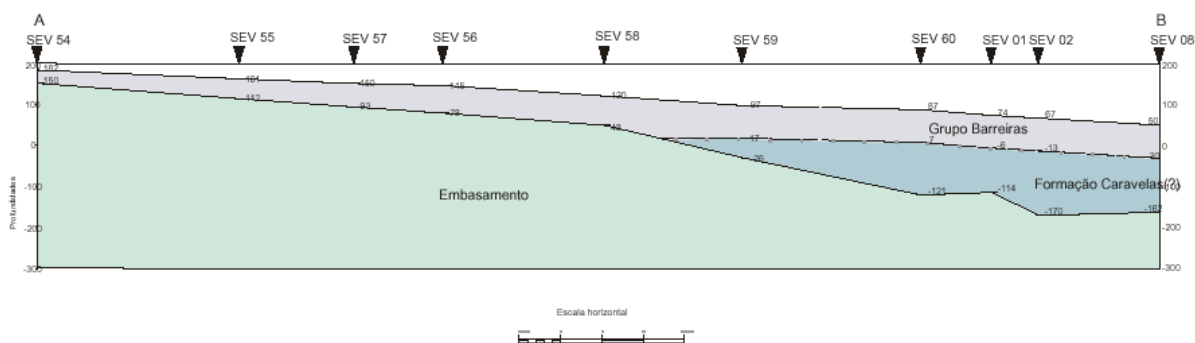
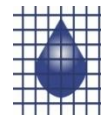


Figura 4. Seção Geolétrica Eunápolis-Porto Seguro, detectando zona descontinuidade estrutural com mergulho do embasamento a medida que se aproxima do litoral (CPRM,2000)

Carvalho e Garrido (1965 apud CPRM 2000) propuseram uma distinção para camada inferior do Grupo Barreiras na área do Litoral Sul, a Formação Caravelas, não aflorante, assentada diretamente sobre as rochas proterozóicas do embasamento, com espessura de 130m no poço CERB Arraial D'Ajuda. No presente relatório será denominado como um único conjunto, o Grupo Barreiras, já que a Fm. Caravelas ainda não é um conceito sacramentado pela comunidade geológica.

Os sedimentos são predominantemente arenosos, mal selecionados, com baixa maturidade textural e mineralógica, evidenciando que o transporte a que foram submetidos foi curto e aparentemente torrencial. Apresenta-se sob a forma de camadas lateralmente persistentes mas com tendência à



lenticularidade. Trata-se de arenitos, secundariamente, calcarenitos, de colorações creme e avermelhada, pouca matriz caulínica, contendo grãos de quartzo e, subordinadamente, feldspatos caulinizados, de granulometria média a grossa, com baixa maturidade textural. A estratificação é pouco nítida, sendo ressaltada, às vezes, por películas ferruginosas. Os argilitos, subordinados, são maciços, de coloração roxa a avermelhada, com espessura contínua de até 20m.

9. HIDROGEOLOGIA

Em Caraíva, coexistem dois aquíferos sedimentares distintos:

1) Aquífero das areias litorâneas e sedimentos flúvio-lagunares

Um aquífero livre, semi confinado em profundidade por camada argilosa, esbranquiçada, conhecida popularmente por “Tabatinga” (informação do perfurador de poços da vila, Sr.Carioca)

É nesse aquífero que se concentra os poços tubulares particulares individuais, com profundidade entre 8 - 15m (a maioria) até 80m. A maioria absoluta das residências tem o seu poço privado.

Não existem fichas dos poços, as informações foram passadas pelos proprietários e pelo principal perfurador de poço na área, Sr. Carioca.

Na Figura 5 abaixo, um perfil esquemático dos poços existentes e um terceiro de um poço ideal visando proteção sanitária, evitando contaminação de fossas e esgotos.

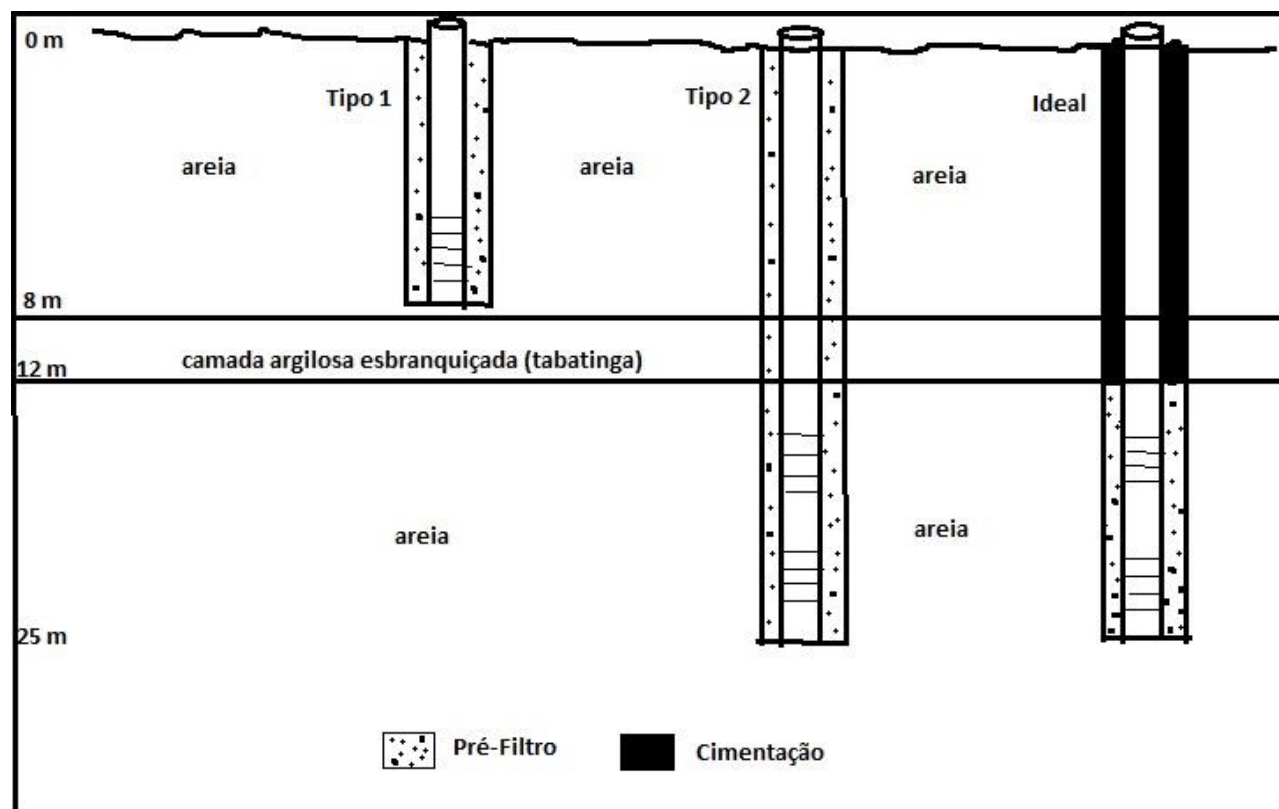




Figura 5- Tipos 1 e 2 de poços existentes no povoado (segundo relatos) e poço ideal visando isolar o aquífero superior livre, mais passível de contaminação.

2) Aquífero Barreiras

O mais importante sistema aquífero da região é representado pelos sedimentos do Grupo Barreiras. O caráter multicamadas do Grupo Barreiras com uma alta razão areia/argila, confere ao sistema ótimas condições de recarga, armazenamento e vazão. Esse conjunto forma um relevo de tabuleiros, cuja superfície apresenta um leve caimento na direção leste, correspondendo, em sub superfície, a um gradativo aumento de espessura do interior para o litoral.

Em termos hidrogeológicos, excetuando-se a camada superior do sistema, que atua como aquífero livre, as demais camadas areno-conglomeráticas funcionam como aquíferos confinados superpostos, a maioria com boa porosidade e permeabilidade, que confere ao sistema, como um todo, um bom potencial como aquífero. As camadas arenosas mais inferiores (correspondente a Fm Caravelas ?) funcionam como aquíferos confinados e apresentam, no geral, uma grande potencialidade de recursos hídricos subterrâneos.

A recarga desse sistema aquífero ocorre diretamente sobre as áreas aflorantes dos sedimentos do grupo Barreiras, em função principalmente da infiltração das águas pluviais. As áreas que apresentam maiores índices de recarga são aquelas onde predominam as litologias arenosas e areno-conglomeráticas da unidade, cujo caráter poroso e permeável, aliado ao relevo pouco inclinado, favorece a infiltração das águas. De um modo geral, a natureza tipicamente arenosa das porções superiores do grupo Barreiras condiciona uma taxa de infiltração relativamente alta.

A CPRM (2000) em pesquisa envolvendo 43 poços tubulares no sistema Grupo Barreiras, leste da discordância estrutural (Figura 3) indica que a Capacidade Específica média do aquífero é da ordem de $1,70\text{m}^3 / \text{h} / \text{m}$. Os níveis estáticos variam de mais de 40 m até níveis surgentes, com média de vazões em torno de $19\text{m}^3/\text{h}$. Os valores de Transmissividade (T) variam de $0,11 \times 10^{-4}$ a $4,2 \times 10^{-3}$. m^2 / s . O mesmo estudo conclui que “*as perspectivas de vazão, na faixa litorânea, para poços com 150m, com locação e características técnicas adequadas, é de aproximadamente $50 \text{m}^3/\text{h}$.*”

Como parâmetro principal nas proximidades, foi escolhido o poço que atualmente abastece a vila de Caraíva, além das Aldeias Barra Velha e Xandó perfurado pela CERB em 2016, situado a 05 km ao sul da vila. Vide perfil do poço e análises físico-químicas e microbiológica, em anexo

Tabela 01- Principais dados do poço Porto Seguro/ Caraíva Velha

Coordenadas Geográficas	16°51'17,1 S / 39°09'51,6" W
Profundidade de Perfuração	178,00 m
Diâmetro de perfuração	14 ^{3/4"}
Diâmetro de Completação (revestimento)	8"
Material de Revestimento	Tubos e filtros PVC Geo. Reforçado
Pré-filtro granulometria	2 a 3 mm de diâmetro



Vazão	56,57 m ³ /h
Nível estático	17,40 m
Nível dinâmico	23,48 m
Rebaixamento	6,08m
Capacidade Específica	9,30 m ³ /h/m
Sólidos Totais Dissolvidos	191,50 mg/l
Perfil geológico	Arenito, com intercalação de calcarenito e argilito.

9.1 Fluxo Subterrâneo

Normalmente em áreas litorâneas o fluxo subterrâneo geral é em direção ao mar. Exceções ocorrem quando características litológicas e estruturais específicas, a exemplo de altos estruturais ou paleovales, desviam esse fluxo localmente para laterais, muitas vezes com paralelismo com a linha do litoral.

Na área da vila de Caraíva é esperado que o fluxo subterrâneo obedeça ao previsto: fluxo principal no sentido oeste para leste, em direção ao mar, com um desvio sentido ao rio nas proximidades do mesmo. O mergulho do embasamento (Figura 4) em direção ao mar, aliado ao gradiente hidráulico ratificam essa afirmação. É de se esperar presença de fluxos secundários, localizados, em direção aos vales, para os aquíferos rasos superiores.

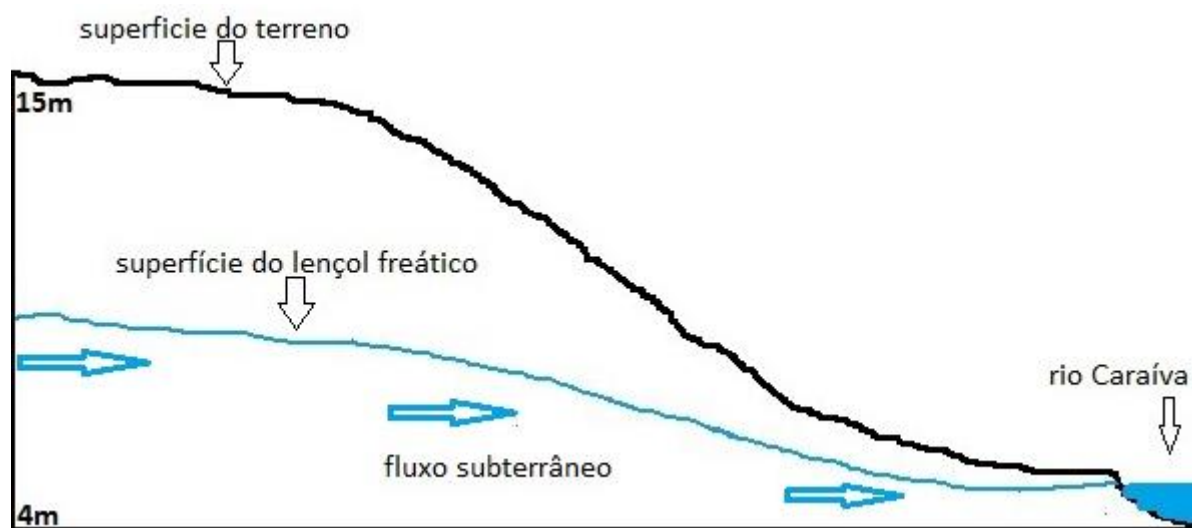
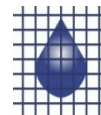


Figura 6- Perfil esquemático da superfície do lençol freático e fluxo subterrâneo em Caraíva

9.2 Cunha Salina

O avanço da cunha salina, propriamente chamado de intrusão marinha, ocorre quando a cunha de água salgada do mar avança ou se mistura com as águas doces do aquífero do continente.



Na situação natural, antes de qualquer bombeamento a partir de poços próximos a linha de praia, existe um gradiente hidráulico no aquífero, que induz um fluxo de água doce em direção ao mar, mantendo a cunha salina numa posição de equilíbrio (Figura 6). Neste aspecto, o Brasil é privilegiado pelo fato da zona costeira apresentar bom índice de precipitação pluviométrica, que implica bom potencial de recarga dos aquíferos.

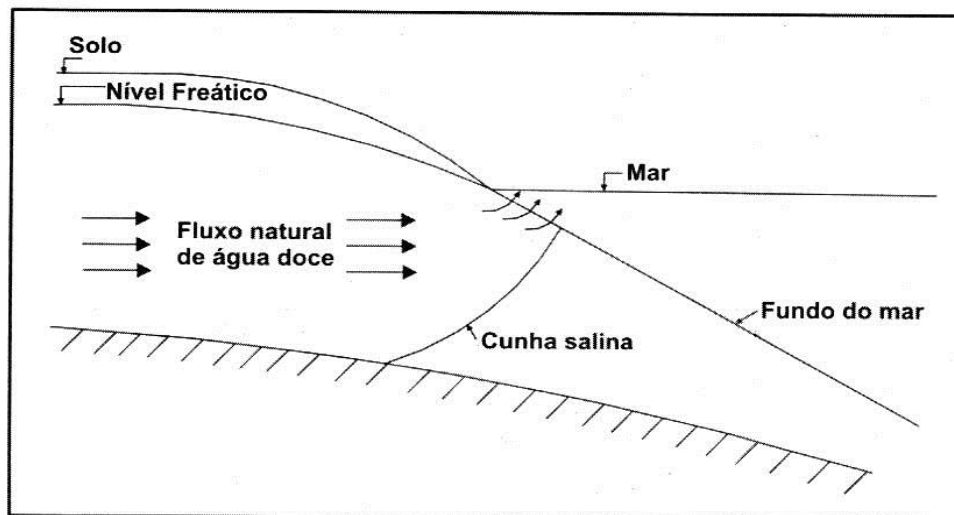


Figura 7. O fluxo natural da água doce em direção ao mar mantém a interface em equilíbrio.

Na área da vila de Caraíva já existe ocorrência de poços produtores de água salina, alguns com produção inicial de água doce e depois ocorrendo a salinização. Esse fato é indicativo de alteração pontual da cunha salina marítima pela alta exploração do aquífero, como também da intrusão salina da água do rio Caraíva, especialmente em maré alta.

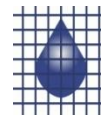
10. HIDROQUÍMICA E MICROBIOLOGIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

10.1. Aquífero Barreiras

As águas subterrâneas do aquífero Barreiras no litoral sul da Bahia são de boa qualidade com relação à potabilidade humana.

Em 14 amostras de água executadas pela CPRM (2000) no Grupo Barreiras, lado leste da descontinuidade (aprofundamento do embasamento), 100% foram classificadas segundo Schoeller (1965) como de boa potabilidade para consumo humano.

O poço perfurado pela CERB, em análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas em 17/06/2016 e 2017, respectivamente, apresentaram habilitadas, segundo os parâmetros analisados, para consumo humano com base na Portaria de Consolidação do MS nº 05/2017 Anexo XX (origem 2914/11). Ver em anexo. Outra análise físico-química realizada em 30/07/2018 no mesmo poço ratifica sua potabilidade.



São águas providas em profundidade de arenitos e calcarenitos. Os calcarenitos explicam a alcalinidade elevada dessas águas, com dureza de 132 mg/L, mas totalmente dentro dos padrões de potabilidade que admite dureza máxima de 500 mg/L.

Vale lembrar que o povoado de Trancoso e a sede municipal de Porto Seguro são abastecidos com poço similar ao de Caraíva, com a diferença que a água de Caraíva apresenta maior dureza e alcalinidades, entre outros parâmetros, por ser provida em parte de calcarenitos.

Abaixo resultados de análises físico-químicas realizadas no poço CERB, na Aldeia Barra Velha

Tabela 2- Análises físico-químicas realizadas em 2016 e 2018

Ensaio	Porto Seguro/ Caraíva Velha- água do poço CERB em 01/07/2016	Porto Seguro/ Caraíva Velha- água do poço CERB em 30/07/2018	Port. de Consolidação 05/2017, do M.S-Valor Máximo Permitido	Unidade
Cálcio (Ca) total	47,00	39,00	NO	mg/L CaCO ₃
Ferro (Fe) total	0,02	0,04	0,3	mg/L
Magnésio (Mg) total	3,60	3,46	NO	mg/L
Alcalin. Bicarbonato	193,00	151,00	NO	mg/L CaCO ₃
Cloretos	<1	15,6	250	mg/L
Condutividade	390	360	NO	µS/cm
Cor aparente	<5	5	<15	mg/L Pt-Co
Fluoreto	0,22	0,27	1,5	mg/L
Nitrito	< 0,04	<0,04	1,0	mg/LN-NO ₂
Nitrato	< 0,2	<0,2	10	mg/LN-NO ₃
pH	7,99	7,49	6,0-9,5	-----
Sólidos Totais Dissolvidos	191,50	243,00	1000	mg/L
Sulfatos	2,04	7,04	250	mg/L
Sílica solúvel	27,30	33,50	NO	mg/L SiO ₂
Turbidez	1,09	0,38	5,0	NTU
Dureza total	132,0	112,0	500	mg/LCaCO ₃
Acidez total	<5	7,00	NO	mg/LCaCO ₃
Potássio (K)	4,42	3,95	NO	mg/L
Sódio (Na)	19,30	30,20	200	mg/L

NO= Não objetável



10.2. Aquífero das areias litorâneas e sedimentos flúvio - lagunares

São nesses aquíferos que se concentram as águas subterrâneas consumidas, até então (já que hoje usam água do sistema de abastecimento recém construído pela CERB) pela população de Caraíva. Por ser um aquífero arenoso, livre em sua parte mais rasa, está muito sujeito a contaminações, apresentando alta vulnerabilidade.

10.2.1 Amostragem das águas para análises físico-químicas e bacteriológicas

Com base em uma planejamento estratégico de coletas, foram amostrados doze (12) pontos de água a partir de poços tubulares e dois (02) pontos do rio Caraíva.

Dos 12 poços tubulares, 01 ficou fora de Caraíva, na comunidade vizinha Aldeia Xandó (tentativa de ser o poço branco, sem contaminação) e 11 distribuídos espacialmente por toda vila de Caraíva. Das coletas de água do rio, um ponto a montante e outro a jusante . Vide em anexo mapa de coletas

10.2.1.1 Amostragem da água

As águas foram coletadas e envazadas em frascos apropriados, com preservantes, fornecidos pelos laboratórios responsáveis e acondicionadas em isopor com gelo.

Dos 12 poços, em 11 foram coletadas do próprio poço, apenas 01 (Mangue Sereno) não pôde ser coletada diretamente do poço, foi usada a saída da torneira. As amostras coletadas no rio Caraíva foram em profundidade adequada. O Poço 1 (Gildo) por estar situado em zona alta, a montante de Caraíva e em área menos densamente povoada (Aldeia Xandó) foi considerado o ponto BRANCO, ou seja, o que se espera água não poluída / contaminada.

Foram dois os laboratórios responsáveis pelas análises:

Aquapharma- Controle e Qualidade, em Porto Seguro- BA, para as análises microbiológicas;

ALS Global, em Salvador-BA, para análises físico-químicas.





Foto 4 –Coleta do rio acima

Foto 05- Coleta do rio abaixo



Foto 7-Coleta de poço



Foto 8- Coleta do poço, com amostrador

10.2.1.1 Resultados das análises

Análises Microbiológicas

A pedido da CACC (Daniel Bangalter), o laboratório Aquapharma executou 22 análises de água de Caraíva, sendo 20 de poços tubulares e 2 do rio Caraíva, em 04/02/2015

Como resultado, das 20 das análises de poços, 16 (80%) estavam contaminadas por Coliformes Totais acima dos padrões permitidos pela então Portaria 2914/11, do Ministério da Saúde do Brasil. Dessas 16, 4 (quatro) estavam contaminadas pela bactéria *Escherichia coli* (E.coli), uma bactéria que quando patogênica pode causar diversas doenças, a exemplo de infecções urinárias e diarreias infecciosas.

As análises do rio Caraíva apresentaram alto índice de contaminação por Coliformes Totais e Termotolerantes, totalmente inadequadas para consumo humano. O laboratório pela Portaria Conama 274/2000 que define critérios de balneabilidade, onde apresentou satisfatória, quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes). Observar que foram realizadas apenas duas amostragens.

Essas análises foram realizadas no final do verão de 2015, precedidas por meses menos chuvosos (verão) e durante grande ocupação turística, fase esta que contribuiu para o alto índice de contaminação nas águas subterrâneas.

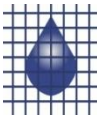




Tabela 3- Análises microbiológicas, água de poço tubular, em 04/05/2015. Parametrizadas pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011

Local	Ponto de Coleta	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	Escherichia coli (UFC/100 mL)	Padrão
Pousada Terra	Poço	Ausente	Ausente	Ausente
Merc. Xandó	?	23,00	Ausente	Ausente
Culinária Central	Poço	>23,00	Ausente	Ausente
Tainá	Poço	>23,00	$1,4 \times 10^2$	Ausente
Paxá	Torneira	9,2	$1,1 \times 10^2$	Ausente
Mangue Sereno	Torneira	Ausente	Ausente	Ausente
Coco Brasil	Torneira	>23,00	Ausente	Ausente
Cores do Mar	Poço	1,1	Ausente	Ausente
Laila	Poço	Ausente	Ausente	Ausente
Flor do Mar	Torneira	1,1	Ausente	Ausente
Escola/P.Saúde	?	Ausente	Ausente	Ausente
Ludmila	Torneira	2,2	Ausente	Ausente
Bar do Porto/Quimbó/ONG	Poço	12,00	6×10	Ausente
Hostel Meoman	Torneira	1,10	Ausente	Ausente
Camping Carlito	Poço	3,60	Ausente	Ausente
Casa Madeira / Dani	Torneira	6,90	Ausente	Ausente
Ausenda	Torneira	23,00	4×10	Ausente
Boteco do Pará	Torneira	>23,00	Ausente	Ausente
Ouriço	Torneira	1,10	Ausente	Ausente
Chafariz Praça	Torneira	1,10	Ausente	Ausente

Tabela 4- Análise microbiológica, água do rio Caraíva, em 04/02/2015. Parametrizadas pela Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000

Local	Ponto de Coleta	Coliformes Totais (NMP/100 mL)- Não regulamentado	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Padrão para os Coliformes Termotolerantes
Zé Pará	Rio	1600,00	14	1000
Quebra Pote	Rio	1600,00	350	1000



As análises executadas como parte do presente estudo resultaram em índices de contaminações menores que em 2015: das 12 análises de poço, 4 (33%) resultaram contaminadas com Coliformes Totais e nenhuma contaminada por E. coli.

Essa decaída pode ser também explicada pela fase em que foram coletadas as amostras: no inverno, ainda em período chuvoso e baixo índice de ocupação turística. O advindo de uma nova água, do sistema de abastecimento, também pode ter contribuído.

Também é observável que as águas subterrâneas da parte alta, nenhuma apresentou contaminação, estando todas essas concentradas na parte baixa da vila, com contaminação de 06 em 08 poços analisados nesta área, ou seja, 75% das amostras. Essa relação já era esperada: na parte alta os poços são mais profundos, com níveis das águas também mais profundos, ou seja, mas distante verticalmente das fossas. Outro fato a citar é a influência da direção do fluxo subterrâneo: a parte alta está à montante e a baixa à jusante, com maior confluência dos efluentes domésticos.

Quanto as águas do rio Caraíva, totalmente imprópria para consumo humano, pela salinização provocada pela maré e pelo alto nível de contaminação, estando a parte de baixo jusante também fora das normas do Conama 357, igualmente desapropriada para tais fins.

Observa-se nas análises das águas do rio, que à jusante a contaminação é muito superior que a montante, possivelmente fruto de contribuição dos esgotos de Caraíva.

Tabela 5- Análises microbiológicas, águas de poços tubulares, em 30/07/2018. Parametrizadas pela Portaria de Consolidação nº 5 de 03 de outubro de 2017 (origem 2914/11) do Ministério da Saúde.

Local - P= Poço	Ponto de Coleta	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	Escherichia Coli (UFC/100 mL)	Padrão
P 1- Gildo	Poço	Ausente	Ausente	Ausente
P 2- Paulo Antonio	Poço	Ausente	Ausente	Ausente
P 3- Ludmila	Poço	Ausente	Ausente	
P 4 - André	Poço	Ausente	Ausente	Ausente
P 5- Aurelino Indio	Poço	Ausente	Ausente	Ausente
P 6- Rogério	Poço	Presente	Ausente	Ausente
P 7- Manoel Robalo	Poço	Ausente	Ausente	Ausente
P 8- Coco Brasil	Poço	Presente	Ausente	Ausente
P 9- Casa do Rio	Poço	Presente	Ausente	Ausente
P 10-Ana Paula	Poço	Presente	Ausente	Ausente
P 11- Jane (Mangue Sereno)	Torneira	Ausente	Ausente	Ausente
P 12- Pelé	Poço	Presente	Ausente	Ausente



Tabela 6- Análise microbiológica, águas do rio Caraíva, em 30/07/2018. Parametrizadas pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2015

Local	Ponto de Coleta	Coliformes Totais (NMP/100 mL)-Não regulamentado	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Padrão para os Coliformes Termotolerantes
Rio Acima	Rio	>1600,00	500	1000
Rio abaixo (frente ao Camping)	Rio	1600,00	1600	1000

É importante frisar que resultado negativo de contaminação que uma análise microbiológica de uma amostra de água não significa que esta não está contaminada. A segurança viria com resultados negativos em várias análises, em diferentes épocas do ano.

Análises Físico-Químicas

Foram feitas análises físico-químicas de água de 11 poços e em dois pontos do Rio Caraíva, resultando nas seguintes anomalias com relação a portaria de potabilidade vigente no Brasil (PRC nº 5, de 28 de Setembro de 2017, anexo XX, do Ministério da Saúde)

Poços, comparando com o VMP (Valores Máximos Permitidos) da PRC nº 5, foram os seguintes os parâmetros físico-químicos acima do VMP, com os respectivos quantitativos de poços:

Cor, 10 poços; Nitrato, 01 poço com valor 5,5 vezes acima; Nitrito, 01 poço com valor 4,1 vezes acima; Amônia, 01 com valor 27, 3 vezes acima; Ferro, 06 poços; Turbidez, 04 poços; Ph, 06 poços com Ph abaixo do normal (Tabela 7)

Conforme Tabela 7, as análises das águas 03 poços mostraram valores alterados de Nitrato ou Nitrito ou Amônia, indicativos de contaminação por matéria orgânica tipo efluentes domésticos, justamente nas residências situadas na parte baixa de Caraíva, a jusante do fluxo subterrâneo. No entanto, analisando como um todo, considerando o ponto de partida o poço Branco (Poço1) à montante, até os poços 08 e 11 mais a jusante, observa-se um leve incremento dos demais parâmetros que podem ser indicativos de contaminação por esses efluentes, apesar de dentro da VMP da Portaria: Potássio, Fosfato e Sulfato, além dos já citados Nitrato, Nitrito e Amônia.

Rio Caraíva, comparado com a PRC nº 5

Estas análises apesar de realizadas em pontos à montante e à jusante de Caraíva, deram valores invertidos em termos de salinidade pelo motivo que a coleta à montante o rio estava em maré cheia e a jusante o rio estava em maré baixa, daí a coleta a montante ter apresentado salinidade maior.

Apresentou, como era de se esperar, parâmetros físico-químicos com valores acima do previsto na Portaria, não sendo portanto habilitada para consumo humano.



Rio Caraíba, comparado com a Resolução CONAMA 357/2005

Águas habilitadas para atividades de aquicultura e pesca, com demandas de oxigênio e potencial redox compatíveis com água onde se desenvolvem atividades biológicas normais à um rio poluído, contaminado, mas ainda vivo.

Diagrama de Piper

No diagrama de classificação hidroquímica de Piper (Figura 7), as águas das 11 amostras dos poços tubulares ficaram posicionadas no campo das águas sulfatadas ou cloretadas sódicas.

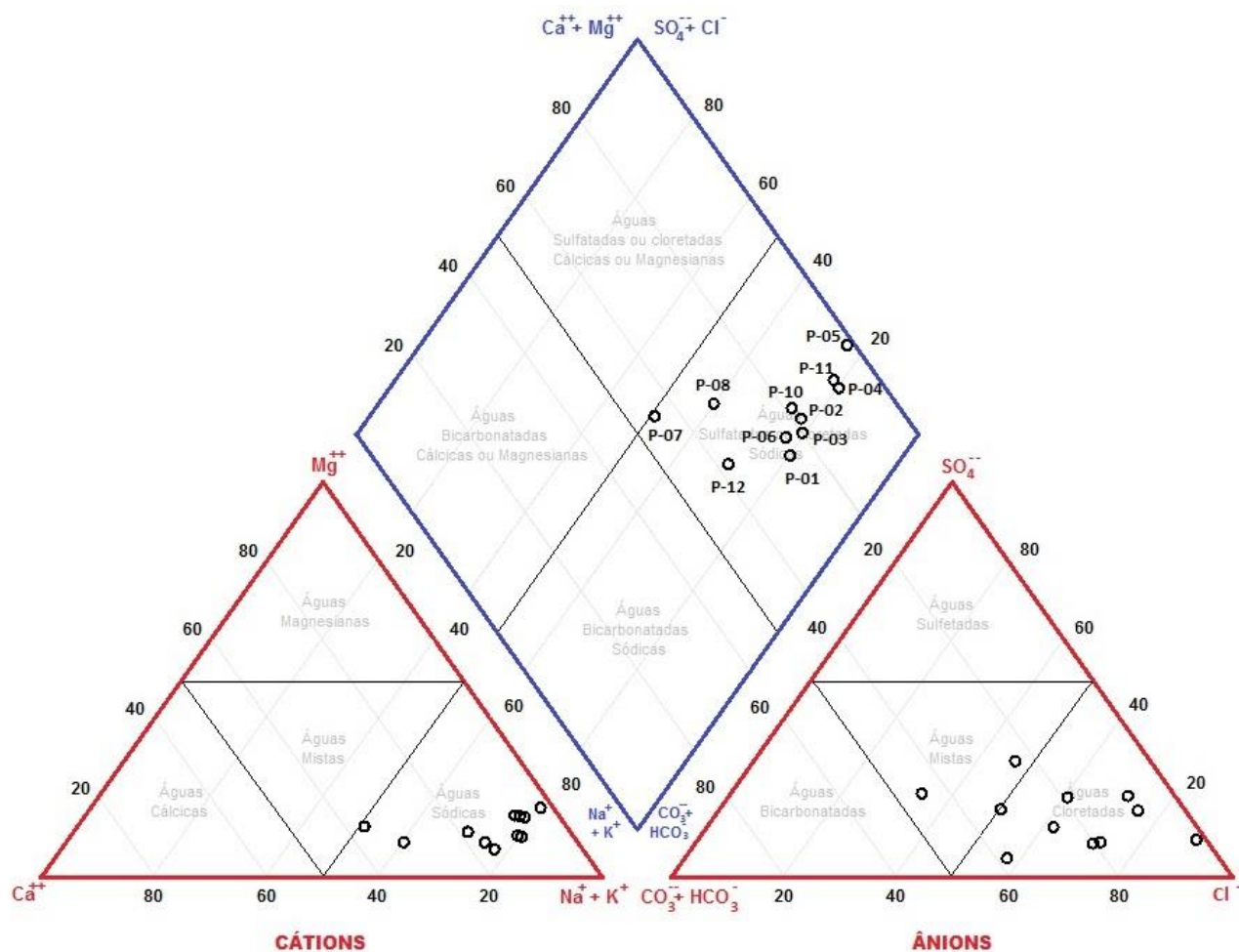


Figura 8-Diagrama de Piper das águas dos 11 poços tubulares analisados

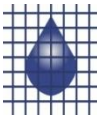


Imagem 01- Vista aérea da vila de Caraíva, com delimitação das partes alta e baixa.

Tabela 7- Resultados das análises físico-químicas em 11 poços tubulares da vila de Caraíva (o poço 9, só fez análise microbiológica)

Parâmetro-Unidade	Poço 1 Gildo	Poço 2 Paulo	Poço 3 Ludmila	Poço 4 André	Poço 5 Aurelino Índio	Poço 6 Rogério	Poço 7 Manoel do Robalo	Poço 8 Côco Brasil	Poço 10 A. Paula	Poço 11 Jane	Poço 12 Pelé	PRC n° 5, de 28 de Setembro de 2017, anexo XX
Acidez Total - mgCaCO ₃ /L	6,01	10	6,83	7,83	12,6	22,6	<5,00	11,5	14,6	8,22	89,9	
Potássio (K) - mg/L	0,266	0,927	0,958	1,2	3,0	7,6	4,5	8,2	4,6	2,0	28	
Cálcio (Ca)-mg/L	0,127	0,650	0,965	1,9	7,6	11	24	43	5,4	1,2	36	
Condutividade uS/cm	52,3	59,7	60,4	126	607	376	385	772	180	122	1256	
Magnésio (Mg)- mg/L	0,611	0,879	0,642	1,3	9,4	3,1	5,3	7,7	1,8	1,8	14	
pH	4,5	5,6	5,8	5,7	5,2	6,3	7,9	6,9	6,3	5,6	6,9	6,0 – 9,5
Fosfato (P-PO ₄)- mg/L	<0,020	<0,020	<0,20	<0,020	<0,020	0,083	<0,020	0,56	<0,020	<0,020	3,86	
Alcalinidade Total- mgCaCO ₃ /L	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	40,9	84,6	114	14,3	<5,00	216	
Turbidez - NTU	2,0	4,1	36	0,85	21	9,7	4,9	0,58	4,9	3,2	101	5,0
Fluoreto - mg/L	<0,080	<0,080	<0,080	<0,080	0,090	<0,080	0,19	3,2	<0,080	<0,080	0,37	1,5
Cloreto - mg/L	7	11	10	26	161	46	37	101	26	25	190	250
Cor Aparente -	58	38	36	9,0	102	327	52	36	128	39	>500	15
Ferro (Fe) - mg/L	<0,050	0,556	0,629	0,105	2,5	0,671	0,117	<0,050	0,030	0,536	18	0,3
Sódio (Na) - mg/L	5,0	7,6	8,3	18	83	57	36	90	25	16	141	200
Sulfato - mg/L	2,0	1,9	1,7	8,1	24	40	32	48	12	10	23	250
Nitrato (N-NO ₃)- mg/L	0,29	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	2,4	<0,045	55	0,73	<0,045	1,1	10
Nitrito (N-NO ₂) - mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,043	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	4,1	1
Dureza Total mg/L	<5,00	<5,00	5,00	10	92	41	103	172	22	13	169	500
Amônia – mg/L	0,17	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	0,22	0,22	0,38	0,15	<0,12	41	1,5
Sólidos Totais- mg/L	72	<0,10	<10	70	580	230	274	524	98	34	632	1000

Tabela 8- Resultados de análises físico-químicas realizadas em águas do rio Caraíva (dois pontos)

Parâmetro-Unidade	Rio Abaixo	CONAMA 357/ 2005-Água Salobra, Classe 1	Rio Acima	CONAMA 357/ 2005- Água Salina, Classe 1	PRC n º 5, de 28 de Setembro de 2017, anexo XX
Acidez Total - mgCaCO ₃ /L	5,15	-	<5,0	-	-
Condutividade- *S/cm	1913	-	13560	-	-
pH	6,4	6,5 -8,5	7,0	6,5-8,5	6,0 – 9,5
Fosfato (P-PO ₄)- mg/L	<0,020	-	<0,020	-	-
Alcalinidade Total- mgCaCO ₃ /L	7,27	-	28,9	-	-
Turbidez - NTU	3,2	-	4,1	-	5,0
DBO – mgO ₂ /L	<2,00	-	<2,0	-	-
Cloreto - mg/L	473	-	4972	-	250
Cor Aparente -	80	-	67	-	15
Ferro (Fe) - mg/L	0,669	0,3	0,454	0,3	0,3
DQO – mgO ₂ /L	<25	-	<25	-	-
Sulfato – mg/L	72	-	582	-	250
Nitrato (N-NO ₃)- mg/L	<0,045	0,40	<0,30	0,40	10
Nitrito (N-NO ₂) - mg/L	<0,010	0,07	<0,050	0,07	1
Dureza Total mg/L	196	-	1702	-	500
Amônia – mg/L	0,45	-	0,13	-	1,5
Sólidos Totais- mg/L	1096	-	7156	-	1000
Potencial Redox – m/V	+86,0	-	+77,6	-	-

Resultados em vermelho quando em comparação com a PRC nº 5

11.VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA VILA DE CARAÍVA

11.1 Conceito

O conceito de vulnerabilidade refere-se à susceptibilidade íntiseca do meio aquífero em ser adversamente afetado por uma carga contaminante antrópica.

Para esse estudo foi usado o método GOD (Forster & Hirata, 1988) de avaliação de vulnerabilidade de aquífero. GOD é um acrônimo de três termos em inglês:

- Confinamento do aquífero (**G**roundwater Hydraulic Confinement);
- Natureza composicional da zona não saturada ou da camada confinante (**O**verlyng Strata);
- Profundidade do nível da água ou da camada confinante do aquífero (**D**epth to Groundwater Table);

11.2-Vulnerabilidade em Caraíva

Devido a diferença topográfica da vila de Caraíva, a área foi dividida em duas: parte alta, com nível estático (NE) ou superfície do lençol freático em torno de 15m e parte baixa, com o NE médio de 5m. A seguir detalhamento da metodologia aplicada.

Aplicando o método GOD (Figura 07) e considerando o aquífero não confinado, coberto:

Parte Alta

G= 0,8 (aquífero não confinado, coberto);

O= 0,7 (natureza da camada não saturada: areia);

D= 0,8 (profundidade do nível da água: 15m);

Multiplicando estes três fatores entre si, obtêm-se uma vulnerabilidade de **0,448**, classificada como MÉDIA OU MODERADA. Vulnerável a alguns contaminantes apenas quando continuamente lançados (caso de esgotos e dejetos domésticos de Caraíva) ou lixiviados.

Parte Baixa

G= 1,0 (aquífero não confinado);

O= 0,7 (natureza da camada não saturada: areia);

D= 1,0 (profundidade do nível da água: <5m);

Multiplicando estes três fatores entre si, obtêm-se uma vulnerabilidade de **0,7**, classificada entre ALTA A EXTREMA. Vulnerável a muitos contaminantes (exceto os que são fortemente adsorvidos



ou rapidamente transformados) em muitas condições de contaminação, a vulnerável à maioria dos contaminantes com impacto rápido em muitos cenários de contaminação

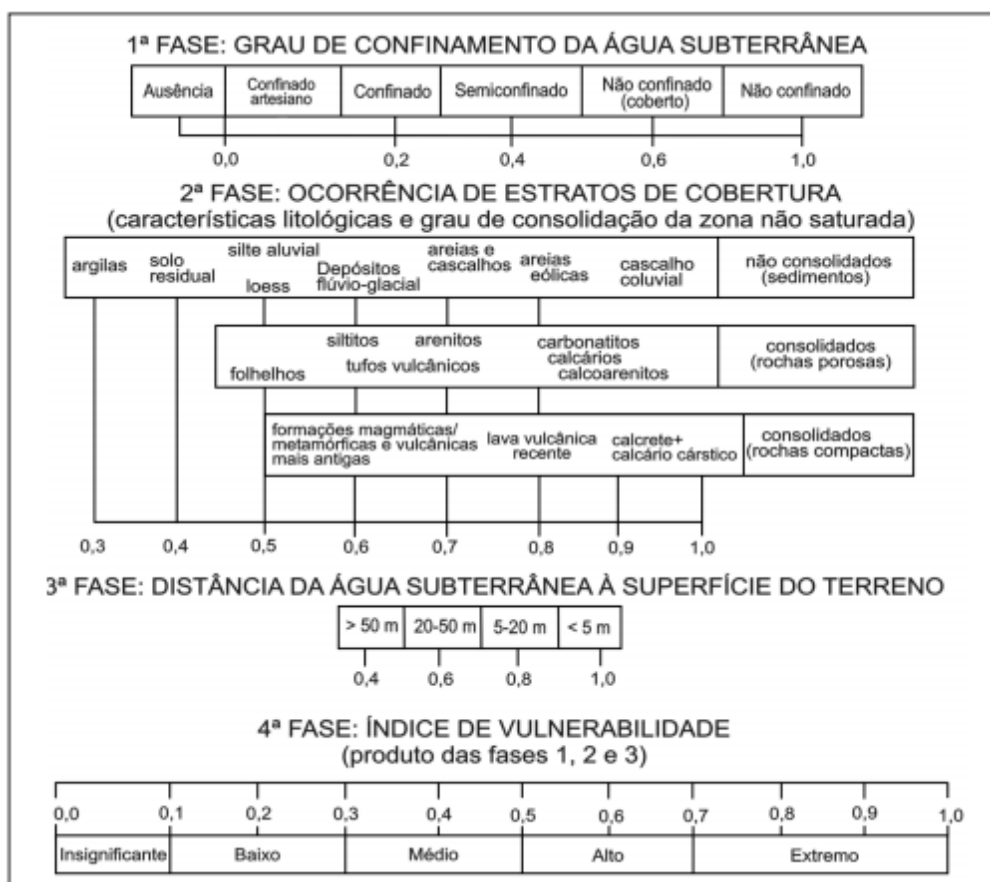
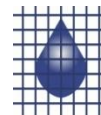


Figura 9- Aplicação da metodologia GOD de determinação da vulnerabilidade de aquífero (Forster & Hirata, 1988)

12. CONDIÇÕES SANITÁRIAS DA VILA DE CARÁIVA

A vila de Caráiva não tem rede de esgoto. O esgoto e dejetos domésticos são conduzidos para fossas negras, sépticas e poucas do tipo ecológica e daí, infelizmente, infiltradas no lençol freático. Esse nível de contaminação vai depender da distância da fossa ao poço e também da profundidade do lençol freático. Maior distância e profundidade, contribui para depuração dos efluentes, minorando ou mesmo impedindo as contaminações.

Na parte baixa da vila, nas margens do rio, onde fica a rua principal que concentra a maioria dos restaurantes, bares e lojas, é onde se encontra a situação mais precária por causa da pequena profundidade do lençol freático, associada a adição de esgotos e dejetos domésticos que torna esta profundidade ainda mais rasa, a ponto de ocorrerem umidades permanentes em trechos da rua.



Fotos 9 e 10- Rua de acesso (9) e rua principal (10), com presença de umidade permanente provocada possivelmente pela elevação do lençol freático pela adição dos efluentes domésticos. Na rua principal detalhe também de despejo de esgoto diretamente na via pública.

Com finalidade de entender melhor essas umidades foram executados dois furos com trado, até atingirem o lençol freático. Foi observado que desde os primeiros centímetros a umidade é grande, apesar de serem dias ensolarados. Foras as seguintes as constatações:

- a) no primeiro furo, na rua de acesso para o a rua principal, próximo à poça de água da foto 9 acima, sob coordenadas 484213 E/ 8141866 N, o topo do lençol freático ocorreu com a profundidade de 0,60m, apesar do nível do rio está a 1,80m abaixo. É esperado, óbvio, uma diferença entre o nível do lençol freático e o nível do rio, mas não tanto assim.
- b) No segundo furo, na rua principal, um pouco antes da base da foto 10 acima, um furo a trado detectou o topo do lençol freático a 0,55m; como no primeiro furo, acima do esperado com relação ao nível do rio Caraíva.



Fotos 11 e 12- Furos à trado para verificação da profundidade do lençol freático. Foto 11 na rua de acesso à rua principal; foto 12, na rua principal.



O cemitério da vila, situado na parte alta, na fronteira com parte baixa, também pode ser uma fonte de contaminação através dos necrochorumes, contaminação essas químicas e bacteriológicas.

Por fim, as análises físico-químicas e microbiológicas, mostraram resultados preocupantes de contaminação para parte dos poços e com relação ao rio Caraíva

13. POTENCIAIS RISCOS PARA POPULAÇÃO PROVOCADOS PELAS PÉSSIMAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS.

Mais pessoas morrem por causa de água poluída a cada ano do que por todas as formas de violência, inclusive guerras, diz um relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), divulgado em 2010. Mais de metade dos leitos hospitalares do mundo são ocupados por pessoas que sofrem com doenças relacionadas à água, informa o mesmo documento.

Segundo relatos de moradores, parte da população da Vila de Caraíva adoece no final da alta temporada de turismo anual, que coincide com o final do verão. As doenças mais comuns são as gastroenterites. Erroneamente, admitem à possíveis doenças trazidas pelos turistas: na realidade, os turistas trazem os patógenos das doenças (bactérias, como exemplo) que se associam aos patógenos da população e, em muitas situações, esses turistas também saem doentes de Caraíva. Essa é uma hipótese provável.

Essa sazonalidade, com maior índice de doença no final do verão, tem sua explicação: maior população, maior volume de esgotos e dejetos domésticos, que associados a uma temperatura quente ajuda na reprodução microbiana.

Portanto, Caraíva sempre esteve exposta às doenças transmitidas através de águas contaminadas, como: febre tifoide, hepatite, gastroenterites, diarreias infecciosas, leptospirose, equinocostomose, cólera, amebíase, giardíase, entre outras. Atualmente com o sistema público de abastecimento de água, implantado em julho de 2018, essa situação deverá melhorar, mas não será sanada totalmente, visto a vila ainda não ter sistema público de esgotamento e estação de tratamento.

O que possivelmente tenha minorado o risco à saúde é o fato que parte da população se abastecia (antes do advento do sistema público de abastecimento) com água mineral para fins de dessedentação (beber).

O cemitério de Caraíva, em uma proporção menor que a falta de esgotamento sanitário, também pode ser uma fonte de contaminantes. O perigo de cemitérios em meios urbanos à saúde pública decorre da possibilidade de utilização de águas subterrâneas contaminadas por microrganismos patogênicos oriundos do necrochorume, sendo célebres os casos de febre tifoide em Berlim no século passado e em Paris, na década de 70.

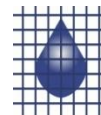


14. CONCLUSÕES

O presente estudo, em vista da dimensão da vila de Caraíva e do número de poços existentes, é de pequeno porte; mais necessitaria ser feito, mas com custo inviável para o CCAC. Mas, no tocante a questão contaminação das águas subterrâneas por efluentes domésticos, riscos à saúde aos quais a população está exposta e possíveis soluções, alcançou seus objetivos. A questão sanitária da vila é que carece de estudo mais detalhado, com profissional especializado, conforme exposto para o CCAC, durante a visita ao local.

Dos estudos realizados, expostos neste relatório, conclui-se que:

- 1) O abastecimento de Caraíva, até a implantação do sistema público a partir de poço tubular profundo, era realizado exclusivamente por águas de poços tubulares rasos, entre 08 a 80m. O aquífero é do tipo sedimentar arenoso, friável, com camada fina de argila “tabatinga” em profundidade, camada essa que pode ter sido providencial para impedimento de situações mais graves de doenças provocadas pela contaminação de suas águas.
- 2) O aquífero, segundo a metodologia GOD (Forster e Hirata, 1988), apresenta vulnerabilidade à contaminação, média na parte alta da vila e alta a extremo na parte baixa.
- 3) Os poços tubulares rasos, em específico, os da parte baixa da vila, próximos ao rio e o mar, estão contaminadas por efluentes domésticos, com exceções. Tal afirmação não afasta a possibilidade dos da parte alta, pelo menos em parte, também estarem. Só uma amostragem repetida vezes, em variadas estações climáticas, poderia afirmar com segurança.
- 4) Essa contaminação é representada microbiologicamente pela presença de coliformes totais e bactéria E.coli. Quimicamente, está representada pela presença anômala de nitrato, nitrito e amônia em 03 poços, assim como pelo aumento gradativo (da parte alta para baixa) de outras substâncias (além dessas) indicativas de contaminação por efluentes domésticos, apesar de dentro dos parâmetros de potabilidade: potássio, fosfato e sulfato.
- 5) As águas do rio Caraíva apresentam alto nível de contaminação por coliformes totais e termotolerantes (ou fecais), mas, biologicamente, a poluição / contaminação não matou sua capacidade de vida, ainda.
- 6) A população estava exposta, em nível elevado, à doenças de veiculação hídrica. Com a implantação do sistema público de abastecimento essa exposição diminuiu, mas não cessou, dado a ausência de rede de esgoto e estação de tratamento.
- 7) A contaminação das águas subterrâneas aumenta de acordo o sentido do fluxo, da parte alta para parte baixa, em sentido ao rio e ao oceano. Com relação ao tempo, o ápice da contaminação ocorre na alta estação turística, no verão. Dada a baixa profundidade do lençol



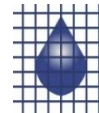
freático na rua principal (beira rio) e proximidades, é recomendável não andar descalço pelo menos nessa área. Os poços aí apresentam alta contaminação.

- 8) O abastecimento público construído pelo estado da Bahia, que será (ou já foi) repassado para Prefeitura do Município, é a partir de poço tubular profundo (178 m), com produção de água potável para consumo humano segundo os parâmetros analisados, com resultados dentro dos valores máximos/recomendáveis da Portaria PRC nº 5, do Ministério da Saúde. Apesar de suas águas mais alcalinas, o que conflita em sabor com as águas ácidas dos poços rasos, a população deve consumi-la para beber e demais usos domésticos. As águas dos poços existentes na vila de Caraíva, recomendamos que, se usadas, deverão se ater à limpeza pesada e irrigação de jardins; ainda assim, especialmente na parte baixa, com cuidado com relação ao contato com o corpo do usuário.
- 9) Com a implantação do sistema, não deverá ser aumentado o volume dos efluentes domésticos, isso geralmente acontece na substituição de abastecimento pago e restrito por outro farto e gratuito, o que não é o caso. No entanto, os efluentes produzidos serão adicionados às águas subterrâneas, o que poderá elevar o nível do lençol freático antes da chegada ao destino final: rio e/ou oceano. Explica-se: antes, infelizmente, havia um ciclo fechado da produção da água para consumo e da produção dos efluentes; atualmente, com o sistema de abastecimento público, os efluentes serão produzidos a partir de água externa, que não voltará ao sistema de consumo.
- 10) Apesar da questão acima, o sistema público de abastecimento não deve ser encarado como um problema, e sim, como parte de uma solução: o saneamento básico de Caraíva estaria completo com a construção de um sistema de esgotamento sanitário e estação de tratamento, ou mesmo, com implantação de fossas ecológicas individuais, a depender de um estudo que indique a melhor solução
- 11) Lembrar sempre que: as águas subterrâneas contaminadas de Caraíva, quer dizer rio Caraíva e praia contaminados.

15.RECOMENDAÇÕES

As conclusões em si já inserem recomendações, mas vale aqui citar:

- 1) Conscientizar a população dos riscos de consumo de água subterrânea contaminada, fazendo-a voltar-se para o consumo da água do sistema público de abastecimento.
- 2) O CCAC, que voluntariamente cuida da questão comunitária e ambiental da vila de Caraíva, deverá buscar junto aos poderes públicos a implantação um sistema único de esgotamento sanitário, estação de tratamento de efluentes e destinação dos efluentes tratados ou mesmo



sistemas individuais (fossas ecológicas, como exemplo). É recomendável a contratação um Engenheiro Sanitarista, especializado, para um estudo prévio relativo a essa questão.

- 3) As águas dos poços existentes na vila de Caraíva, recomendamos que, se usadas, deverão se ater à limpeza pesada e irrigação de jardins; ainda assim, especialmente na parte baixa, com cuidado com relação ao contato com o corpo do usuário.
- 4) Temporariamente, recomendável pelo menos duas vezes por ano (no final do inverno e do verão) executar as análises físico-químicas e microbiológicas pertinente, visando conhecer o nível de contaminação dos poços e consequentemente, das águas subterrâneas.
- 5) Se por ventura, alguém quiser perfurar poço na vila, com profundidade similar à dos existentes, é altamente recomendável seguir o projeto esquemático exposto na Figura 5, isolando o aquífero livre superior, mais sujeito à contaminação.
- 6) Difícil estimar uma distância segura do poço à fossa, seria objeto de detalhado estudo do aquífero, incluindo aí direção e velocidade do fluxo subterrâneo e profundidades do nível freático. Aqui ficam algumas recomendações: dentro de um terreno urbano residencial, maior distância possível entre o poço, a fossa e a fossa do vizinho; tentar por sempre o poço à montante e a fossa à jusante em relação ao fluxo subterrâneo.

Salvador, 10 de setembro de 2018

João Batista Matos de Andrade
Geólogo MSc - CREA 14.161-Ba



CONSULTAS/ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE,J.B.M & MOUMOUNI Z. I., 2007. Exploração de água subterrânea em aquífero costeiro do Estado da Bahia: um modelo de intervenção. Seminário Pós Graduação Geologia-UFBA, Salvador.

CERB - Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia. 2018 - Banco de Dados Hidrogeológicos do Estado da Bahia – Salvador

COELHO, V.M.T, 2007. Potencial de contaminação de aquífero freático por esgoto doméstico-quantificação do decaimento bacteriológico. Tese de Doutorado, USP-SP

CPRM et.al, 2000. Programa de Informações para Gestão Territorial. Projeto Porto Seguro-Santa Cruz de Cabrália. Salvador.

CUSTODIO, E., LLAMAS,M.R,1975. Hidrologia Subterránea, 1ª. edición., Barcelona-Ediciones Omega.

DEUTSCH, W. J., 1997, Groundwater Geochemistry: fundamentals and applications to contamination, Lewis Publishers-New York

FOSTER, S., HIRATA, R.,GOMES, D.,D'ELIA,M.,PARIS,M. 2002. Proteção da qualidade da água subterrânea - Banco Mundial, Washington, D.C.

FREEZE,R.A., CHERRY,J.A. 1979. Groundwater, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.

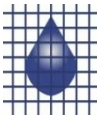
MARTIN,L, BITTENCOURT A.C. da S.P.,VILA BOAS, G. da S., FLEXOR, J.M., 1980.-Mapa Geológico do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia-1:250.000-Texto Explicativo, 59p

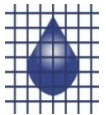
NEGRÃO F. I. 2008. Hidrogeologia do Estado da Bahia: qualidade, potencialidade, disponibilidade, vulnerabilidade e grau de poluição. Tese de Doutorado. Instituto Universitário de Xeoloxía Isidro Parga Pontal, Universidade da Coruña, Espanha.



ANEXOS

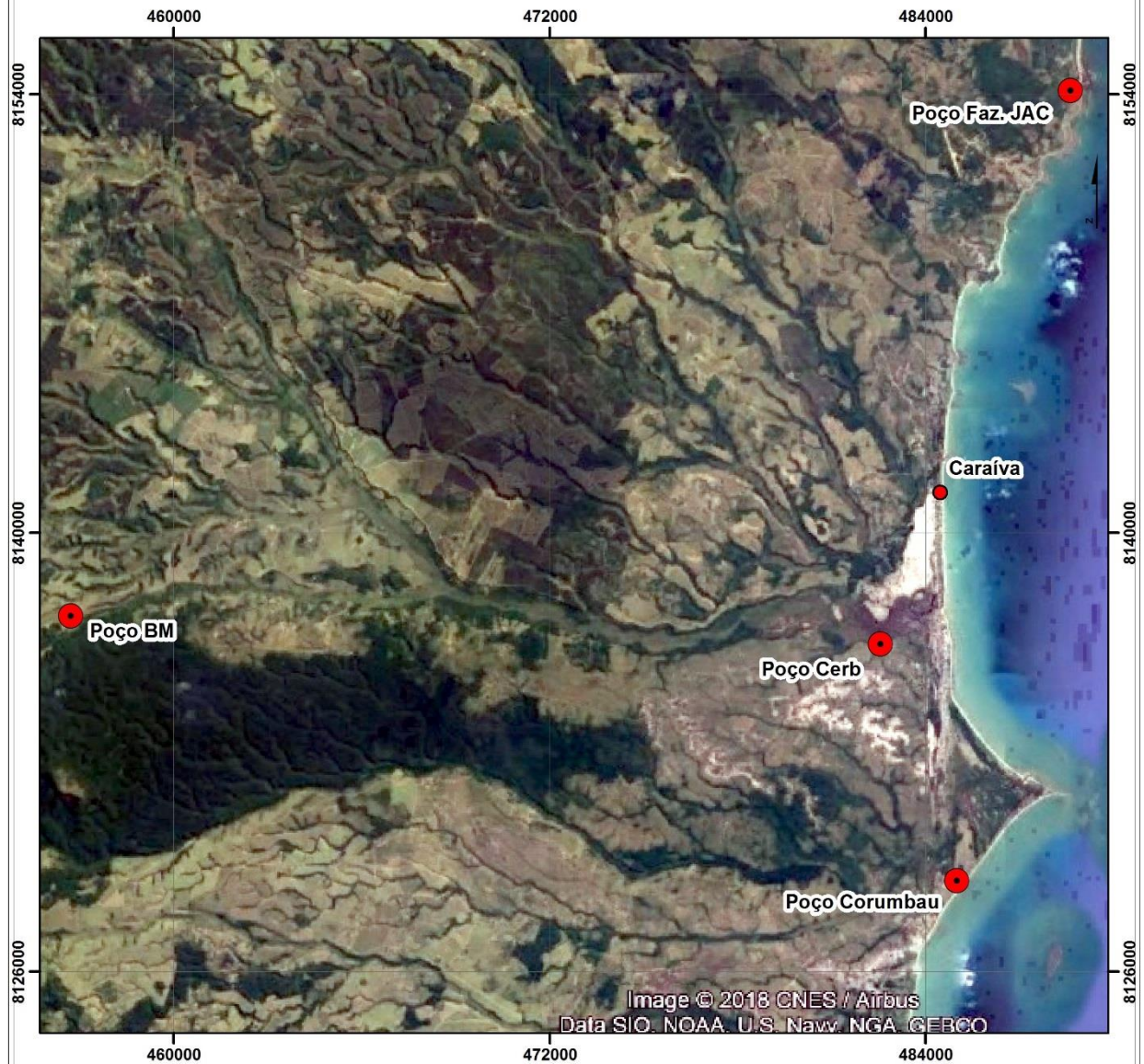
1. Imagem de satélite de localização da área
2. Mapa geológico
3. Imagem de satélite com os pontos de amostras de água.
4. Poço CERB e análises da água do mesmo
5. Análises microbiológicas executadas em 2015, em poços e rio Caraíva
6. Análises microbiológicas executadas em 2018, em poços e rio Caraíva
7. Análise físico-químicas executadas em 2018, em poços e rio Caraíva





ANEXO 1

Imagem de satélite Porto Seguro - Caraíva



● Poços existentes

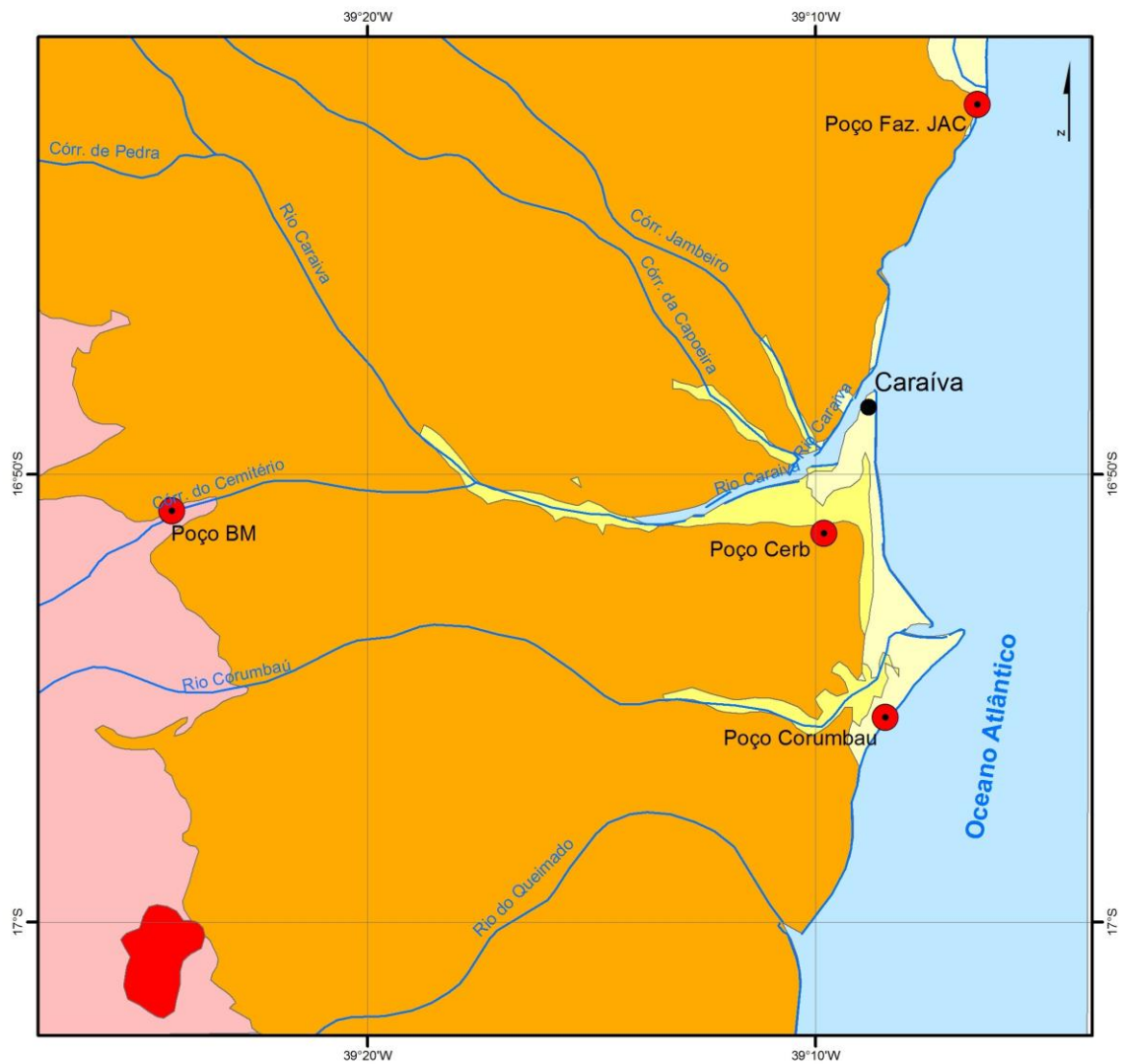
0 6 Km

DATUM: WGS 1984 ZONA 24S



ANEXO 2

Mapa Geológico Porto Seguro - Caraíva



● Poços existentes

~ Rios

Geologia da Área

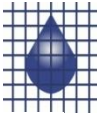
- Depósitos litorâneos - Argila, Areia e Silte
- Depósitos flúvio-lagunares - Argila, Areia e Silte
- Grupo Barreiras - Arenitos e Arenitos conglomeráticos
- Granitóide de Guaratinga - São Paulinho
- Embasamento - Xisto Grafítico, Rocha Calcissilicática e Migmatitos

0 9 Km



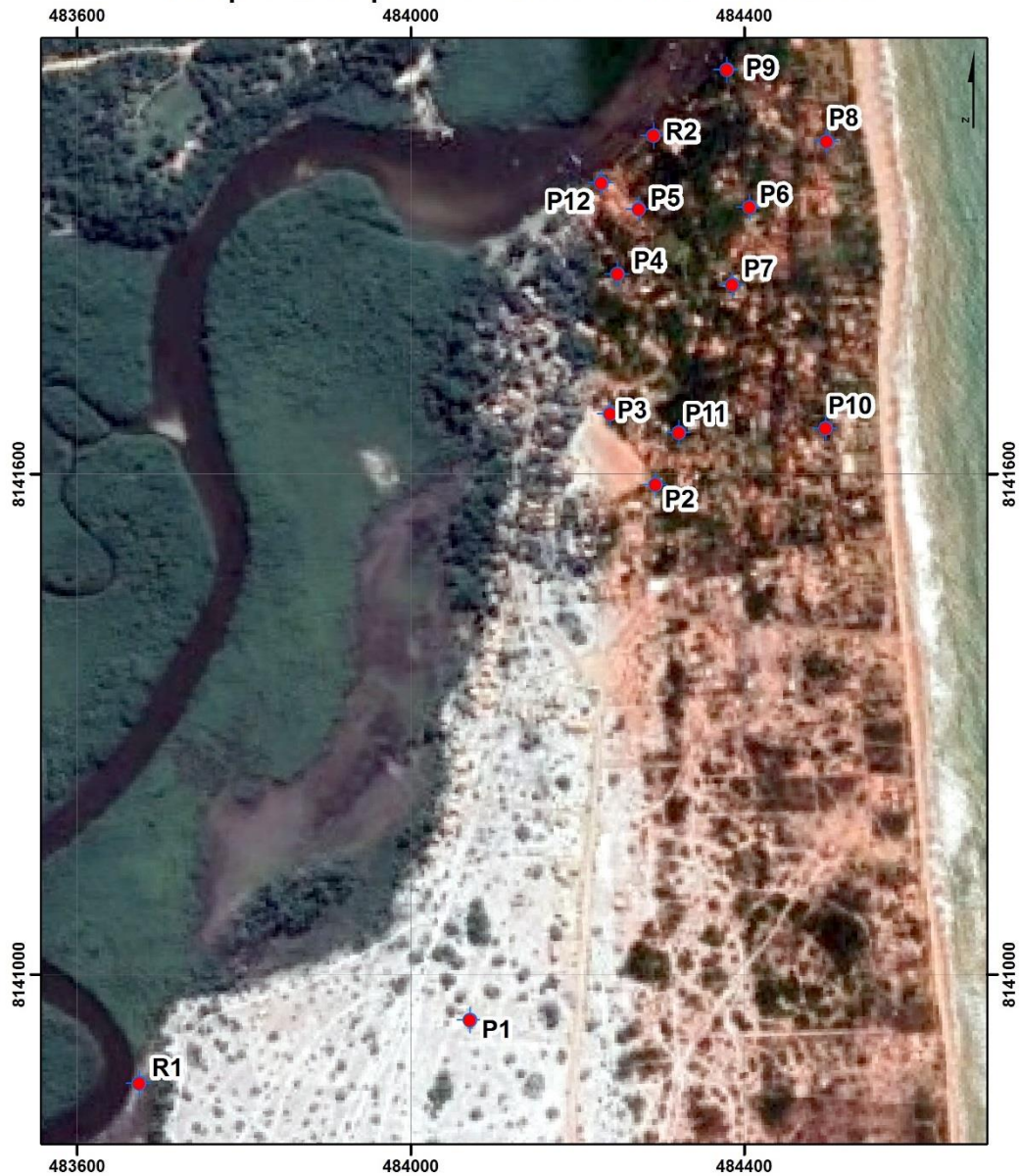
HIDROEXPLORER
Hidrogeologia e Meio Ambiente

DATUM: WGS 1984 ZONA 24S



ANEXO 3

Mapa dos pontos de coleta - Caraíva



PONTOS	NOME
P 1	Gildo, em Xandó
P 2	Paulo Antonio (SP)
P 3	Ludmila
P 4	André
P 5	Índio
P 6	Rogério
P 7	Manoel Robalo
P 8	Coco Brasil
P 9	Casa do Rio
P 10	Ana Paula
P 11	Mangue Sereno
P 12	Pelé
R 1	Rio acima
R 2	Rio abaixo



Pontos de coleta de água para análise

0 280 M



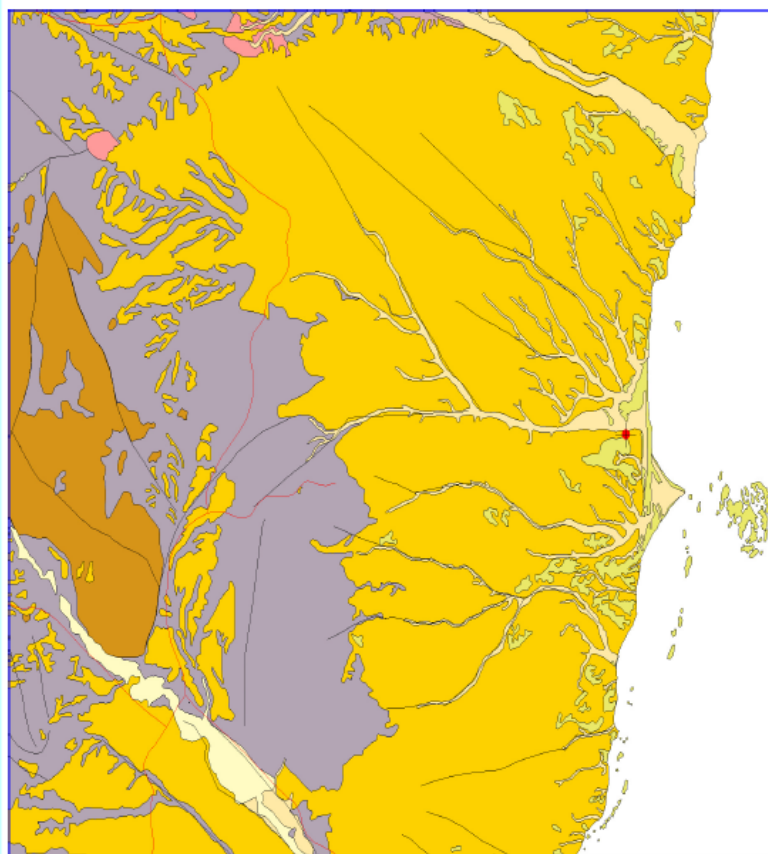
HIDROEXPLORER
Hidrogeologia e Meio Ambiente



FICHA DE POÇO

Num. Cerb :	Num. Corpore : 24759	Latitude (S):	16°51'17,1"
Município :	PORTO SEGURO	Long. (W):	39°09'51,6"
Localidade :	CARAÍVA VELHA	Prof. util (m):	178,00
Data Início :	22/04/2016	Ne(m) :	17,40
Data Fim :	21/05/2016	Nd(m) :	23,48
Rocha :	SEDIMENTAR	Q (m³h):	56,57
Aquífero :	LIVRE	Data Teste :	17/06/2016
Equip. :	PR-16 (PROM)	Duração:	24:00h
Emp Resp. :	CERB	Recuperação :	4,99m em 01:0
Emp .Exec.:	CERB	Programa :	FUNCEP
Tec. Loc. :	HUMBERTO MACEDO MASCARENHAS		
Tec. Perf :	JOSE CARLOS CRUZ DO CARMO; JAIME ALVES DI		
Sondador :	JOSE BISPO DOS REIS; IURY BITENCOURT DE OI		

MAPA GEOLÓGICO DE LOCALIZAÇÃO



MAPA GEOLÓGICO CPRM -

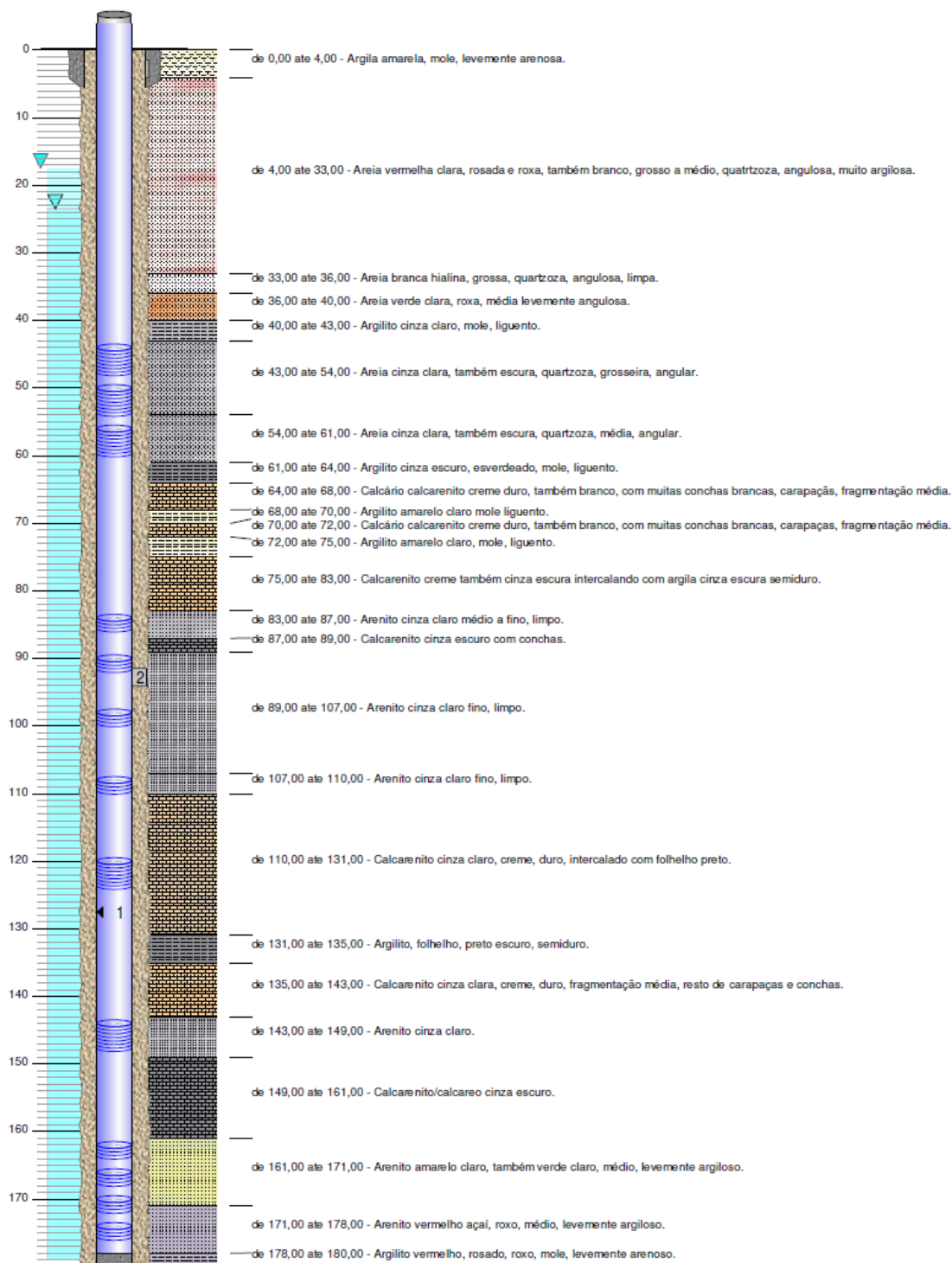
Mapa CPRM - Folha(s) - SE24_RioDoce

- ENb - Grupo Barreiras
- Q2pm - (Não definida) Depósitos de pântano
- Q2li - (Não definida) Depósitos litorâneos



Município PORTO SEGURO
Localidade CARAÍVA VELHA

Num. Cerb
Num. Corpore 24759



Filtro

FICHA DE ANÁLISE QUÍMICA

Município : PORTO SEGURO

Localidade : CARAÍVA VELHA

Código do Poço : 24759

Num. Poço no Local : 1

Numero Cerb :

Numero da AS :

Numero da ASO / OE : 10000 / 10000017

Data da Coleta : 17/06/2016

Data da Análise : 11/07/2016

Laboratório : MERIEUX

Técnico Análise : ARIANE TONIN

Estado Qualitativo : ADEQUADA PARA CONSUMO HUMANO

Emp. Solicitante : CIA DE ENGENHARIA HÍDRICA E DE SANEAMENTO DA

Técnico Cerb : SÍLVIA SANTOS PETITINGA

Resultados da Análise

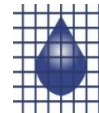
Acidez (mg/l) :	<5,00	Cloreto(mg/l) :	<1,00	N. Amoniacal :	
Alcal. CO ₃ (mg/l) :	0,00	Cond. (umho/cm) :	390,00	Nitrito(mg/l) :	<0,04
Alcal. HCO ₃ (mg/l) :	193,00	Cor(mg/LPt) :	<5,00	Nitrato(mg/l) :	<0,20
Alcal. M (mg/l) :		Dureza CA (mg/l) :		pH :	7,99
Alcal. OH (mg/l) :	0,00	Dureza MG(mg/l) :		Potás.(mg/l) :	4,42
Alcal. Total (mg/l) :		Dureza(mg/l) :	132,00	Ras/Sar :	
Alumínio (mg/l) :		Estrôncio (mg/l) :		Res. Tot.(mg/l) :	191,50
Arsênio(mg/l) :		Ferro(mg/l) :	0,0274	Silica R(mg/l) :	27,30
Bário (mg/l) :		Fluor(mg/l) :	0,22	Sódio(mg/l) :	19,30
Bicarbon. (mg/l) :		Gas Carbônico :		Sulfato(mg/l) :	2,04
Boro (mg/l) :		Magn.(mg/l) :	3,60	Turb.(NTU) :	1,09
Calcio(mg/l) :	47,00	Mangan.(mg/l) :		Zinco (mg/l) :	
Carbonato (mg/l) :		Mat. Org. PPM :			
Chumbo (mg/l) :		Mercúrio (mg/l) :			

Parecer do Técnico da Cerb

Os valores para os parâmetros analisados estão em acordo com os padrões estabelecidos para águas potáveis, conforme Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde. Neste caso, a água poderá ser utilizada para abastecimento humano. Para sólidos totais considerar o valor calculado de 191,50mg/l.

Observação

Amostra coletada na 24ª hora do teste de bombeamento.
Sólidos Totais: Valor determinado pelo laboratório MERIEUX: 292,00mg/l. Valor calculado pela Química Sílvia Santos Petitinga: 191,50mg/l.



Unidade Regional de Itamaraju - USU Laudo de Análises

RUMO A ISO
17025:2005

Ciente:	COMPANHIA DE ENGENHARIA E RECURSOS HÍDRIC	Nº Amostra:	173548009
Endereço:	ALDEIA BARRA VELHA - CARÁVA - PORTO SEGURO	Data:	09/08/2017
Classe:	ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	Hora:	09:40
Local de Coleta:	DIRETO DO POÇO	Tempo:	Bom
Órgão Regulamentador:	PORTARIA 2914/11	Coletor:	UELLTON

ANÁLISE	RESULTADO	UNIDADE	MÉTODO	LDM	LIOR	LSOR
Alcalinidade:	164	mg/L CaCO ₃	Titulométrico	0,5	-	-
Alumínio:	-	mg/L Al	Espectrofotométrico	-	-	0,2
Cloreto:	14,1	mg/L Cl ⁻	Titulométrico	0,5	-	250
Cloro:	-	mg/L Cl ₂	Colorimétrico	0,1	0,2	5
Condutividade Elétrica:	373	uS/cm	Conducométrico	0,1	-	-
Cor:	2,5	uC	Colorimétrico	2,5	-	15
Dureza:	144,8	mg/L CaCO ₃	Titulométrico	0,5	-	500
Ferro:	0,2	mg/L Fe	Espectrofotométrico	0,03	-	0,3
Fluoreto:	0,24	mg/L F ⁻	Espectrofotométrico	0,05	-	1,5
pH:	7,5	-	Potenciométrico	-	-	-
Turbidez:	1,8	NTU	Turbidimétrico	0,1	-	5
Coliformes Totais:	A	P/A	Substrato Cromogênico	A	-	A
Escherichia Coli:	A	P/A	Substrato Cromogênico	A	-	A
Bactérias Heterotróficas:	-	UFC/mL	Pour Plate	1	-	500
Coliformes Totais Quantitativo Quanti tray	-	NMP/100 mL	Quanti Tray	1	-	-
E Coli Quantitativo Quanti Tray	-	NMP/100 mL	Quanti Tray	1	-	-

ENDEREÇO DAS SALAS DE ANÁLISES

RUA BUERAREMA, s/n - BAIRRO CRISTO REDENTOR - ITAMARAJU
Tel: (73)3294 8316; e-mail: laboratorio.usu@embasa.ba.gov.br

LEGENDAS/ INFORMAÇÕES

LDM - Limite de Detecção do Método

UFC - Unidade Formadora de Colônia

A - Ausência

LIOR - Limite Inferior do Órgão Regulamentador

NMP - Número Mais Provável

P - Presença

LSOR - Limite Superior do Órgão Regulamentador


Geardson C. Santos
Químico / USU - LAB
Mat. 13379-5