



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO**



Vivian de Avelar Las Casas Rebelo

**Caracterização Hidrogeológica e Hidrogeoquímica da
região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ).**

**Trabalho Final de Curso
(Bacharel em Geologia)**

UFRJ
Rio de Janeiro
2013



UFRJ

Vivian de Avelar Las Casas Rebelo

**Caracterização Hidrogeológica e Hidrogeoquímica da
região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ).**

Trabalho Final de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Geólogo.

Orientador(es):

Prof.^a. Dr.^a. Katia Leite Mansur

Prof. Dr. Gerson Cardoso da Silva Junior

Rio de Janeiro

Novembro de 2013

LAS CASAS REBELO, Vivian de Avelar.

Caracterização Hidrogeológica e Hidrogeoquímica da região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ). / Vivian de Avelar Las Casas Rebelo – Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2013.

171 p. : il.; 30cm

Trabalho Final de Curso (Bacharel em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2013.

Orientadores: Katia Leite Mansur, Gerson Cardoso da Silva Junior.

1. Geologia. 2. Hidrogeologia. 3. Hidroquímica. Trabalho de Conclusão de Curso. **I.** Orientadores: Katia Leite Mansur e Gerson Cardoso da Silva Junior. **II.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia. **III.** Título: Caracterização Hidrogeológica e Hidroquímica da região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ).

Vivian de Avelar Las Casas Rebelo

**Caracterização Hidrogeológica e Hidrogeoquímica da
região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ).**

Trabalho Final de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia (Geólogo).

Orientador(es):
Prof^a. Dr^a. Kátia Leite Mansur
Prof^o. Dr. Gerson Cardoso da Silva Junior

Aprovada em: 18 de novembro de 2013.

Por:

Orientadora: Dr^a. Katia Leite Mansur (UFRJ).

Orientador: Dr. Gerson Cardoso da Silva Junior (UFRJ).

Banca: Dr^a. Andréa Ferreira Borges (UFRJ).

Banca: Dr. José Marcus de Oliveira Godoy (PUC-Rio).

Dedico este trabalho a Deus, a minha família,
meu esposo Fabio Rebelo e meu filho Gabriel
de Avelar.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço à Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – e ao Departamento de Geologia, que através de seu corpo de docentes, construíram as bases da minha formação. Especialmente, os meus orientadores, a Profa. Dr.^a. Katia Leite Mansur e o Prof. Dr. Gerson Cardoso da Silva Junior, que estiveram sempre ao meu lado nesta jornada. À Profa. Dr.^a. Silvia Regina de Medeiros e aos alunos de graduação que me acompanharam nas campanhas de campo.

Agradeço ao Prof. Dr. Jose Marcus de Oliveira Godoy que fez as análises isotópicas no Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD –, e disponibilizou o Laboratório de Caracterização de Águas - LABAGUAS – do Departamento de Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, onde Ana Cristina M. Almeida realizou as análises químicas, ambas sem custos, viabilizando a caracterização geoquímica do aquífero.

Agradeço, ainda, ao Prof. Dr. José Carlos Sícoli Seoane e ao Laboratório de Geotecnologia - LABGIS-UERJ, pelo auxílio durante a elaboração dos mapas utilizando o *software ArcGis for desktop 10.2*.

Oportunamente, gostaria de agradecer, à Maria Helena Olivares, moradora do bairro da Rasa, em Armação dos Búzios, que me acompanhou no decorrer da etapa de inventário de pontos d'água, e aos moradores dos bairros da Rasa e Arpoador da Rasa, por franquearem seus poços.

Agradeço ao Instituto de Geociências – IGeo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, pelo apoio fornecendo o transporte utilizado durante as atividades de campos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ –, pelo fornecimento de Bolsa PIBIC no período de ano para o desenvolvimento desta pesquisa.

Resumo

REBELO, Vivian de Avelar Las Casas. **Título.** Caracterização Hidrogeológica e Hidrogeoquímica da região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ). **Ano.** 2013. 171p. Trabalho Final de Curso (Bacharel em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Localizado no município de Armação dos Búzios, na Praia Gorda, ocorre uma área de raro valor paisagístico, o Mangue de Pedra, o qual se destaca dos demais pela singularidade de sua ocorrência, pois se desenvolve em área sujeita à maré, porém em substrato rochoso e sem a presença de rios para aporte de água doce. Uma floresta jovem e majoritariamente arbustiva domina a paisagem, indicando estar em processo de desenvolvimento. Foi licenciado na área um empreendimento imobiliário e hoteleiro, porém, o Ministério Público solicitou a interdição, devido a pressões populares e de ONGs, com base na necessidade de conhecer a hidrogeologia local, uma vez que, estudos preliminares indicavam descarga de água subterrânea na praia. Assim, foram realizados estudos geológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos na região com o objetivo de subsidiar parecer técnico-científico, além de fornecer dados para à gestão adequada do mangue. Para o desenvolvimento deste trabalho foram feitas 5 campanhas de campo com medidas *in situ* de pH, Eh, temperatura, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (TDS) e percentual de cloreto de sódio (%NaCl), totalizando 46 amostras, em praias, lagoas, furos à trado e poços. Também foram recolhidas 9 amostras para análise química em laboratório dos parâmetros: pH, condutividade, resíduo de evaporação, dureza, carbonato, bicarbonato, alcalinidade, cloreto, sulfato, sódio, potássio, cálcio, manganês e análise isotópica. Foi realizado um inventário de poços, além de teste de bombeamento. Durante as campanhas de campo foram identificadas duas nascentes, a primeira localizada na parte baixa da trilha que dá acesso ao mangue e a segunda na região do empreendimento Gran Reserva 95. Observou-se que estes olhos d'água não secam ao longo do ano, mesmo nas estações secas, apesar do município estar localizado em região de clima árido quente, baixa pluviosidade anual e, conseqüentemente, déficit hídrico. Os mapas de isovalores para TDS; CE e %NaCl mostram uma tendência de aumento destes parâmetros dos poços em direção ao litoral. Os gráficos comparativos de TDS; CE e %NaCl indicam que a água do mar na região do mangue sofre dissolução pelo aporte de água continental e que as águas das nascentes e dos poços são salobra à doce, cujo percentual de contaminação dada pelo sal ocorre, possivelmente, pelo "spray" marinho, já que não foi identificado a ocorrência de intrusão ou cunha salina. O mapa de isovalores para pH mostra uma tendência de aumento no pH dos poços em direção ao litoral, já o mapa de isovalores para o Eh mostra uma tendência de decréscimo nesta direção. O gráfico de Ph indica que 25% das águas analisadas são ácidas e 75% são alcalinas, porém para os poços, 91% das águas são ácidas e 9% alcalinas. O valor médio do pH para os poços é 5,72, como na maioria das águas subterrâneas que têm pH entre 5,5 e 8,5. O gráfico de Eh indica que a nascente do Mangue de Pedra apresenta valor negativo, associado a ambiente redutor e a lagoa da Baía Formosa valor positivo, relacionado a meio oxidante. Todos os demais pontos têm valores de Eh muito próximos de zero. O Diagrama de Eh-pH indica que a região do Mangue de Pedra está associada a ambiente caracterizado pela água do mar, porém com presença de águas continentais, as quais promovem a diluição da salinidade, tornando o ambiente salobro. As águas dos poços relacionam-se a ambientes de águas continentais, apresentando maior semelhança com as águas de chuva, o que deve estar relacionado à recarga do aquífero. O resultado das análises químicas mostra que a dureza temporária é igual a zero, e em consequência, a dureza permanente é igual à dureza total. A dureza de não carbonatos ocorre em 66,7% das amostras. A alcalinidade excede a dureza em apenas uma amostra e em duas a dureza excede a alcalinidade. Com relação à dureza total, 22% são classificadas como branda, 11% como pouco dura, 45% como dura e 22% como muito dura. O carbonato é igual a zero em todas as amostras, já o bicarbonato está presente em apenas 3 das 9 amostras analisadas. A análise comparativa das quantidades de carbonato e bicarbonato indica que 33,3% das amostras de água são de origem continental, incluindo a amostra de água recolhida na nascente do Mangue de Pedra, comprovando, assim, a existência de um aquífero, que fornece o aporte de água doce necessária para a existência e manutenção do Mangue de Pedra. A análise da alcalinidade em função do pH indica que 22% das amostras sofrem influência genética de ácidos minerais e 78% das amostras tem a alcalinidade formada a partir de bicarbonatos. Os Diagramas de Piper classificam as águas como cloretadas sódicas, possuindo cátions e ânions dominantes de sódio e cloreto, onde os teores de sódio indicam aporte de água doce continental com

a ocorrência de extrusão de água salina por troca iônica, o que reflete a contribuição do aquífero no equilíbrio químico da região. O Diagrama Logarítmico classifica as águas para cálcio, magnésio sulfato e bicarbonato, com potabilidade permanentemente boa, já para sódio e cloreto, a potabilidade varia de permanentemente boa à má, indicando que as águas subterrâneas locais apresentam, em geral, condições razoáveis a boas do ponto de vista da potabilidade química, com uma assinatura química de diluição da água do mar. O gráfico com a relação isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ versus δD mostra que as amostras analisadas estão concentradas na região do gráfico muito próximo à Reta Meteorológica Local, indicando que os valores desses isótopos são parecidos com os observados na chuva da região e que aparentemente provem do mesmo aquífero. A relação linear entre a razão isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ versus δD indica clima seco, mas a baixa razão isotópica nas águas subterrâneas locais está associada ao pouco enriquecimento em isótopos pesados, devido ao pequeno grau de evaporação. Os resultados do teste de bombeamento mostram um rebaixamento do nível d'água de 1,26 metros, com vazão de bombeamento de 0,279 L³/s e vazão específica de 0,221 L³/s/m. A transmissividade hidráulica calculada foi de 59,8 m²/dia e a espessura média do aquífero é de 5,07 metros, resultando numa condutividade hidráulica de 11,79 m/dia. De acordo o mapa de fluxo subterrâneo, o tipo de superfície potenciométrica é uma superfície hiperbólica e as linhas de fluxo seguem um traçado divergente. Os resultados mostram que existe um aquífero livre, raso, que é abrigado pela Formação Barreiras e cuja área de recarga se localiza na região das Paleofalésias da Formação Barreiras e a área de descarga ocorre nas duas nascentes cadastradas e ao longo da linha da costa na praia Gorda. O aquífero foi batizado de Aquífero do Mangue de Pedra e se encontra em equilíbrio dinâmico com o ecossistema local, por isso, evitar a contaminação da água subterrânea e proteger sua área de recarga torna-se crucial para a geoconservação desta região singular, motivo pelo qual deve-se apoiar a criação de uma Unidade de Conservação que preserve as áreas topograficamente altas do aquífero, com a finalidade de manter este Patrimônio Geológico.

Palavras-chave: Geologia; Hidrogeologia; Hidroquímica.

Sumário

Agradecimentos.....	vi
Resumo.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Apresentação	
1.2. Objetivo	
1.3. Justificativa	
2. ÁREA DE ESTUDO.....	17
2.1. Localização e acesso	
2.2. Aspecto Climático	
2.3. Geologia Regional	
2.3.1. Introdução	
2.3.2. Arcabouço Tectônico da Região Sudeste	
2.3.3. A Faixa Ribeira	
2.4. Geologia Local	
2.4.1. Domínio Tectônico Cabo Frio - DTCF	
2.4.1.1. Embasamento Paleoproterozóico	
2.4.1.2. Diques máficos paleo a neoproterozoicos	
2.4.1.3. Rochas Vulcânicas e Supracrustais Neoproterozoicas a Cambrianas	
2.4.1.4. Rochas Básicas Mesozoicas	
2.4.1.5. Rochas Alcalinas Meso-Cenozóicas	
2.4.1.6. Sedimentos Plio-Miocênicos da Formação Barreiras	
2.4.1.7. Sedimentos Pleistocênicos e Holocênicos Marinhos e Continentais	
2.4.1.8. Estruturas	
2.5. Biodiversidade no DTCF	
3. CONTEXTO TEÓRICO.....	35
3.1. Manguezais	
3.1.1. Distribuição geográfica dos manguezais	
3.1.2. Processo de formação de manguezais	
3.1.3. A importância do manguezal	
3.1.4. Flora e fauna dos manguezais	
3.1.5. Distribuição geográfica dos manguezais no Rio de Janeiro	
3.2. Hidrogeologia	
3.2.1. Água como recurso	
3.2.2. Principais funções dos aquíferos:	
3.2.3. Hidrogeologia no DTCF	

4. MÉTODOS E TÉCNICAS.....	51
5. RESULTADOS.....	59
5.1. Qualidade da Água	
5.2. Caracterização do Aquífero	
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
7. REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS.....	106
Apêndice A – Autorização para Desenvolvimento de Pesquisa.	
Apêndice B – Tabelas.	
Apêndice C – Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra.	
Apêndice D – Trabalhos Apresentados.	
Anexo I – Reportagens.	
Anexo II – Metodologia utilizada nas Análises Químicas e Isotópicas.	

1. INTRODUÇÃO

Devido a fatores históricos, a população brasileira ocupa predominantemente áreas próximas ao litoral. O Brasil apresenta 26,6% da população em municípios da zona costeira, o equivalente a 50,7 milhões de habitantes (IBGE, 2011).

A linha de costa do Estado do Rio de Janeiro tem 850 km de extensão e área de 18.292 km², abrigando uma população residente de mais de 12 milhões de habitantes, perfazendo 83,4% da população total do estado, o que representa cerca de 656 habitantes/km². É considerada a linha costeira com maior grau de antropização do Brasil (CENSO DEMOGRÁFICO, 2010).

Esta ocupação causa impactos no ecossistema costeiro, bem como na sobrevivência das espécies que os compõem, tornando necessário definir as áreas prioritárias para conservação, como no caso dos manguezais que, apesar de serem considerados APPs – Áreas de Preservação Permanente pela legislação brasileira vêm desaparecendo pela ocupação predatória nas áreas litorâneas.

O manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. É constituído de espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas), adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio (NOVELLI, 1995).

Ocorre em regiões abrigadas e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (NOVELLI, 1995).

Os ambientes adequados para o desenvolvimento deste ecossistema são estuários e lagoas costeiras, estas preferencialmente comunicando-se periodicamente com o mar e com uma fonte de água doce à montante (SOFFIATI, 2011).

Os manguezais desempenham um importante papel na produtividade primária da zona costeira. E, por essa razão, constituem-se em ecossistemas complexos, sendo um dos mais férteis e diversificados do planeta (SOFFIATI, 2011).

A grande biodiversidade faz com que os manguezais sejam "berçários" naturais, tanto para espécies típicas, como para animais, aves, peixes, moluscos e crustáceos, que encontram neste ambiente as condições ideais para reprodução, eclosão, criadouro e abrigo (SOFFIATI, 2011).

No que diz respeito à pesca, os manguezais produzem a maior parte do alimento que o homem captura no mar. Por essa razão, a sua manutenção é vital para a subsistência das comunidades pesqueiras que se localizam em seu entorno (SOFFIATI, 2011).

Com relação à dinâmica dos sedimentos costeiros, a vegetação dos manguezais serve para fixar os solos, pois suas raízes funcionam como filtros na retenção dos sedimentos, impedindo a erosão e contribuindo para a estabilização da linha de costa (SOFFIATI, 2011).

A destruição dos manguezais gera grandes prejuízos de valor ecológico e econômico, de forma direta ou indireta, uma vez que são perdidas importantes parcelas que compõem esses ecossistemas. Entre os problemas mais observados destacam-se a pesca predatória, o desmatamento e o aterro de manguezais para dar lugar a empreendimentos imobiliários, empresariais ou obras de infraestrutura portuária.

Por isso, é preciso conhecer e preservar os manguezais para que o uso sustentado de seus recursos seja possível.

1.1. Apresentação

Dos 7.408 km da costa brasileira, uma área aproximada de 25.00 km² (FERNANDES, 2012) é ocupada por manguezais, que apresentam ampla diversidade estrutural, fisionômica e específica em decorrência de fatores ambientais e influências antrópicas (SCHAEFFER-NOVELLI, et al., 2000).

Na região sudeste brasileira, usualmente, as formações de manguezal ocorrem sobre substrato inconsolidado e pouco oxigenado (SOARES, 1997). No entanto, em uma ocorrência peculiar, existe uma formação de mangue desenvolvida principalmente sobre sedimentos composto por cascalho, areia grossa e pequenos blocos de rocha e, em menor escala, por rocha em duas praias do município de Armação dos Búzios (MANSUR, 2006).

1.2. Objetivo

Realizar estudo hidrogeológico e hidrogeoquímico na região do Mangue de Pedra, localizado na Praia Gorda em Armação dos Búzios (RJ), a partir da caracterização geológica, hidrogeológica e hidrogeoquímica, através de campanhas de campo com inventário de pontos d'água, teste de bombeamento, bem como coleta de amostras para análises químicas e isotópicas das águas na região, tendo como objetivo subsidiar parecer técnico-científico sobre a relevância da criação de uma unidade de conservação e/ou tombamento cultural, além de fornecer dados para à gestão adequada deste patrimônio geológico do Brasil.

1.3. Justificativa

O manguezal é um ecossistema costeiro usualmente fixado sobre substratos predominantemente lodosos, constituídos de silte e argila e alto teor de matéria orgânica. Entretanto, o manguezal da Praia Gorda apresenta-se fixado sobre substrato areno-rochoso com padrões estruturais que indicam que o mesmo está em franco processo de desenvolvimento (OLIVEIRA, 2007). Tal fato reforça a relevância de sua conservação, especialmente se for considerada a grande variedade de bens e serviços, fornecidos gratuitamente por este ecossistema.

Apesar da presença de resíduos sólidos presos às raízes das árvores trazidos por correntes marinhas, o manguezal da Praia Gorda não exhibe fisionomia alterada por tensores antrópicos. O isolamento parcial, pela ausência de acessos “fáceis” até este mangue, contribui para o excelente grau de conservação, bem como pelo uso que desde o século XIX é dada à área como zona de pesca e de coleta de mariscos, principalmente pela população remanescente de quilombolas que vivem no vizinho bairro da Rasa. Degradação antrópica destes ecossistemas, como desmatamento, assentamentos humanos irregulares e abertura de estradas são observados em áreas circunvizinhas, reforçando a necessidade de atenção para a conservação deste manguezal.

A ação contínua dos agentes antrópicos constitui um fator que pode dificultar o desenvolvimento do ecossistema ou mesmo torná-lo mais vulnerável aos distúrbios naturais aos quais está sujeito (LUGO & SNEDAKER, 1974).

Além disso, deve-se destacar que esta região foi considerada o 3º geossítio de maior importância científica do Domínio Tectônico Cabo Frio – DTCTF, uma das mais relevantes do país em termos de geologia e, por isso, integra o projeto do Geoparque Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro (MANSUR, 2010).

A região que abriga o Mangue de Pedra apresenta 7 tipologias de patrimônio geológico na classificação quanto ao conteúdo (GARCIA-CORTÉS, 1996), sendo elas: Tectônico, Geoambiental, Sedimentar, Paleoambiental, Hidrogeológico, Estratigráfico e Geomorfológico, além de interesse Histórico/Cultural, possuindo densidade de tipologias muito alta (MANSUR, 2010).

Em 2012 foi licenciado um empreendimento na área de entorno do Mangue de Pedra. A mobilização de pessoas e ONGs levou à interdição do empreendimento pelo Ministério público, até que um estudo hidrogeológico fosse feito para caracterização da dinâmica do aporte de água do continente para o mar na região. Em 2013 a licença foi cancelada pela nova administração municipal.

Todos esses fatores integrados reforçam a necessidade de proteção da área com a criação de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, se possível de nível municipal, cuja sugestão de tipologia e nome é Monumento Natural do Mangue de Pedra, ao qual já houve uma sinalização favorável pela Secretaria de Meio Ambiente e Pesca de Armação dos Búzios.

2. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado numa área total de cerca de 9.000 m², denominado Mangue de Pedra, na Praia Gorda (22° 43'S e 41° 57'W), município de Armação dos Búzios (Figura 1).

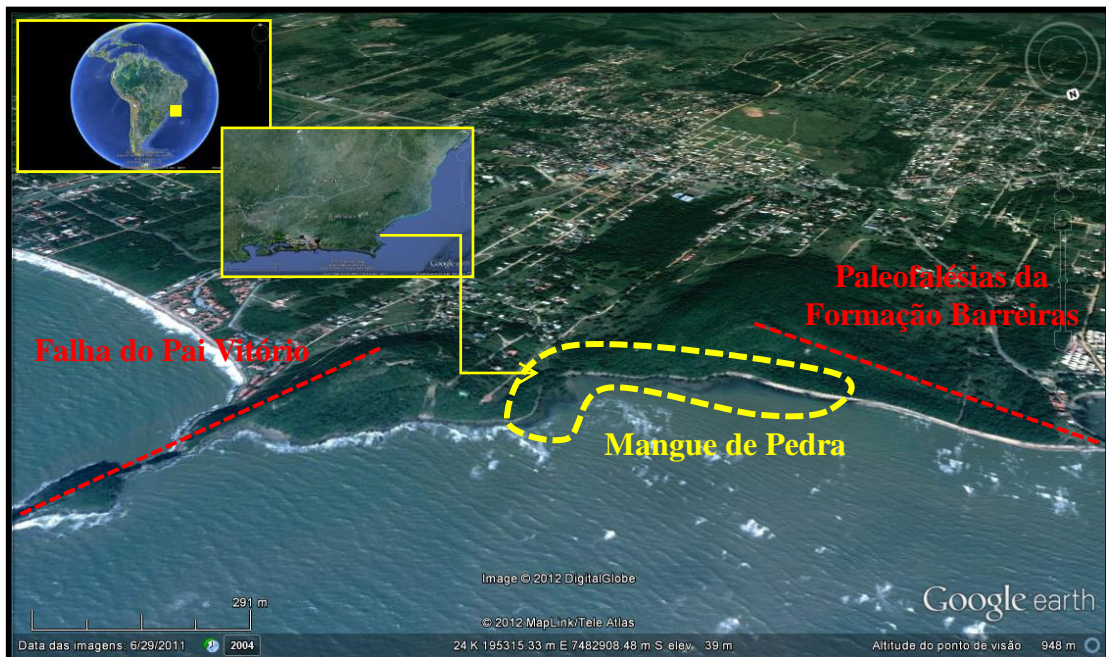


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo, com destaque para as paleofalésias existentes na Praia Gorda e para o manguezal.

2.1. Localização e acesso

O município de Armação dos Búzios (22°74'S e 41°88'W), antigo Distrito de Cabo Frio até 1995, está localizado no litoral leste do estado do Rio de Janeiro (Brasil), na região das Baixadas Litorâneas, em uma área que envolve uma península bastante recortada e uma porção mais “continental” (Figura 2). Apresentando uma área territorial de 70,278 km², população residente em 2010 de 27.560 habitantes e densidade demográfica de 392,16 hab/km² (IBGE, 2013).

A área é bem servida por estradas asfaltadas em virtude da sua importância turística. As principais vias de acesso são:

RJ-106 – Rodovia Amaral Peixoto – começa após a passagem da Ponte Rio-Niterói, seguindo próxima ao litoral no sentido de leste para oeste até o município de Cabo Frio, onde inflete para o sentido norte.

RJ-124 – Via Lagos – via expressa com pista dupla, que se inicia na BR-101 em Rio Bonito, e segue a direção ESSE-WNW até São Pedro da Aldeia, de onde se pode acessar a RJ-102 até Armação dos Búzios.

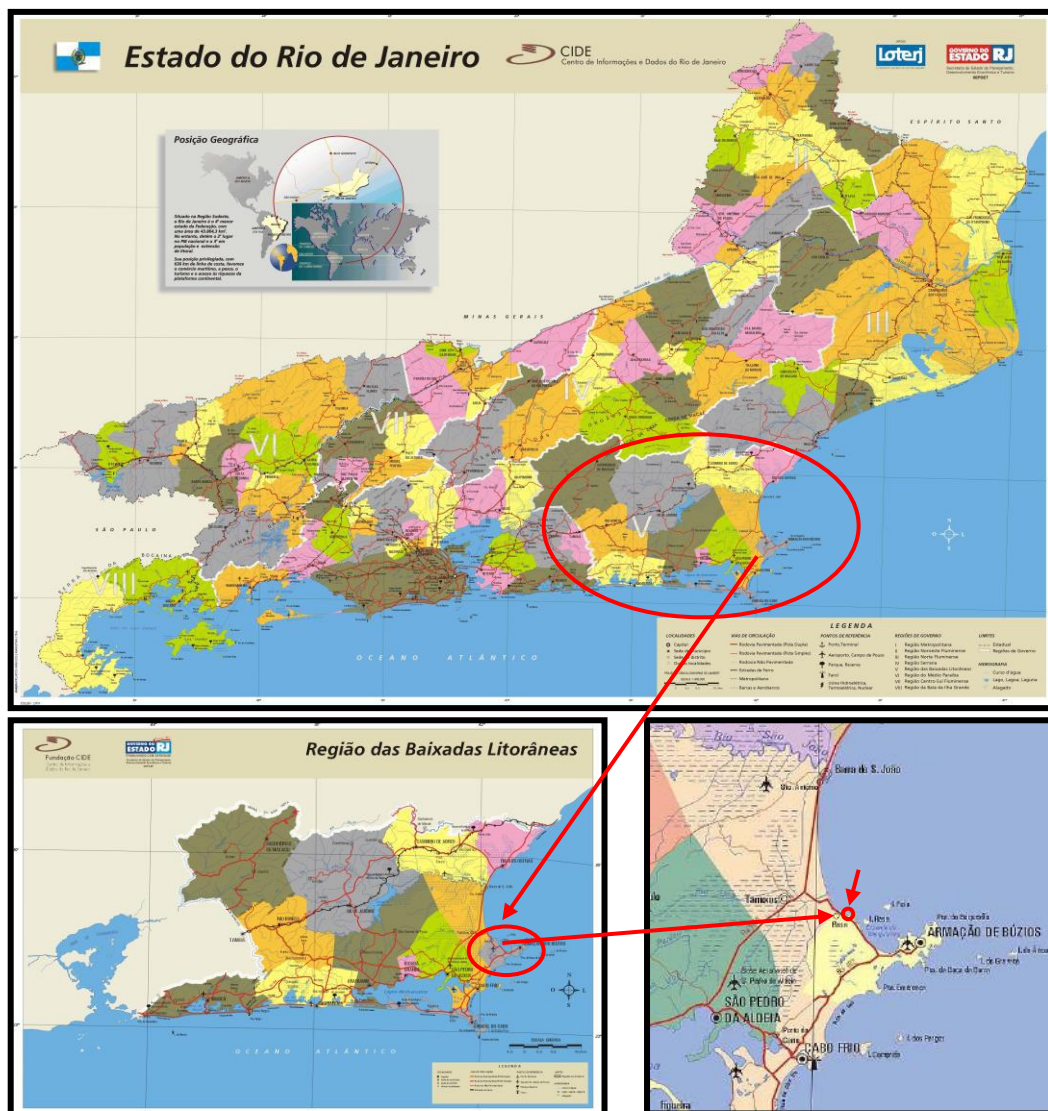


Figura 2: Localização e vias de acesso ao município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: CIDE, 2001).

2.2. Aspecto Climático

A região sudeste do Brasil permanece durante quase todo o ano sob o domínio da Massa Tropical Atlântica originada do Anticiclone Tropical Atlântico. Este domínio mantém a estabilidade climática, embora, ao longo do ano, a circulação atmosférica regional sofra a interferência das Frentes Polares e das Linhas de Instabilidade Tropical (Davis & Naghettini, 2000).

Todavia, a região onde está inserido o município de Armação dos Búzios possui um clima diferenciado. O mapa de isoietas (Figura 3) mostra um decréscimo na pluviosidade da Serra do Mar em direção à costa. Segundo Barbière (1975), esta particularidade climática se deve ao afastamento da Serra do Mar em relação à linha da costa, à condição de cabo (projeção da planície mar adentro), à presença da grande Lagoa de Araruama, à mudança brusca de direção da linha da costa, e principalmente ao fenômeno da ressurgência.

O clima é do tipo Bsh – clima árido quente, com temperaturas médias anuais em torno de 25°C podendo chegar a 40°C no verão, precipitações pluviométricas em torno de 800 mm/ano, com cinco meses de seca. A alta taxa de insolação e regime predominantemente de ventos fortes, do quadrante nordeste, resulta numa alta taxa de evapotranspiração potencial (BARBIÉRE, 1975). As medições feitas pela FIDERJ (1978) na estação de Álcalis em Arraial do Cabo durante 40 anos corroboram com esta afirmação. Os gráficos que representam a direção e velocidade média dos ventos neste período revelam que os ventos são predominantemente de nordeste, com velocidade média em torno de 6m/seg e apenas 12% do ano de calmaria (Figura 4a). O balanço hídrico utilizando o método de Thornthwaite e Mather no mesmo período, demonstra um déficit hídrico no solo de 317.1mm/ano (Figura 4b).

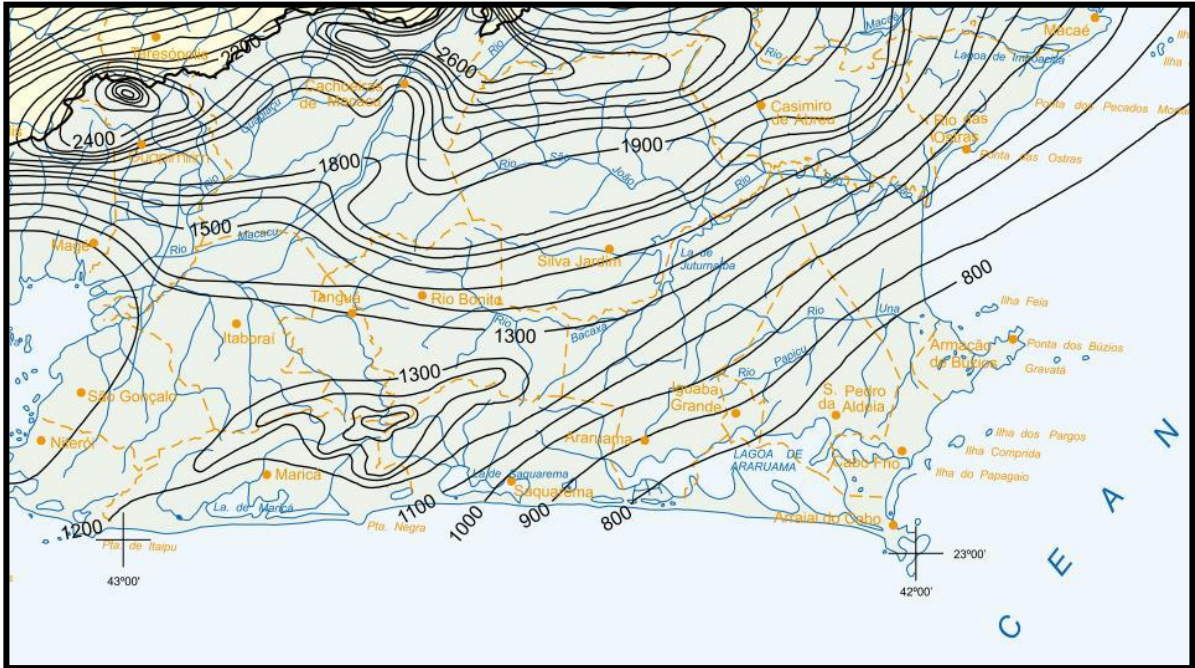


Figura 3: Distribuição de isoietas em parte do Estado do Rio de Janeiro mostrando o decréscimo pluviométrico da Serra do Mar em direção à costa na região de estudo (Fonte: Mapa de Isoietas Totais Anuais – Período de 1968 a 1995 – CPRM/DRM-RJ). Disponível em: http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/rj/chuvas/chuvas_mpsioietas.pdf

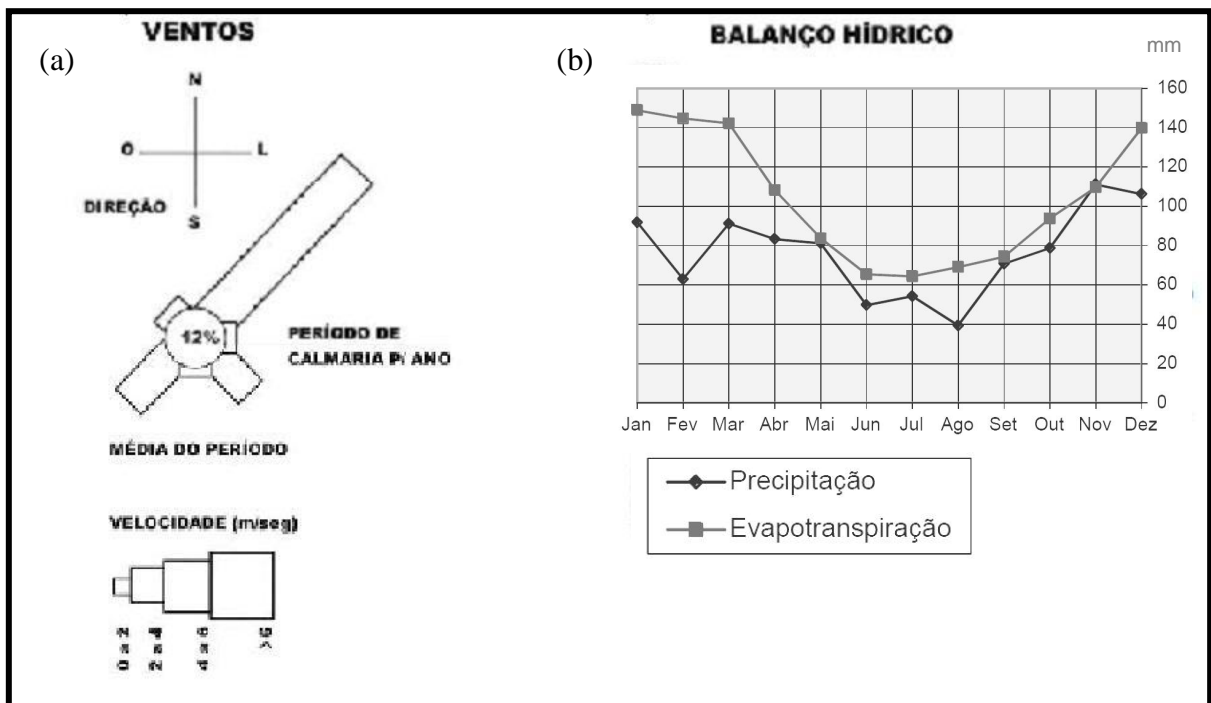


Figura 4: (a) Ventos – Os ventos predominantemente são de nordeste, com 12% do ano de calmaria (FIDERJ, 1978) e (b) Balanço Hídrico – Déficit hídrico na região, calculado com base nas normais climatológicas da Estação Meteorológica de Iguaba Grande, no período de 1970 a 1999 (FREITAS, 2006).

2.3. Geologia Regional

2.3.1. Introdução

O Estado do Rio de Janeiro se caracteriza por uma complexa estruturação geológica. Sua evolução está conectada ao evento de formação e deformação da Faixa Ribeira (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998), durante a orogenia Brasileira-Panafricana no Neoproterozoico, quando formou-se o supercontinente Gondwana como resultado da colagem de terrenos acrescentados aos crátons do Amazonas e do São Francisco (ALMEIDA, 1967; ALMEIDA, 1969; ALMEIDA, et al., 1976; ALMEIDA, et al., 1981; CORDANI, et al., 2000; HEILBRON, et al., 2000).

A orogenia Brasileira-Panafricana teve seu ápice no Neoprecambriano-Eopaleozoico. Em seguida, as bacias sedimentares geradas foram preenchidas por uma fase de sedimentação intracratônica paleozóica (Paraná, Parnaíba, Amazonas) com diversos ciclos deposicionais (MILANI & ZALÁN, 1999; MILANI & THOMAZ-FILHO, 2000). No Mesozóico essas bacias sofreram extensão afetada pela ruptura continental (quebra do Gondwana), resultando em feições extensionais de riftes superpostos aos sedimentos anteriormente depositados. Ocorreram também derrames basálticos associados à abertura do Atlântico Sul.

Eventos tectonomagmáticos são também registrados no Neocretáceo e no Eoterciário, notadamente na Região Sudeste, com a implantação de um sistema de riftes tafrogênicos entre São Paulo e Rio de Janeiro (ALMEIDA, 1976; MELO, et al., 1985; ALMEIDA & CARNEIRO, 1989).

2.3.2. Arcabouço Tectônico da Região Sudeste

A Província da Mantiqueira compreende um sistema orogênico Neoproterozoico composto dos Orógenos Araçuaí no Segmento Setentrional, Ribeira, Brasília Sul e Apiaí no Segmento Central e Dom Feliciano e São Gabriel no Segmento Meridional; desde o Sul da Bahia até o Rio Grande do Sul (Figura 5), (HEILBRON, et al, 2004).

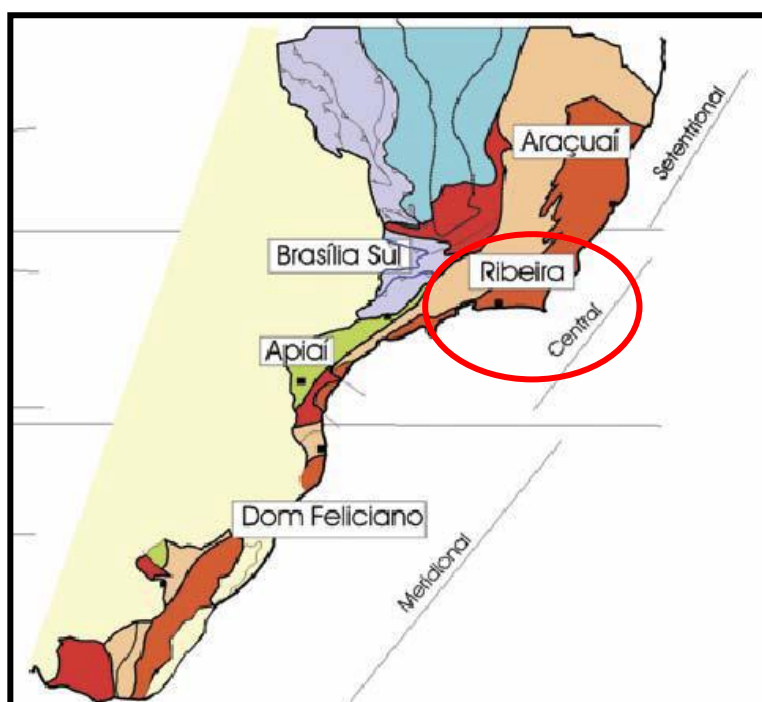


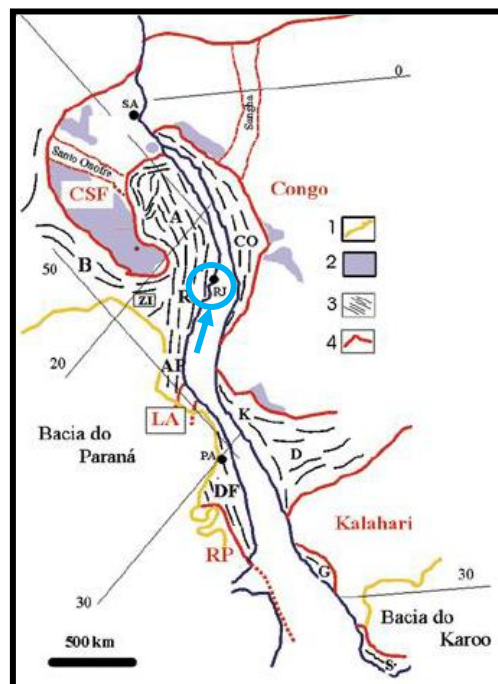
Figura 5: Subdivisão do Sistema Orogrênico Mantiqueira: o **Segmento Setentrional** é o Orógeno Araçuaí; o **Segmento Central** inclui a porção sul do Orógeno Brasília Sul e os Orógenos Ribeira e Apiaí; e o **Segmento Meridional** inclui os Orógenos Dom Feliciano e São Gabriel. As cores roxo e laranja indicam os terrenos que alojam os Arcos Magmáticos Neoproterozóicos – O círculo vermelho corresponde à área de estudo (modificado de HEILBRON et al., 2004).

Segundo Heilbron, et al. (2000) o Estado do Rio de Janeiro integra o Segmento Central da Província da Mantiqueira, na porção denominada de Faixa Ribeira. Entretanto, para SCHMITT, et al. (2008a), o Domínio Tectônico Cabo Frio – DTCTF, localizado na porção leste do estado, tem afinidade com terrenos africanos, sendo exótico à Faixa Ribeira.

Na Figura 6 pode-se observar a relação entre o Brasil e a África no contexto da Gondwana Ocidental. Do lado brasileiro encontram-se, os orógenos Ribeira (R), Araçuaí (A), Brasília (B) e Apiaí (AP) e os seus correspondentemente do lado africano, os orógenos Congo (CO) e Kaoko (K). O cráton do São Francisco no lado brasileiro corresponderia ao cráton do Congo (Neoproterozóicos) no lado africano.

Figura 6: Localização dos orógenos do Sistema Orogênico Mantiqueira no contexto do Gondwana Ocidental. O círculo azul corresponde à área de estudo (HEILBRON, et al., 2004; modificado de TROMPETTE, 1994).

Legenda: 1- **Bacias Fanerozóicas.** 2- **Coberturas Cratônicas.** 3- **Orógenos Neoproterozóicos** (B- Brasília, A- Araçuaí, R- Ribeira, ZI- Zona de Interferência, AP- Apiaí, DF- Dom Feliciano). 4- **Crátons Neoproterozóicos** (CSF- São Francisco, LA- Luis Alves, RP- Rio de La Plata). Na África localizam-se as faixas neoproterozóicas do Congo Ocidental (CO), Kaoko (K), Damara (D), Gariep (G) e Saldania (S), relacionadas aos crátons do Congo e Kalahari.



2.3.3. A Faixa Ribeira

A Faixa Ribeira pertence ao Sistema Orogênico Mantiqueira, localizada ao longo da margem Atlântica na Região Sudeste do Brasil, tendo se formado pela aglutinação de parte do Gondwana Ocidental durante a Orogênese Brasileira, entre o Neoproterozoico e o Cambriano. Compreende um conjunto de terrenos tectônicos empilhados sucessivamente sobre a margem sudeste do Cráton do São Francisco, resultado da interação deste paleocontinente com outra(s) (micro)placa(s) (HEILBRON, et al., 2004) (Figura 7).

O segmento central da Faixa Ribeira é constituído por quatro unidades tectônicas principais, limitadas por empurrões ou zonas de cisalhamento dúcteis oblíquas de alto ângulo, imbricados para NW/W em direção ao Cráton do São Francisco: o Terreno Ocidental, a Klippe Paraíba do Sul, o Terreno Oriental, e o Domínio Tectônico de Cabo Frio (HEILBRON, et al., 2000, 2004; SCHMITT, 2001) (Figura 8). Os três primeiros foram amalgamados entre 605 e 580 Ma (MACHADO, et al., 1996; HEILBRON & MACHADO, 2003), enquanto que o último só foi tardiamente colado ao orógeno, já no Cambriano, há cerca de 530 Ma (SCHMITT, 2001).

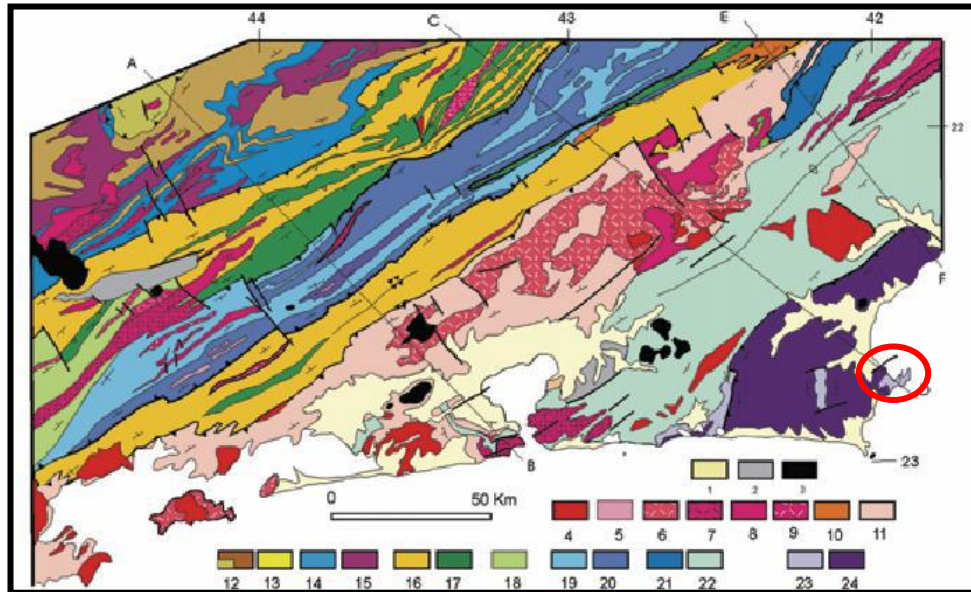


Figura 7: Mapa geológico simplificado do Orógeno Ribeira. O círculo vermelho corresponde à área de estudo (modificado de HEILBRON, et al, 2004).

Legenda: 1-Sedimentos quaternários; 2-Sedimentos terciários; 3-Rochas alcalinas cretáceas/terciárias; 4-Granitóide Brasilianos sin a pós-colisionais (4-9); 4-Biotita granitos pós-colisionais (510-480 Ma, G5); 5-Granitos contemporâneos às ZCs D3 (535-520 Ma, G4), 6-granitos e charnockitos tardi-colisionais (ca. 560 Ma, G3); 7-Granitos porfiróides sin-colisionais (590-560 Ma); 8-Leucogranitos e charnockitos tipo S ou híbridos sincolisionais (ca. 580 Ma, G2); granitóides com idade indeterminada (9-10); 9-Hornblenda granito gnaiss; 10-Suítes Anta e São Primo; 11-Arco magmático Rio Negro (790-620 Ma); **Terreno Ocidental (12-17):** Megasseqüência Andrelândia (12-14); 12-Seqüência Rio do Turvo em fácies granulito de alta P; 13-Seqüência Rio do Turvo; 14-Seqüência Carrancas; 15-Complexo Mantiqueira; 16-Fácies distais da Megasseqüência Andrelândia no Domínio Juiz de Fora; 17-Complexo Juiz de Fora; 18-Complexo Embuindiviso; **Terreno Paraíba do Sul (19-20):** 19- Grupo Paraíba do Sul; 20-Complexo Quirino; **Terreno Oriental (21-22):** 21-Sucessão metassedimentar Italva; 22-Sucessão metassedimentar Costeiro; **Terreno Cabo Frio (23-24):** 23-Sucessão Búzios e Palmital; 24-Complexo Região dos Lagos.

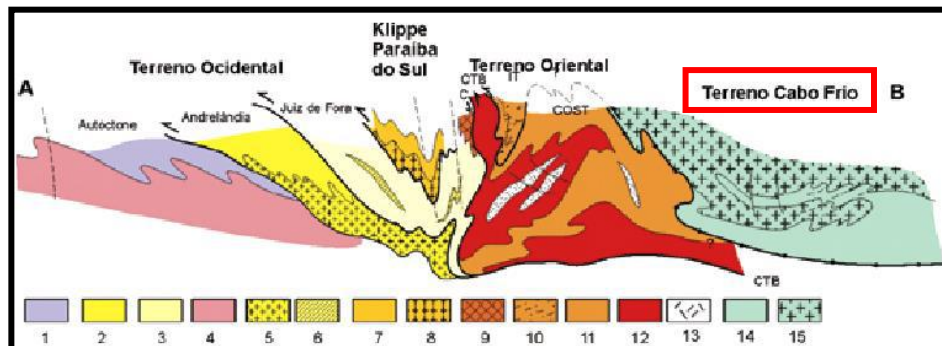


Figura 8: Seção estrutural composta do Orógeno Ribeira com a relação entre os diferentes terrenos e domínios estruturais O retângulo vermelho corresponde à área de estudo (modificado de HEILBRON, et al, 2004).

Legenda: **Terreno Ocidental (1-6):** 1 a 3- Megasseqüência Andrelândia nos domínios Autóctone, Andrelândia e Juiz de Fora, Terreno Ocidental; 4 a 6- Associações do embasamento (Complexos Barbacena, Mantiqueira e Juiz de Fora); **Terreno Paraíba do Sul (7-8):** 7- Grupo Paraíba do Sul; 8-Complexo Quirino; **Terreno Oriental (9-13):** 9- Seqüência Cambuci; 10- Seqüência Italva; 11- Seqüência Costeiro; 12-Arco Mágmatco Rio Negro; 13- Granitos colisionais; **Terreno Cabo Frio (14-15):** 14-Seqüências Búzios e Palmital; 15-Complexo Região dos Lagos.

2.4. Geologia Local

2.4.1. Domínio Tectônico Cabo Frio - DTCTF

O Domínio Tectônico Cabo Frio – DTCTF está localizado na porção leste do estado do Rio de Janeiro e compreende integralmente os municípios de Armação dos Búzios, Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia, e parcialmente, Casimiro de Abreu, Macaé, Maricá, Rio Bonito, Rio das Ostras, Saquarema e Silva Jardim, totalizando cerca de 3.170 km² (MANSUR, 2010).

O DTCTF é interpretado por Schmitt, et al. (2004; 2008a) como sendo parte do continente africano que se manteve colado ao território americano após o rifteamento Mesozoico. Também é chamado de Terreno Cabo Frio (HEILBRON, et al., 2000; 2004; TROUW, et al. 2000). Este evento particular recebeu a denominação de Orogenia Búzios (SCHMITT, 2001).

Trata-se, então, de um conjunto de rochas com evolução geológica coerente e separada de outros terrenos por sutura tectônica. Por isso, o DTCTF possui atributos geológicos de importância internacional e ampla utilização didático-pedagógica no campo das geociências.

2.4.1.1. Embasamento Paleoproterozóico

O embasamento do DTCTF é composto principalmente pelos ortognaisses félsicos da Unidade Região dos Lagos (REIS, et al., 1980; REIS & LICHT, 1982), cortados por aplitos (rocha ígnea graníticas, claras e apresentação granulação muito fina, compostas basicamente por quartzo e ortoclásio equigranulares) e pegmatitos. O alinhamento dos diques (Enxame de Diques do Cabo de Búzios - EDCB) está orientado para SE-NW, claramente diferenciados da

estruturação geral do Estado do Rio de Janeiro, cuja direção é NE-SW. Estas rochas têm idade de cristalização U-Pb, obtida a partir de zircão, entre 2,03 a 1,96 Ga (SCHMITT, 2004).

Os ortognaisses félsicos têm composição que variam de tonalítica a sienogranítica (SCHMITT, et al., 2008), sendo subdivididos em três subtipos, segundo as variações na mineralogia e na textura (VIANA, et al., 2008) em: hornblenda-biotita gnaiss, leucognaiss e biotita gnaiss; segundo a abundância local.

2.4.1.2. Diques máficos paleo a neoproterozoicos

A Suíte José Gonçalves foi proposta como uma nova unidade litodêmica para o DTCTF por Schmitt, et al. (2010), cujas rochas eram associadas à Unidade Região dos Lagos (FONSECA, et al., 1984). Ela foi descrita como, corpos tabulares de (granada) anfíbolitos, boudinados ou não, com granulação média a fina, cortando os metagranitos e ortognaisses da Unidade Região dos Lagos. São interpretadas como diques associados a um evento extensional tardio do Paleoproterozóico, pois estas rochas não cortam as supracrustais e possuem idades entre 1,9 e 0,6 Ga. Apresentando assinatura geoquímica típica de basaltos do tipo MORB (SCHMITT, 2010).

2.4.1.3. Rochas Vulcânicas e Supracrustais Neoproterozoicas a Cambrianas

As unidades Búzios (REIS & LICHT, 1982), Palmital (QUEIRÓZ & OLIVEIRA, 1980) e Forte São Mateus (SCHMITT, 2001), partes da denominada Bacia Búzios- Palmital, são constituídas por gnaisses máficos e paragnaisses, que ocorrem intercalados com o embasamento paleoproterozoico e apresentam pelo menos 500 metros de espessura (SCHMITT, et al., 2008b).

A Unidade Búzios ocorre, principalmente, no Cabo Búzios e, em menor proporção, na Praia Brava e na Ilha dos Papagaios, em Cabo Frio. As rochas predominantes são granatíferas com cianita, sillimanita e feldspato potássico, podendo ocorrer numerosas intercalações de calcissilicáticas e de rochas máficas e ultramáficas com lentes quartzo feldspáticas, estas últimas em menor quantidade (SCHMITT, et al., 2008b).

A Unidade Palmital ocorre na Serra de Sapiatiba e na porção litorânea desde Maricá até Saquarema. A rocha predominante é composta por sillimanita-biotita gnaisses quartzo-feldspáticos, em pacotes com mais de 300 metros de espessura, possuindo algumas intercalações de gnaisses aluminosos, calcissilicáticas, lentes de quartzitos feldspáticos e quartzitos.

A Unidade Forte São Mateus é caracterizada por ortoanfibolitos que ocorrem como xenólitos, lentes tectônicas e diques dentro do ortognaisse félsico da Unidade Região dos Lagos (SCHMITT, et al., 2008). Estes ortoanfibolitos eram, anteriormente, colocados como parte do embasamento, porém SCHMITT, et al. (2010), alteraram sua posição estratigráfica.

O grau metamórfico é descrito como pertencente à Fácies Granulito, com condições mínimas P-T no pico do metamorfismo estimadas em 800°C e 10 kbar (SCHMITT, et al., 2004). Isto pode ser evidenciado pela assembleia mineralógica presente nas rochas e pela presença de veios quartzo-feldspáticos que cortam estas rochas e são formados por fusão parcial das rochas adjacentes.

Idades baseadas em análises U-PB em zircões, monazitas, titanitas e rutilos mostram que este evento tectono-metamórfico ocorreu durante o Cambro-Ordoviciano (525 a 490 Ma) e foi denominado Orogenia Búzios (SCHMITT, 2001).

2.4.1.4. Rochas Básicas Mesozoicas

Relacionados ao magmatismo mesozoico do Brasil meridional, ocorrem extensos diques de rocha básica não metamorfisada, preenchendo fraturas e falhas. Compreendem rochas relacionadas à quebra do paleocontinente Gondwana, ou seja, do rompimento continental, com idades, em geral, em torno de 130 Ma, quando a estabilidade geológica do supercontinente foi rompida (MOHRIAK & BARROS, 1990). Estes diques são interpretados como registros da abertura do Oceano Atlântico no Cretáceo Inferior.

O enxame de diques toleíticos do Cabo de Búzios foi estudado por Tetzner (2002), que identificou 70 corpos magmáticos, intrudindo rochas do embasamento e da Unidade Búzios. Concluindo que estes corpos mostram um *trend* preferencial para NE, subordinadamente NNE, sendo subverticais a verticais, com espessuras entre poucos decímetros até 22 metros. Petrograficamente, podem ser classificados como basaltos e diabásios e, quimicamente, são rochas subalcalinas toleíticas, pertencentes a uma suíte de baixo TiO_2 (<2% peso).

2.4.1.5. Rochas Alcalinas Meso-Cenozóicas

No território do Estado do Rio de Janeiro, entre Resende e Cabo Frio, ocorrem corpos intrusivos alcalinos, com idades que variam de 93 a 40 Ma (SICHEL, et al., 1997, THOMAZ FILHO & RODRIGUES, 1999; SICHEL, et al., 2005). Estes fazem parte de um alinhamento de direção preferencial Leste-Oeste, os quais se iniciam em Poços de Caldas, em Minas Gerais, e formam o denominado Alinhamento Magmático de Cabo Frio (ALMEIDA, 1991; THOMAZ-FILHO, et al., 2008).

Este magmatismo alcalino foi interpretado como estando associado à reativação da Plataforma Sul-Americana e sendo vinculado às bacias terciárias do sudeste do Brasil e aos fenômenos de soerguimento, como por exemplo, o que resultou na elevação da Serra do Mar.

O magmatismo ocorre em área continental como corpos plutônicos e como derrames nas bacias terciárias, bem como em diques, geralmente relacionados às intrusões. Na área oceânica, o magmatismo alcalino é registrado sob a forma de cones vulcânicos (MOHRIAK e BARROS, 1990; ZALÁN & OLIVEIRA, 2005).

Na área do DTCTF são observadas as intrusões dos maciços do Morro de São João e da Ilha do Cabo Frio, além dos diques alcalinos associados (MANSUR, 2010).

2.4.1.6. Sedimentos Plio-Miocênicos da Formação Barreiras

A Formação Barreiras é uma unidade que ocorre ao longo da faixa costeira do Brasil, desde o Estado do Amapá até o Rio de Janeiro, caracterizando-se pela ocorrência quase contínua e pela regularidade geomorfológica. Sua origem tem sido motivo de muitas discussões.

Tradicionalmente, a unidade vinha sendo considerada como de origem continental, mas trabalhos recentes vêm mostrando evidências de influência marinha, tanto de natureza paleontológica, como sedimentológica. A datação palinológica e sua correlação com as unidades litoestratigráficas coesas das partes submersas das bacias da margem continental brasileira e das outras partes do planeta permitiram um estudo integrado a luz da Estratigrafia de Sequências. Essa análise estratigráfica integrada permitiu relacionar a origem da Formação Barreiras com a elevação eustática global que teve seu máximo na parte média do Mioceno, mais precisamente no intervalo do Burdigaliano ao Serravaliano (12-20 Ma). A sedimentação da Formação Barreiras sofreu uma interrupção no Tortonian (início do Neomioceno), quando houve um rebaixamento eustático global que ocasionou um extenso evento erosivo nas áreas emersas e a formação de cunhas fortemente progradantes na porção submersa das bacias submersas (*offshore*). Com a retomada da subida eustática no Plioceno (Zancleano, 4-5 Ma),

depositou-se o segundo ciclo (Barreiras Superior). A erosão e o retrabalhamento da Formação Barreiras no Quaternário devem ter sido responsáveis, em parte, pela atual configuração da plataforma continental (ARAI, 2006).

Devido a sua extensão e continuidade ao longo da costa brasileira, a Formação Barreiras também ocorre na região do DTCF, mais especificamente na região de Macaé, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Armação dos Búzios e Maricá (BEZERRA, et al., 2006).

Estes depósitos são representados por níveis descontínuos e alternados de materiais friáveis e mal selecionados, que variam desde conglomeráticos a areno-argilosos, por vezes com horizontes de concreções lateríticas próximos à superfície. Nos leitos conglomeráticos, observa-se a presença de seixos de vários tamanhos, angulosos e/ou arredondados, em matriz arenosa, por vezes areno-argilosa, podendo também conter leitos argilo-arenosos (MANSUR, 2010).

Deve-se destacar as paleofalésias da Praia Rasa, em Cabo Frio, pois a ocorrência desses depósitos próximos à praia ilustra o momento no qual o nível do mar estava mais baixo do que o atual e os rios depositavam seus sedimentos onde hoje está encoberto pelo mar (MORAIS, 2001, MORAIS & MELLO, 2003; MORAIS, et al., 2006). Estes afloramentos também têm sua origem relacionada com a Falha do Pai Vitório, cuja escarpa teria condicionado a deposição do cascalho em leques aluviais controlados pelo tectonismo (MORAIS & MELLO, 2003).

Na região de Búzios, a ocorrência de cascalhos polimíticos sustentados pela matriz e também sustentado por clastos, intercalados a areias lamosas, adjacente à Falha do Pai Vitório, está relacionada aos mecanismos tectônicos sin-sedimentares associados à evolução do Gráben de Barra de São João (MORAIS, 2001; MOHRIAK & BARROS, 1990; MANSUR, 2010).

2.4.1.7. Sedimentos Pleistocênicos e Holocênicos Marinhos e Continentais

Depósitos quaternários pleistocênicos e holocênicos também estão presentes no DTCTF, principalmente na área da Lagoa de Araruama e lagunas associadas, nas cascalheiras da Praia de José Gonçalves (RAMOS, et al., 2005) e nos campos de dunas de Cabo Frio, Tucuns e Massambaba, bem como nas dunas escalonares do Perú e da Ilha do Cabo Frio. Sendo assim, o Quaternário está representado pelas restingas, praias atuais, paleopraias, pântanos, brejos, lagunas atuais, paleolagunas, dunas, depósitos fluviais, e outros ambientes costeiros (MANSUR, 2010).

2.4.1.8. Estruturas

Além das litologias já citadas, devem-se destacar algumas importantes estruturas geológicas existentes na área, como o alto estrutural de Cabo Frio (MOHRIAK & BARROS, 1990; MOHRIAK, 2004, PINTO, et al., 2005; SOUZA, 2006), ou Arco de Cabo Frio, que é a feição estrutural mais importante da área e que separa as bacias petrolíferas de Campos e de Santos, além do gráben do São João (MOHRIAK & BARROS, 1990). Vale destacar, também, um importante sistema de falhas geológicas representado por brechas tectônicas, como a Falha do Pai Vitório (RUBIN & ALMEIDA, 2003; RUBIN, et al., 2003), em Armação dos Búzios e a Falha da Ponta da Farinha, em Iguaba Grande (ALMEIDA, et al., 2003).

A Falha do Pai Vitório está situada no limite sul do Graben de Barra de São João (Mohriak e Barros, 1990). Rubin, et al. (2003) realizaram mapeamento de detalhe da falha e descreveram-na como uma estrutura regional com "*direção N70E e estrias com obliquidades variadas, que demonstram movimentações predominantemente normais com variações direcionais. [...] A seção completa da falha na Ponta do Pai Vitório tem cerca de 60 metros*

de espessura, sendo que o núcleo da brecha e ultracataclasitos têm espessura em torno de 3m, com forma tabular e mergulhos em torno de 70 (graus) para NW. O ultracataclasito aflora em forma lenticular, alinhado na direção N70E, e é considerado como a superfície principal que define o plano de falha”.

Esta falha coloca “lado a lado” rochas do embasamento composto por ortognaisses paleoproterozoicos, com cerca de 2 bilhões de anos (SCHMITT, 2001), a Sul-Sudeste, e sedimentos conglomeráticos de origem fluvial da Formação Barreiras, cuja idade é atribuída ao Mio-Plioceno. Estes sedimentos constituem paleofalésias, retratando um passado com cerca de 5.100 anos A.P. (antes do presente), quando o nível do mar estava cerca de 2,8 metros acima do atual (DIAS, 2009).

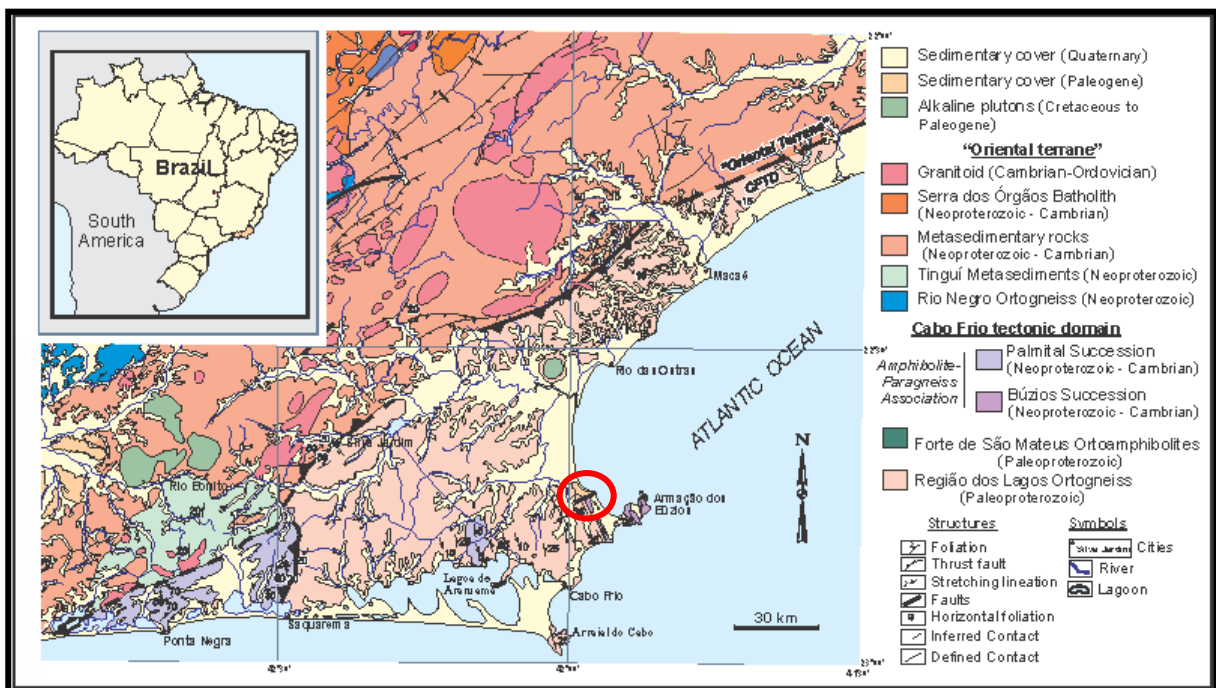


Figura 9: Mapa Geológico da região entre Maricá e Macaé, com destaque para a Falha do Pai Vitório. O círculo vermelho corresponde à área de estudo (modificado de SCHMITT, 2001).

2.5. A Biodiversidade no DTCTF

A biodiversidade no DTCTF é um reflexo da geodiversidade resultando em ecossistemas distintos. As lagoas apresentam características diversas, desde ambientes de água doce, como Jacarepiá, na bacia da Lagoa de Saquarema, passando por salobra, até hipersalinas como Araruama e Vermelha, por exemplo (MANSUR, 2010).

Os costões rochosos são ambientes de transição entre os terrestres e os marinhos, com alta diversidade de organismos e condições propícias à reprodução de espécies. No mar estão presentes bancos e recifes de corais, que abrigam rica biodiversidade e contribuem para a alta produtividade em pescados (MANSUR, 2010).

A ressurgência das águas frias na costa altera a vida marinha da região, sendo considerada de elevada importância biogeográfica para diversos grupos de organismos marinhos, incluindo as algas bentônicas, e representando o limite de distribuição geográfica de diversos táxons, desde os tipicamente tropicais até os de regiões temperadas, com afinidade por águas mais frias (BRASILEIRO, et al., 2009).

A cobertura vegetal reflete a geodiversidade da região, assim como a variabilidade do clima atual e pretérito. É *"remanescente de uma vegetação existente durante os períodos glaciais do pleistoceno, mais secos e mais frios"* (AB'SABER, 1974). Entre Arraial do Cabo e Armação dos Búzios ocorre uma vegetação especial, tipificada como Estepe Arbórea Aberta. Sendo testemunhas das variações do nível do mar nos últimos 12-13 mil anos (FERNANDES, 2003) e mantendo a fitofisionomia que tinham antes que a Mata Atlântica úmida dominasse a paisagem do estado do Rio de Janeiro. Algumas destas espécies são endêmicas, como os cactos colunares *Pilosocereus ulei* (MANSUR, 2010).

Por isso, deve-se ressaltar a importância dos fragmentos remanescentes de vegetação nativa nesta região, levando-se em conta a destruição dos ecossistemas costeiros no Brasil pela

ocupação do litoral desde a época do descobrimento até hoje, inclusive com a exploração do pau-brasil desde a chegada do europeu na região em 1503.

A vegetação da região está inserida no bioma Mata Atlântica, compreendendo formações florestais e ecossistemas diversos como: **(a)** Floresta Estacional Semidecidual (BUENO, 2007a), como na Serra da Sapiatiba, que ocorrem em regiões com baixa precipitação anual, com uma estação chuvosa no verão seguida por estiagens acentuadas e onde as espécies predominantes perdem as folhas durante os meses mais secos; **(b)** Floresta Ombrófila Densa (BUENO, 2004), encontrada em parte da Serra da Sapiatiba, na Serra do Palmital / Castelhana, no Morro de São João e nas serras de Jaconé e Matogrosso, que reflete a umidade do ambiente; **(c)** Estepe arbórea aberta: típica na região entre Armação dos Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo; e **(d)** vegetação de restinga, paleocordões litorâneos e dunas: encontrada nas restingas de Itapebussus, Tamoios, Massambaba, Jacarepiá, Saquarema, Jaconé e Maricá e nos campos de dunas de Tucuns, Però, Dama Branca e Massambaba. Além de mangues (como os dos rios São João e das Ostras, alguns trechos das margens das lagoas de Araruama e Saquarema, e os das praias da Foca, Manguinhos e Gorda – o Mangue de Pedra) e ambientes inundáveis (brejos e margens de lagoas), os quais possuem interessantes ligações fitogeográficas e diversas espécies endêmicas (ARAUJO, sem data).

3. CONTEXTO TEÓRICO

3.1. Manguezais

Os manguezais são ecossistemas costeiros de transição entre os ambientes terrestre e marinho, sujeito ao regime de marés, que ocorrem em regiões tropicais e subtropicais do mundo. São caracterizados por vegetação lenhosa típica, adaptada as condições limitantes de salinidade, ao substrato inconsolidado e pouco oxigenado, e a frequente submersão pelas águas salobras.

É um ecossistema aberto ao mesmo tempo para a fonte de água doce, para o mar e para a terra, por isso organiza elementos das três macro-esferas, reunindo-os numa estrutura singular que o distingue dos ecossistemas de água doce, de água salgada e terrestres. Sendo assim, o manguezal tem unidade e coerência interna própria, se auto-organizando, como ocorre com todo ecossistema (SOFFIATI, 2012).

3.1.1. Distribuição geográfica dos manguezais

Os manguezais são ecossistemas que se originaram nas regiões dos oceanos Índico e Pacífico e que distribuíram suas espécies pelo mundo com auxílio das correntes marinhas durante o processo da separação dos continentes (HERZ, 1987). Estão presentes nas faixas tropical e subtropical do planeta, ocupando regiões tipicamente inundadas pela maré tais como: estuários, lagoas costeiras, baías e deltas. Estas regiões caracterizam, mas não obrigatoriamente, misturas de águas dulcícolas e oceânicas.

A distribuição dos manguezais no globo terrestre depende de um número variado de fatores como: áreas costeiras protegidas, adaptação à salinidade do solo e da água e à temperatura do ar e da água (KJERFVE, 1990).

Walsh (1974) aponta cinco condições para a ocorrência de manguezais:

- 1- temperaturas tropicais, com a média do mês mais frio acima de 20° C e uma gama de temperatura em cada estação que não exceda 5° C;
- 2- costas livres da ação de vagas e marés violentas;
- 3- presença de água salgada, espreada pelo avanço e recuo das marés, de um lado, e de uma fonte de água doce, de outro;
- 4- aluvião particulada fino, que gera substrato frouxo constituído por silte e argila fina, rico em matéria orgânica, fornecida principalmente pelas plantas do manguezal;
- 5- larga amplitude de marés

Todavia, há casos de manguezais que existem sem atender aos cinco requisitos mencionados. Eles podem se desenvolver em ambientes sem a presença de marés, muito embora, os que ocorrem em condições de lavagem pela maré, aparentam ter mais saúde que os situados em ecossistemas aquáticos fechados ou semifechados. E isto se deve ao fato que as marés, salinizando o solo, inibindo o crescimento de plantas concorrentes das espécies vegetais exclusivas de manguezal, as quais são mais resistentes ao sal. Além disso, as marés promovem a ventilação dos vegetais e sua ausência submetem as espécies a situações estressantes (SOFFIATI, 2012).

O substrato particulado e fino, de silte e argila, nem sempre representa uma condição indispensável ao crescimento de plantas de mangue, pois existem ocorrências de manguezal em substratos arenoso e até rochoso. Cintrón e Novelli (1983) citando Chapman (1940) classificam os substratos dos manguezais em quatro tipos:

- 1- pedregoso;
- 2- arenoso;
- 3- pantanoso; e
- 4- turfoso.

Sabe-se que, apenas os dois últimos possibilitam a existência de bosques bem desenvolvidos, já que em substratos pedregosos e arenosos as árvores alcançam pequenas estaturas. Porém, com o processo de colonização, o manguezal pode mudar a natureza do substrato através da deposição de sedimentos finos e de matéria orgânica, possibilitando que os bosques alcancem maior porte (SOFFIATI, 2012).

Constata-se, então, que das cinco condições apontadas por Walsh (1974) para a ocorrência de manguezais apenas duas são imprescindíveis: as temperaturas intertropicais e a baixa energia marinha (SOFFIATI, 2012).

Cintrón, et al (1980) reduziu a proposta original Lugo e Snedaker (1974) de seis para três categorias de manguezal quanto aos tipos fisiográficos. São eles:

1. Manguezal ribeirinho – é o tipo mais comum e se desenvolve nas margens de rios em zona intertropical, aproveitando-se dos estuários, onde a água doce se encontra com a água salgada, reduzindo a salinidade e produzindo grande quantidade de nutrientes. Esse ambiente é altamente favorável a todos os gêneros de espécies exclusivas de mangue.

2. Manguezal de borda ou de franja – é um tipo que se desenvolve em costas marinhas protegidas, onde a energia oceânica é baixa, mas são sujeitos a forte influência da maré. Não é necessária uma fonte de água doce à montante, pois as espécies presentes neste mangue se adaptam às condições físico-químicas de salinidade da água do mar e do substrato, por isso, esses manguezais costumam ser monoespecíficos;

3. Manguezal de bacia – ocorre nas partes mais interiores dos manguezais ribeirinhos ou de borda, onde existe água salobra represada, pois nesses locais, a circulação da água é

mais lenta e as espécies exclusivas de manguezal costumam promover adaptações muito desenvolvidas para obter oxigênio pelo sistema radicular e tolerar salinidade mais elevada que as do manguezal ribeirinho.

3.1.2. Processo de formação de manguezais

A caracterização dos manguezais depende dos tipos de solos litorâneos e, sobretudo, da dinâmica das águas que age sobre cada ambiente costeiro.

Importante na formação dos manguezais é a variação do nível médio do mar. Por ser um processo gradual e lento, durante esta variação ocorre uma reorganização constante no espaço destes ambientes. Sendo assim, o desenvolvimento de espaços novos pela fixação das espécies dos mangues é mais acelerado do que o processo de formação de solos. Deste modo, a cada redução ou elevação do nível médio do mar há uma adaptação dos manguezais evitando, portanto, a extinção do ecossistema.

Uma das características fundamentais para a fixação dos manguezais é o substrato acumulado nas superfícies inundadas pelas marés. Este se forma a partir do transporte de sedimentos oriundos dos rios e oceanos. O encontro das águas doces e salgadas, na região estuarina, faz com que os sedimentos transportados percam velocidade e se unam através do processo físico-químico de floculação, formando grumos. Isto implica em aumento do peso das partículas que afundam, formando um sedimento fino composto basicamente por silte, argila e matéria orgânica, propiciando a instalação de espécies vegetais. Estes vegetais ao se desenvolverem emitem raízes que vão funcionar como barreira física aos sedimentos transportados pelas águas favorecendo daí, a deposição destes ao seu redor e criando novas áreas de sedimentos disponíveis para colonização de novas plantas. Cabe ressaltar que este é um processo lento e contínuo que faz com que o manguezal cresça sempre em direção à água.

A matéria orgânica produzida pelo manguezal com a queda de folhas é, em parte, absorvida pelo aumento do substrato retido pelas raízes e troncos. Além disso, é exportada pela ação das correntes de maré vazante, que drena para as gamboas um grande volume de folhas e material particulado, que se acumula no sedimento e contribui para o aumento das áreas de manguezais.

Outro fator de extrema importância para a formação e desenvolvimento dos manguezais são as marés. Elas transportam os sedimentos, a matéria orgânica, as sementes dos mangues (propágulos) e servem como via para os animais.

Ao longo da costa brasileira as marés apresentam uma grande variação de amplitude, desde micromarés na região sudeste-sul, mesomaré na região nordeste e macromaré na região norte, que está mais próxima à linha do Equador. Esta variação entre as marés vai ser determinante para os bosques de manguezais, pois, quanto maior a variação da maré maior será a largura do manguezal e a altura das plantas.

Além das marés, a quantidade de água doce (aporte) que o manguezal recebe também é fundamental para o desenvolvimento e manutenção deste ambiente. A circulação de águas provoca a mistura de águas doces e salgadas formando um ambiente estuarino. Nesta ambiência há uma distribuição de salinidade que determina a instalação e sobrevivência das espécies vegetais do manguezal, a distribuição dos organismos aquáticos e fatores ambientais como, por exemplo: temperatura, oxigênio dissolvido (OD), pH, nutrientes e metais. Existem manguezais onde a entrada de água doce não ocorre através de rios ou riachos, mas, sim através da água das chuvas. Estes tipos de manguezais estão presentes principalmente em ilhas oceânicas.

A temperatura do ar e da água também são fundamentais para o desenvolvimento dos manguezais, que preferem os ambientes mais quentes da região tropical. Quanto maiores as latitudes, menores as temperaturas do ar e da água e, conseqüentemente, menor será a altura e

a extensão dos bosques de manguezal. Por fim, a temperatura funciona como um fator limitante para o crescimento da flora típica deste ecossistema.

3.1.3. A importância do manguezal

Segundo Pereira Filho & Alves (1999) o manguezal desempenha diversas funções naturais de grande importância ecológica e econômica, dentre as quais destacam-se as seguintes:

- **Proteção da linha de costa** – a vegetação desempenha a função de uma barreira, atuando contra a ação erosiva das ondas e marés, assim como em relação aos ventos.

- **Retenção de sedimentos carregados pelos rios** – devido ao baixo hidrodinamismo das áreas de manguezais, as partículas carregadas precipitam-se e somam-se ao substrato. Tal sedimentação possibilita a ocupação e a propagação da vegetação, o que viabiliza a estabilização da vasa lodosa a partir do sistema radicular dos mangues.

- **Ação depuradora** – o ecossistema funciona como um filtro biológico em que bactérias aeróbias e anaeróbias trabalham a matéria orgânica e a lama promove a fixação e a inertização de partículas contaminantes, como os metais pesados.

- **Área de concentração de nutrientes** – localizados em zonas estuarinas, os manguezais recebem águas ricas em nutrientes oriundos dos rios, principalmente, e do mar. Aliado a este favorecimento de localização, a vegetação apresenta uma produtividade elevada, sendo considerada como a principal fonte de carbono do ecossistema. Por isso mesmo, as áreas de manguezais são ricas em nutrientes.

- **Renovação da biomassa costeira** – como áreas de águas calmas, rasas e ricas em alimento, os manguezais apresentam condições ideais para reprodução e desenvolvimento de

formas jovens de várias espécies, inclusive de interesse econômico, principalmente, crustáceos e peixes. Funcionam, portanto, como verdadeiros berçários naturais.

- **Áreas de alimentação, abrigo, nidificação e repouso de aves** – as espécies que ocorrem neste ambiente podem ser endêmicas, estreitamente ligadas ao sistema, visitantes e migratórias, onde os manguezais atuam como importantes mantenedores da diversidade biológica.

3.1.4. Flora e fauna dos manguezais

As plantas encontradas neste ecossistema são popularmente conhecidas como mangues, observando-se as seguintes espécies no Estado do Rio de Janeiro: o mangue branco (*Laguncularia racemosa*); o mangue de botão (*Conocarpus erecta*); a siribeira, mangue siriba ou preto (*Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana*); e o mangue sapateiro ou vermelho (*Rhizophora mangle*).

As plantas que vivem em ambientes salobros (halófitas) possuem dois sistemas de controle da concentração de sal em seus tecidos (osmorregulação), os quais procuram expulsar este produto para o exterior. Formadoras de um complexo florestal sobre um substrato geralmente lamacento (inconsolidado) e pobre em oxigênio, estas plantas ainda apresentam adaptações aos fatores ambientais, tais como: raízes aéreas como as escoras e pneumatóforos com presença de lenticelas (células especiais para captar o ar) e o enraizamento em forma de roda (rodel) para uma melhor fixação (PEREIRA-FILHO & ALVES, 1999).

As sementes germinam dentro dos frutos ainda fixos nas árvores, sendo denominados por propágulos. Este fato possibilita uma melhor sobrevivência a partir de uma estratégia de fixação que garanta porque as espécies resistem mais às adversidades presentes neste ambiente.

Devido a um aspecto vegetal bastante característico, este ecossistema possui uma grande variedade de nichos ecológicos, o que resulta numa fauna diversificada com representantes dos seguintes grupos: anelídeos, moluscos, crustáceos, aracnídeos, insetos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. É no ambiente aquático que ocorre uma abundância de espécies dos grupos representados pelos peixes e crustáceos, decorrente da capacidade que estes têm de suportar as variações de salinidade resultantes da mistura das águas. A grande oferta de alimentos e uma baixa predação garantem uma alta produtividade na massa d'água (PEREIRA-FILHO & ALVES, op. cit.).

Os caranguejos e as aves são de grande importância para o ecossistema manguezal pois, desempenham papéis essenciais na dinâmica deste sistema. O ato da procura de alimento, a escavação das tocas e a movimentação destes animais revirando o sedimento permite, assim, mais oxigenação do substrato e liberação de nutrientes que vai enriquecer, mais ainda, a massa d'água.

A fauna do manguezal pode ser distribuída de uma maneira geral pelos diferentes compartimentos existentes neste ecossistema, didaticamente separados em: água, sedimento e vegetação. No meio aquático encontram-se crustáceos (siris e camarões) e peixes (tainhas, robalos, manjubas etc.), enquanto no sedimento observam-se anelídeos (minhocas e poliquetas), moluscos (mariscos, ostras e caramujos) e crustáceos (caranguejos) e sobre o sedimento, mamíferos (guaxinim ou mão-pelada). Por fim, na vegetação são avistados moluscos (caramujos, broca da madeira e ostras), crustáceos (caranguejos), insetos (moscas, mosquitos, borboletas, mariposas etc.) e aracnídeos (aranhas) (PEREIRA-FILHO & ALVES, 1999).

As aves habitam todos os meios alimentando-se na água e no sedimento e abrigando-se e reproduzindo-se na vegetação. As mais observadas são: garças, martins-pescadores, socós e maçaricos.

3.1.5. Distribuição geográfica dos manguezais no Rio de Janeiro

Segundo Muehe e Valentini (1998) a costa fluminense, a partir da foz do Rio Macaé, apresenta uma tendência a formar baías, tais como: a Baía da Guanabara, da Sepetiba e da Ilha Grande. De fato, observando um mapa do Estado do Rio de Janeiro, percebem-se claramente as reentrâncias e saliências costeiras. Não por acaso, que os manguezais apresentam grandes formações na região da foz do rio Paraíba do Sul; na baía de Guanabara; na baía de Sepetiba (Guaratiba); e na baía de Ilha Grande (municípios de Mangaratiba, Angra dos Reis e Parati).

Merece destaque o trecho entre a desembocadura do rio Macaé e o Promontório de Búzios, onde ocorrem longos arcos de praia interrompidos por afloramentos do embasamento cristalino e as areias grossas a muito grossas, encontradas na curva costeira entre Rio das Ostras e Búzios, testemunham a retrogradação da planície costeira, sobre as quais se deposita uma lama proveniente dos Rios Paraíba do Sul, Macaé e São João.

A origem dos manguezais neste trecho da costa pode estar relacionada aos propágulos colonos que são despregados de “árvores-mãe” em grandes manguezais na região da foz do rio Paraíba do Sul, bem como de manguezais na foz dos rios das Ostras e São João, que se dispersam por toda a área de influência dos rios, com descarga preferencial em direção ao sul ao longo do ano e transporte residual na direção norte no inverno (SOFFIATI, 2012).

3.2. Hidrogeologia

3.2.1. Água como recurso

Desde os primórdios da vida no planeta Terra e da história da espécie humana, a água sempre foi essencial, pois qualquer forma de vida depende da água para a sua sobrevivência e/ou desenvolvimento.

As grandes civilizações do passado e do presente sempre dependeram de água. Portanto, a água doce é essencial à sustentação da vida e para o desenvolvimento cultural e econômico (TUNDISI, 2003).

Entretanto as sociedades humanas poluem e degradam, tanto, as águas superficiais quanto as subterrâneas. Pois, a diversidade dos usos múltiplos, o despejo de resíduos líquidos e sólidos em rios, lagos e represas e a destruição das áreas alagadas e das matas de galerias têm produzidos contínua e sistemática deterioração e perda extremamente elevada em quantidade e qualidade da água (TUNDISI, 2003).

Por isso, por meio do relatório “Nosso Futuro Comum” consolidado pelas Nações Unidas em 1987, tornou-se consenso no mundo que o único desenvolvimento possível é o sustentável. Sendo assim, um dos grandes desafios do nosso tempo é criar comunidades sustentáveis em ambientes sociais e culturais, que satisfaçam as nossas necessidades e as aspirações das gerações futuras sem diminuir as oportunidades de também as realizarem (GIAPIÁ & GONÇALES, 2006).

Deve-se destacar que a escassez de água e a degradação da sua qualidade nos rios e aquíferos são resultados de um desenvolvimento agrícola desordenado, de uma urbanização desconexa e em rápida expansão, além de um processo de industrialização contínuo que se iniciou no terceiro terço do século XX (SANTOS, 1998) e se mantêm até hoje.

Em última análise, esses problemas precisam ser vistos como diferentes facetas de uma única crise, pois quanto mais estuda-se os principais problemas de nossa época, melhor compreende-se que eles não podem ser entendidos de forma isolada.

Logo, de acordo com a visão sistêmica, as características essenciais da água subterrânea surgem das interações e das relações entre as partes componentes do sistema hidrológico global, tais como a litosfera, a biosfera e a atmosfera, e as propriedades das partes podem ser entendidas apenas a partir da organização do todo (GIAPÍÁ & GONÇALES, 2006).

A abordagem sistêmica mostra que há um estreito entrosamento entre as partes vivas ou bióticas do planeta – plantas, microorganismos e animais – e as suas partes não-vivas ou abióticas – rochas, água superficiais e subterrâneas continentais, oceânicas e atmosféricas. Em consequência, não podemos mais pensar na atmosfera, nas rochas, nas águas – superficiais e subterrâneas -, nos animais e nas plantas, ou no ambiente em geral, como separados uns dos outros ou independentes (GIAPÍÁ & GONÇALES, 2006).

Neste sentido a Hidrogeologia é a ciência que tem por objeto estudar a componente subterrânea do ciclo hidrológico, congregando conhecimentos de geologia e hidrologia, avaliando interações entre a água e as rochas, bem como as relações das águas subterrâneas com as outras componentes desse ciclo (águas superficiais e águas atmosféricas).

Em última análise a Hidrogeologia tem como objeto de estudo o Aquífero ou depósito natural de águas subterrâneas, definido como: solo, rocha ou sedimento permeáveis, que fornecem água subterrânea, natural ou artificialmente captada.

Desta forma, compreender as características litológicas, estratigráficas e estruturais dos solos, sedimentos e rocha permite que se entenda o processo de infiltração da água no subsolo, a forma como as unidades geológicas armazenam e transmitem a água subterrânea e as influências destes fatores nos aspectos relativos à quantidade e qualidade da água subterrânea.

As águas subterrâneas representam à parcela da hidrosfera que ocorre na sub-superfície da Terra. Elas têm três origens principais: meteórica, conata e juvenil. A origem meteórica é de longe a mais importante, à medida que constitui cerca de 97 % dos estoques de água doce que ocorrem no estado líquido nos continentes (GIAPÍÁ & GONÇALES, 2006) e o mecanismo de

recarga é a infiltração de uma fração das águas atmosféricas que caem, principalmente, sob a forma de chuva e neve.

Considerando-se que o sistema está em equilíbrio, as descargas igualam as recargas de origem meteórica das águas subterrâneas. Vale ressaltar que a magnitude da recarga depende das condições de infiltrabilidade, que são impostas pelas formas de uso e ocupação do território considerado e das condições de ocorrência dos corpos aquíferos, entre outros fatores. Neste sentido, as condições de infiltrabilidade são mais rápidas e abundantes nos aquíferos livres e mais lentas e limitadas nos aquíferos confinados.

Por sua vez, quando a aridez climática é acentuada, a taxa de recarga poderá ser reduzida ou praticamente nula. Essa situação pode afetar tanto os aquíferos livres como os confinados, localizados nas regiões submetidas às condições de clima árido ou desértico no último milhão de anos.

As águas subterrâneas ocorrem preenchendo os poros, fraturas, fissuras e outras formas de vazios das rochas. Esses elementos têm dimensões milimétricas, porém ocorrem em tão grande número que estocam cerca de 97 % das reservas de água doce que são encontradas em estado líquido nos domínios dos continentes. Os 3 % restantes formam os rios, lagos e constituem a umidade do solo que dá suporte ao desenvolvimento da biomassa (GIAPÍÁ & GONÇALES, 2006).

Os sedimentos ou rochas sedimentares constituem os melhores aquíferos, à medida que apresentam características distributivas de porosidade/permeabilidade relativamente homogêneas sobre grandes extensões, que, quando são alimentados pelas infiltrações das águas de origem meteórica apresentam recursos de água subterrânea relativamente renovável e geralmente de boa qualidade.

3.2.2. Principais funções dos aquíferos

Com o gerenciamento integrado dos recursos hídricos os aquíferos podem desempenhar várias funções. Para GIAPÍÁ & GONÇALES, 2006) podemos destacar as seguintes funções:

- **Função Produção** – é a função mais tradicional, que visa a produção de água para abastecimento humano, industrial ou irrigação.

- **Função Filtro** – ocorre quando se utiliza a capacidade filtrante e de depuração biogeoquímica do maciço natural permeável, como forma de reduzir os custos do tratamento convencional das águas dos mananciais de superfície.

- **Função Estratégica** – é uma utilização complementar do manancial subterrâneo, natural ou artificial recarregado pelas enchentes dos rios ou reutilização de águas tratadas, para fazer face às situações de escassez periódica ou eventual de água nos grandes centros urbanos, bem como de falta de águas resultantes de acidentes ou de grandes picos de demanda.

- **Função Transporte** – ocorre quando o aquífero é utilizado como “pipeline” para transportar água das zonas de recarga artificial ou natural abundante às áreas de extração excessiva.

- **Função Energética** – está relacionada à utilização da água subterrânea aquecida pelo gradiente geotermal natural ou mediante a infiltração de água aquecida por sistemas de ar condicionado ou processos industriais.

- **Função Ambiental** – é resultado da percepção do problema ambiental como consequência de uma questão abrangente, isto é, o ambiente não existe como uma esfera desvinculada das ações, ambições e necessidades humanas.

Vale destacar que de todas as principais funções desempenhadas pelos aquíferos a que é menos percebida pela população que dele usufrui é a função ambiental, no entanto ela está

em consonância com a visão sistêmica e se enquadra no modelo de gestão integrada dos recursos hídricos.

3.2.3. Hidrogeologia no DTCTF

O DTCTF, quando se considera a caracterização hidrogeológica, pode ser dividido em duas unidades principais: **(a)** região dos aquíferos do tipo granular, localizada nas planícies de origem sedimentar marinha, fluvial e eólica, incluindo os solos e rochas alteradas; e **(b)** região dos aquíferos do tipo fraturado, localizada onde ocorrem as rochas cristalinas ígneas e metamórficas (MANSUR, 2010).

Para Silva Jr (2003), os depósitos sedimentares, compostos predominantemente por areias quartzosas e, secundariamente, por depósitos siltosos e argilosos, possuem um nível freático raso, alcançando menos de 2 metros de profundidade nas porções mais baixas e aflorando periodicamente. Na restinga a profundidade do nível d'água é maior nas faixas centrais, tornando-se mais raso à medida que se aproxima do oceano, principalmente nas lagoas, onde chega a atingir 1 m. Estas características conferem aos aquíferos livres alta suscetibilidade à contaminação bacteriológica. Já na área mais arenosa, que corresponde aos locais mais elevados, a água é mais clara e geralmente menos salobra que a água das baixadas alagadiças.

Os depósitos da Formação Barreiras, com sedimentação continental a marinha rasa no Brasil (ARAI, 2006), apresentam características tipicamente continentais na região estudada, e se constituem em aquíferos com média a alta favorabilidade à exploração de águas subterrâneas, bem como, alta suscetibilidade à contaminação quando constituídos por conglomerados, como os que ocorrem na região da Praia Rasa, entre Cabo Frio e Armação dos Búzios.

Nas rochas relacionadas à formação da baixada litorânea, durante os movimentos de transgressão e regressão marinha no Holoceno entre 5000 e 7000 anos A.P. (TURCQ et al., 1999; SILVA JR, 2003), estão presentes grande parte dos aquíferos do tipo granular. No entanto, os aquíferos do tipo fraturado estão relacionados ao embasamento cristalino quando fraturado, o qual é composto por rochas ígneas e metamórficas com idades diversas e evolução tectônica variada.

Na figura 12 visualiza-se o mapa de vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos costeiros apresentado por SEABRA, et al. (2008), onde se observa que a região no entorno do Mangue de Pedras, incluindo a área de recarga do aquíferos, está classificada como variando de moderada a alta vulnerabilidade, o que reforça a necessidade de gestão do recurso hídrico para a preservação do ecossistema local.

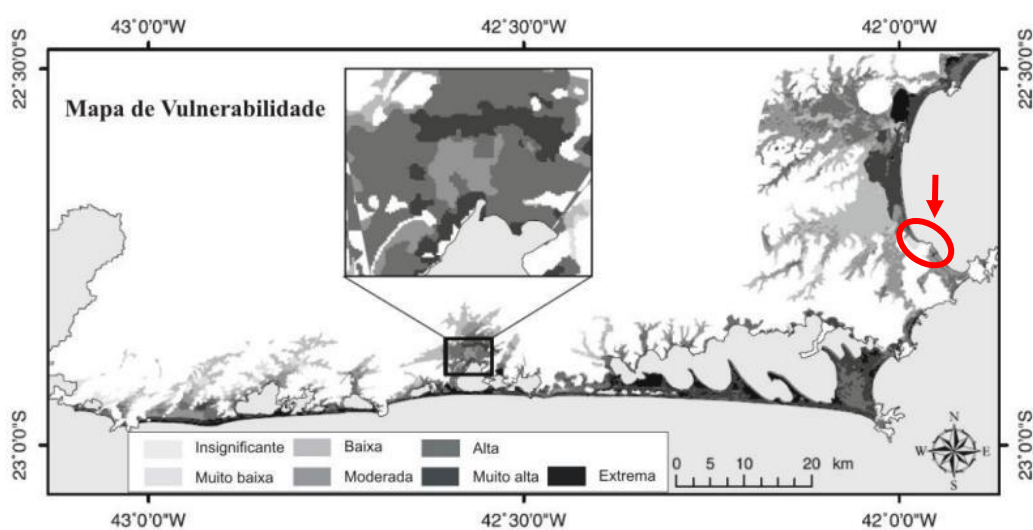


Figura 12: Mapa de vulnerabilidade dos aquíferos costeiros da região entre Niterói e Rio das Ostras. O círculo vermelho destaca a região onde ocorre o Mangue de Pedra (Modificado de SEABRA, et al, 2008).

Segundo Silva Jr. (2003) em Rio das Ostras, Búzios e Arraial do Cabo predominam ambientes bastante salinizados devido ao avanço da cunha salina. Como consequência, a

salinidade da água aumenta em direção litoral e em profundidade. Este fenômeno sofre influência da ocupação na região, pois a exploração do aquífero pelos moradores agrava a tendência à salinização, que sob condições naturais já ocorre no município de Búzios em função do déficit hídrico.

4. MÉTODOS E TÉCNICAS

A pesquisa em hidrogeologia tem o mesmo significado que a investigação ou a exploração, podendo ser definida como o conjunto de operações ou estudos, que permitem a localização e a caracterização de aquíferos, dos quais se pode obter água em quantidade e qualidade adequada ao fim pretendido (FEITOSA & FEITOSA, 2008).

De acordo com a especificidade, é possível dividir a hidrogeologia em dois grandes grupos: Hidrogeologia Quantitativa e Hidrogeologia Qualitativa. No entanto, em função da litologia dos reservatórios, pode-se dividir a hidrogeologia em três categorias: Hidrogeologia Clássica, Hidrogeologia de Meios Fissurados e Hidrogeologia de Meios Cársticos (FEITOSA & FEITOSA, 2008).

Esta pesquisa iniciou-se com a hipótese de que o Mangue de Pedra seria viabilizado e sustentado pela presença de um aquífero existente na encosta das paleofalésias e na base da praia, formados por sedimentos clásticos da Formação Barreiras, cuja principal área de infiltração seria nas paleofalésias e a descarga ocorreria ao nível do mar, alterando a salinidade da água localmente, na região de ocorrência do manguezal (MANSUR, et al, 2006).

Para provar esta hipótese adotou-se a metodologia da Hidrogeologia Clássica, a qual é utilizada para estudos de aquíferos em meios porosos ou granulares, isto é, constituídos por arenitos ou similares.

Foram feitas cinco campanhas de campo para aquisição de dados e monitoramento, perfazendo um total de seis dias de atividades *in loco*. Estes campos ocorreram ao longo do período de oito meses e geraram um volume considerável de dados, os quais foram tabelados, plotados em mapas e gráficos. Os dados obtidos foram analisados, produzindo as informações discutidas no capítulo referente aos resultados.

As atividades de campo foram planejadas e realizadas da forma a seguir: (a) o primeiro trabalho de campo teve como objetivo o reconhecimento da geologia regional e local; (b) o segundo foi destinado ao reconhecimento da hidrogeologia local com medidas de pH, potencial de oxi-redução e condutividade elétrica realizadas na área do Mangue de Pedra; (c) no terceiro trabalho de campo foram feitas medidas de qualidade das águas superficiais e subterrâneas em praias no Cabo de Búzios, no Mangue de Pedra, na foz do rio Una, num riacho cuja foz se dá na praia Rasa e em algumas lagoas da região; (d) no quarto campo foi feito o inventário dos pontos de água e medidas de nível d'água, pH, Eh e condutividade elétrica, além da caracterização do conglomerado que é a rocha mais abundante localmente e que serve de substrato para o mangue; e (e) no quinto campo foi realizado o ensaio de bombeamento e coleta de água para análise química e isotópica, além de monitoramento dos poços (nível d'água, pH, Eh e condutividade elétrica).

As etapas da metodologia estão descritas a seguir:

1. **Levantamento bibliográfico:** síntese e análise crítica de dados disponíveis na literatura quanto aos aspectos geológicos, hidrogeológicos, estratigráficos, estruturais e morfotectônicos, bem como o levantamento de imagens de satélite, fotografias aéreas, notícias de jornais e informações disponíveis na internet.
2. **Criação de acervo bibliográfico:** arquivamento e atualização de informações pertinentes ao tema.
3. **Reconhecimento da Geologia Regional e Local:** campanha de campo na área que compreende o município de Armação de Búzios e seu entorno com o objetivo de reconhecer a geologia regional e local, para um melhor entendimento dos processos que levaram à formação das rochas que servem de substrato para o Mangue de Pedra e abrigam o aquífero local. Nesta atividade foram visitados o manguezal e pontos geológicos importantes,

correlacionando as informações litológicas e estruturais obtidas na bibliografia com as observações em campo.

4. **Reconhecimento da Hidrogeologia Regional e Local:** campanha de campo na qual foram feitos dois furos a trado na região do Mangue de Pedra, um na área ocupada pelo manguezal e outro na face da praia Gorda, onde foram obtidas medidas *in situ* de parâmetros físico-químicos (pH, potencial de oxidação-redução – ORP e condutividade elétrica – CE), através de sensores portáteis fabricados pela empresa Hanna Instruments Brasil; além de medidas de nível d'água, usando medidor automático de nível d'água e trena portátil, como ilustrado nas fotos da Figura 13.



Figura 13: Fotos da execução dos furos a trado feito na área de estudo e das medidas de nível d'água. **Legenda:** (a) Furo a trado na área do manguezal; (b). Medição do nível d'água com medidor automático; (c). Medição do nível d'água com trena portátil.

Na terceira campanha de campo para reconhecimento da hidrogeologia regional e local, foram realizadas aquisições *in situ* de parâmetros físico-químicos (pH, potencial de oxidação-redução – ORP e condutividade elétrica – CE), através de sensores portáteis da Hanna Instruments Brasil, do medidor multiparâmetros (CE, TDS, NaCl e, T°) da mesma empresa, em praias do Cabo de Búzios, na região do Mangue de Pedra, na foz do rio Una e do riacho da praia Rasa, bem como, nas Lagoas de Araruama, do Canto, da Ferradura e de Geribá, com o objetivo de gerar dados comparativos e obter uma visão panorâmica das águas superficiais e subterrâneas, doces e salgadas no município de Armação dos Búzios.

Todos os pontos obtidos em campo foram georreferenciados através do uso de GPS (*Global Positioning System*) da Garmin e-trex (Figura 14), no Datum SAD 69, e plotados na base cartográfica do município de Armação dos Búzios, utilizando o *Software ArcGis for desktop* versão 10.2. Para gerar os mapas de isovalores foi utilizado o *IDW* na ferramenta *Interpolation* da extensão *Spacial Analyst Tools* do *Software ArcGis for desktop* versão 10.2.

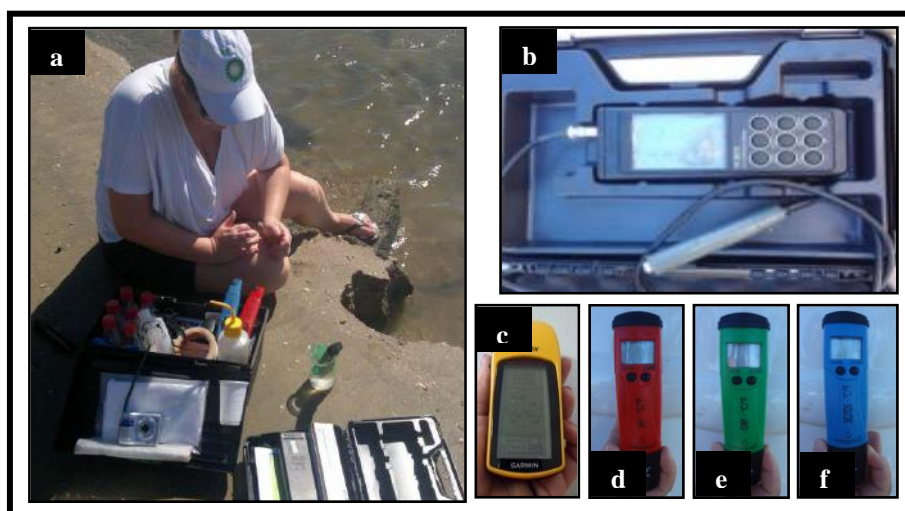


Figura14: Equipamentos usados para aquisição dos dados em campo.

Legenda: (a) Leitura dos Parâmetros Físico-Químicos *in situ*; (b) Medidor multiparâmetros de CE, TDS, NaCl e, T° da Hanna; (c) GPS da Garmin (d) Medidor portátil de pH Hanna; (e) Medidor portátil de potencial de oxidação-redução – ORP da Hanna e (f) Medidor portátil de condutividade elétrica – CE/TDS da Hanna.

5. **Inventário de Pontos d'Água:** campanhas de campo para cadastramento de poços e medições *in situ* do nível d'água, com o uso de trena portátil, e de parâmetros físico-químicos (pH, potencial de óxido-redução – ORP e condutividade elétrica – CE), através de sensores portáteis da Hanna Instruments Brasil e também com o uso do medidor multiparâmetros (CE, TDS, NaCl e, T°C) da mesma empresa.

Durante o inventário foi aplicado um questionário aos moradores dos bairros da Rasa e do Arpoador da Rasa que possuíam poços. Estes dois bairros foram escolhidos por estarem localizados no entorno do Mangue de Pedra, mais especificamente, na bacia hidrográfica drenante para a área do mangue e seus arredores, conforme ilustrado na Figura 15. Os questionários aplicados contam com informações sobre: localização, aspectos de uso, características hidráulicas/construtivas do poço, além das observações e medidas feitas *in loco*, as quais estão disponíveis para consulta no Apêndice C.



Figura 15: Mapa de localização dos bairros onde foi realizado o cadastramento de poços durante o inventário dos pontos d'água (Fonte: GOOGLE EARTH, imagem 2013).

6. **Monitoramento dos Parâmetros Físico-Químicos:** campanhas de campo para repetição de medidas nos poços cadastrados e de pontos d'água selecionados na região do Mangue de Pedra, permitindo avaliar o comportamento da água subterrânea ao longo do tempo e em diferentes épocas do ano (agosto e novembro de 2012).

Os dados medidos em campo foram utilizados para a elaboração de tabelas e gráficos no software Excel e para a construção de Diagrama de Eh x pH, incluindo os limite de campos de estabilidade da água e ambientes naturais, com o auxílio do software Corel Draw X6.

7. **Análise Química e Isotópica:** campanha de campo para coleta de nove amostras de água em poços e pontos d'água selecionados, as quais foram enviadas ao Laboratório de Caracterização de Águas do Departamento de Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, que fez as análises químicas e para o Laboratório do Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD, que realizou análises isotópicas para identificação da assinatura geoquímica da água subterrânea do aquífero.

As amostras enviadas para análise foram coletadas em campo, acondicionada em recipiente estéril próprio e mantidas em caixa térmica resfriada (Figura 16) até serem entregues no laboratório onde foram determinados os seguintes parâmetros: pH a 25°C; condutividade a



25°C ($\mu\text{S}/\text{cm}$); resíduo de evaporação a 180°C (mg/L); dureza total em CaCO_3 (mg/L); dureza permanente em CaCO_3 (mg/L); dureza temporária em CaCO_3 (mg/L); carbonato (mg/L de CO_3^{2-}); bicarbonato (mg/L de HCO_3^-); alcalinidade total (mg/L de CaCO_3); cloreto (mg/L); sulfato (mg/L); sódio (mg/L); potássio (mg/L); cálcio (mg/L) e magnésio (mg/L) – ver resultados das análises e metodologia utilizada nos Apêndices B e Anexo II, respectivamente.

Figura16: Amostras enviadas para Análise Química e Isotópica.

A partir dos resultados das análises químicas e isotópicas foram elaboradas tabelas e gráficos no software Excel, construídos Diagramas de Piper e Diagrama Logaritmo de Schoeller-Berkaloff, através da tabela Easy_Quim, elaborada por Enric Vázquez Suñé em 1999 e atualizada em 2001, e confeccionado gráfico da razão isotópica ($\delta^{18}\text{O}/\delta\text{D}$) em relação a Reta Meteórica Local para fins de caracterização hidrogeoquímica da região.

8. **Ensaio de Bombeamento:** campanha de campo com realização de teste de aquífero para determinação de alguns dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero. Para isto, foi escolhido o único poço tubular identificado na área (poço 4), no qual foi medida a vazão, através do método volumétrico [Vazão=(volume/tempo) em L^3/s], e acompanhado o rebaixamento do nível d'água mediante o bombeamento contínuo por um período de 1 hora, mantendo-se a vazão constante. Para a realização do teste foi utilizada a bomba já existente no poço (Bomba Eletroplas – Modelo: MBAS-50nx) e foram feitas 20 medições de variação do nível da água (NA), em intervalos de tempo crescente, utilizando o medidor automático de nível d'água, como ilustrado na Figura 17.

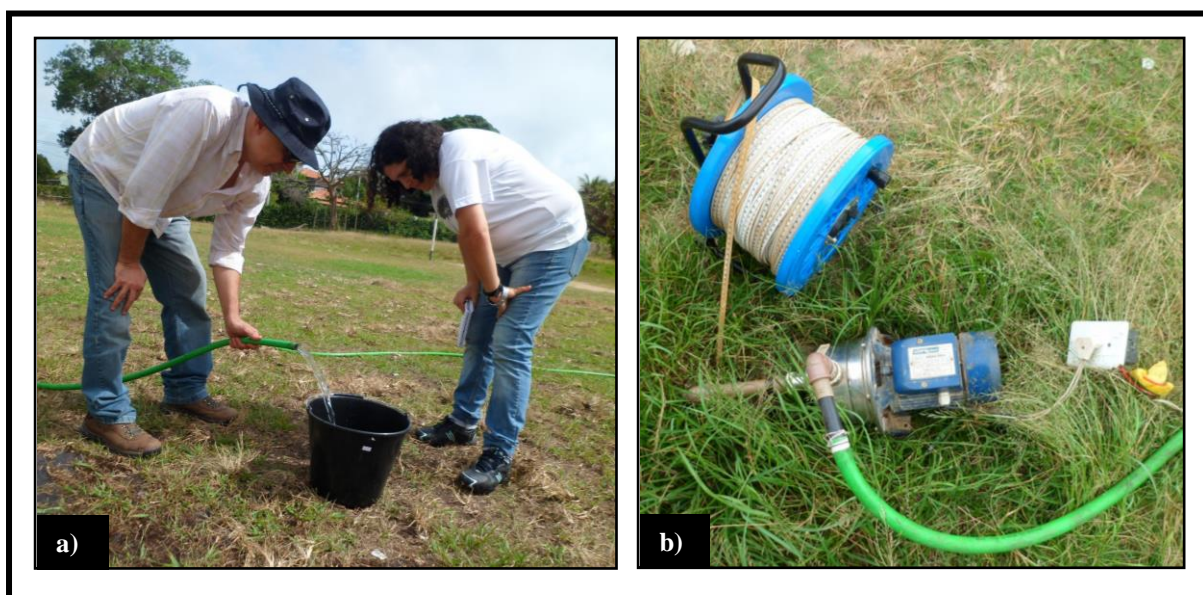


Figura 17: Equipamentos usados para aquisição dos dados em campo. **Legenda:** (a) Teste de Vazão; (b) Teste de Bombeamento.

Também, foi observado o comportamento de um poço de controle situado a cerca de 20 metros de distância do poço bombeado, porém por ser do tipo caçamba, com um grande diâmetro, não apresentou variação significativa no nível d'água durante o ensaio de bombeamento. A partir dos resultados do teste de bombeamento foram elaboradas tabelas e gráficos no software AquiferTest para fins de caracterização do meio físico em subsuperfície.

9. **Tratamento dos dados:** ao longo do período de oito meses adquiriu-se dados em cinco campanhas de campo, os quais foram tabelados e processados através dos programas específicos, como descrito nas etapas anteriores, que geraram informações para subsidiar a confecção de relatório técnico-científico.

10. **Confecção do relatório técnico-científico:** análise dos dados, interpretação das informações e confecção de relatório técnico científico.

5. RESULTADOS

5.1. Qualidade da Água

No período de oito meses foram realizadas cinco campanhas de campo, em seis dias, com a aquisição de quarenta e seis medidas de parâmetros físico-químicos, nove análises químicas e isotópicas, e, doze poços cadastrados durante o inventário de pontos d'água. Todos os dados foram tabelados e estão disponíveis no Apêndice B.

A distribuição espacial dos locais onde foram realizadas medidas e os pontos d'água cadastrados pode ser visualizada na ilustração da Figura 18. Observa-se que a região do Mangue de Pedra concentra o maior número de pontos, por ser objeto desta pesquisada, já as medidas realizadas no Cabo de Búzios e na Lagoa de Araruama têm por finalidade gerar dados comparativos.



Figura 18: Distribuição espacial dos locais onde foram realizadas medidas *in situ* (Fonte: GOOGLE EARTH, imagem 2013).

Todos os pontos nos quais foram realizadas medidas *in situ* estão plotados no Mapa de Localização de Pontos (Figura 19), com exceção do Ponto de coleta na Lagoa de Araruama, pois está localizado no fuso 23K e localizado no município de São Pedro da Aldeia, fora dos domínios no município de Armação dos Búzios. Como citado, as medidas neste ambiente hipersalino teve como objetivo, somente, gerar dados comparativos. Deste modo, o Mapa de Localização de Pontos, possui 45 pontos no município de Armação dos Búzios e na fronteira com o município de Cabo Frio. Os pontos estão distribuídos na área de estudo, onde foram realizadas 13 medidas no Mangue de Pedra e 12 poços inventariados nos Bairros da Rasa e Arpoador da Rasa. Além, de 20 pontos localizados em praias, no Cabo de Búzios e nas lagoas do município.

Para fins de análise, foi delimitado um polígono no município de Armação dos Búzios, tendo como base o Mapa de Localização de Pontos (Figura 19). O Mapa da Área de Estudo (Figura 20) abrange os 12 poços inventariados, 13 medidas na área do Mangue de Pedra e seu entorno. Este mapa, excluindo as medidas realizadas nas praias, serviu de base para gerar os Mapas de Isovalores para Sólidos Totais Dissolvidos (TDS_g/L) (Figura 21); Condutividade Elétrica (CE_mS/cm) (Figura 22), Percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl) (Figura 23), pH (Figura 32) e Potencial de Oxi-Redução (ORP_Eh) (Figura 34).

Os Mapas de Isovalores para Sólidos Totais Dissolvidos; Condutividade Elétrica e Percentual de Cloreto de Sódio (Figura 21, 22, e 23, respectivamente), mostram uma tendência de aumento nos valores dos poços inventariados em direção ao litoral na região do Mangue de Pedra. Os menores valores ocorrem nos poços, nas nascentes e no furo a trado no mangue e os maiores no furo a trado na face da praia Gorda (ponto 7) e no Lajedo da Brecha (pontos 10, 11 e 12, caracterizados pelo conglomerado). Isto é devido ao aumento de salinidade pela adição de sais ao longo do percurso da água no aquífero da região de recarga até o exutório,

pela mistura da água do mar com a água de descarregada do aquífero na região da praia e pela influência do “spray” salino no litoral.

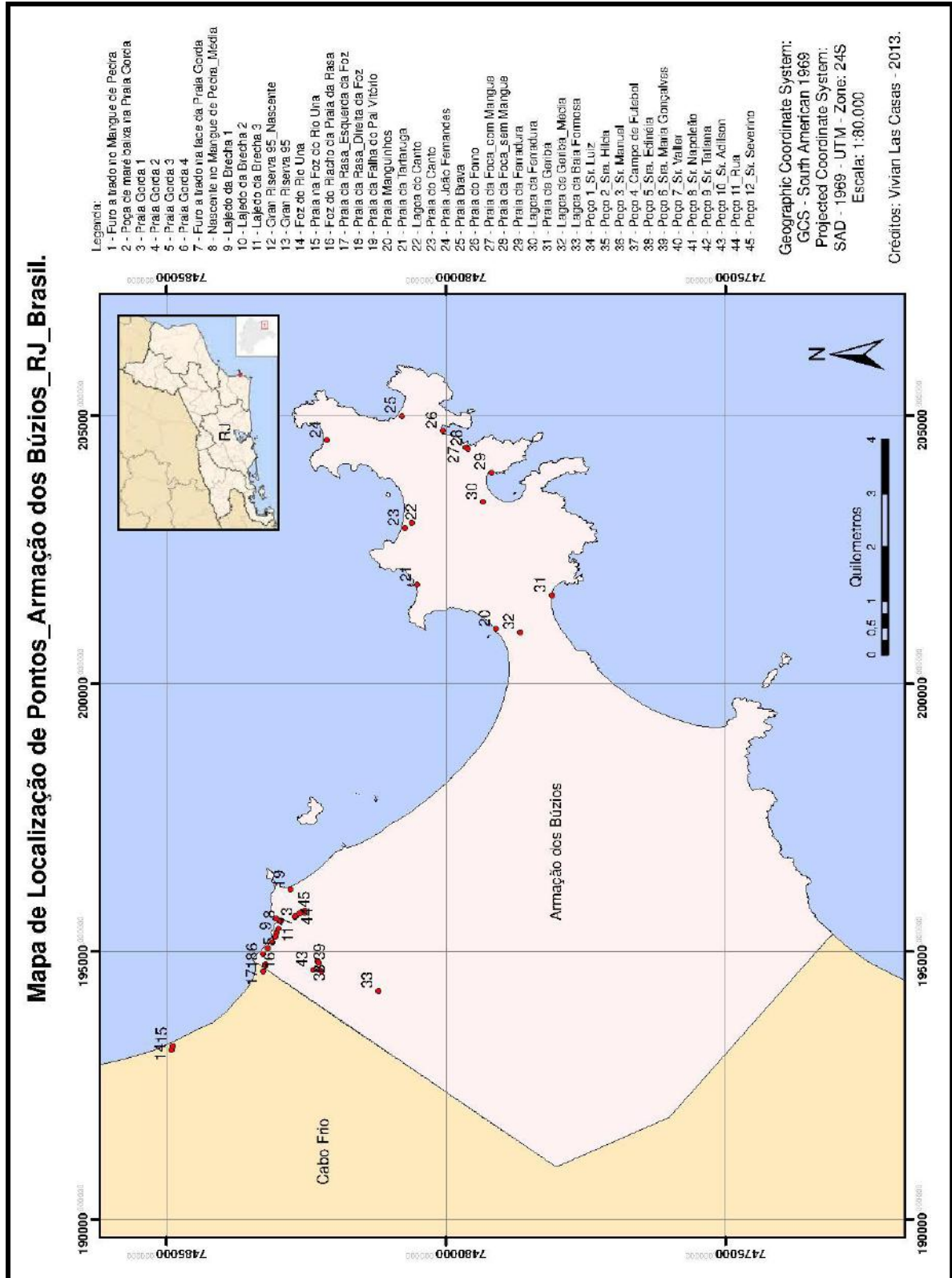


Figura 19: Mapa de Localização de Pontos – Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

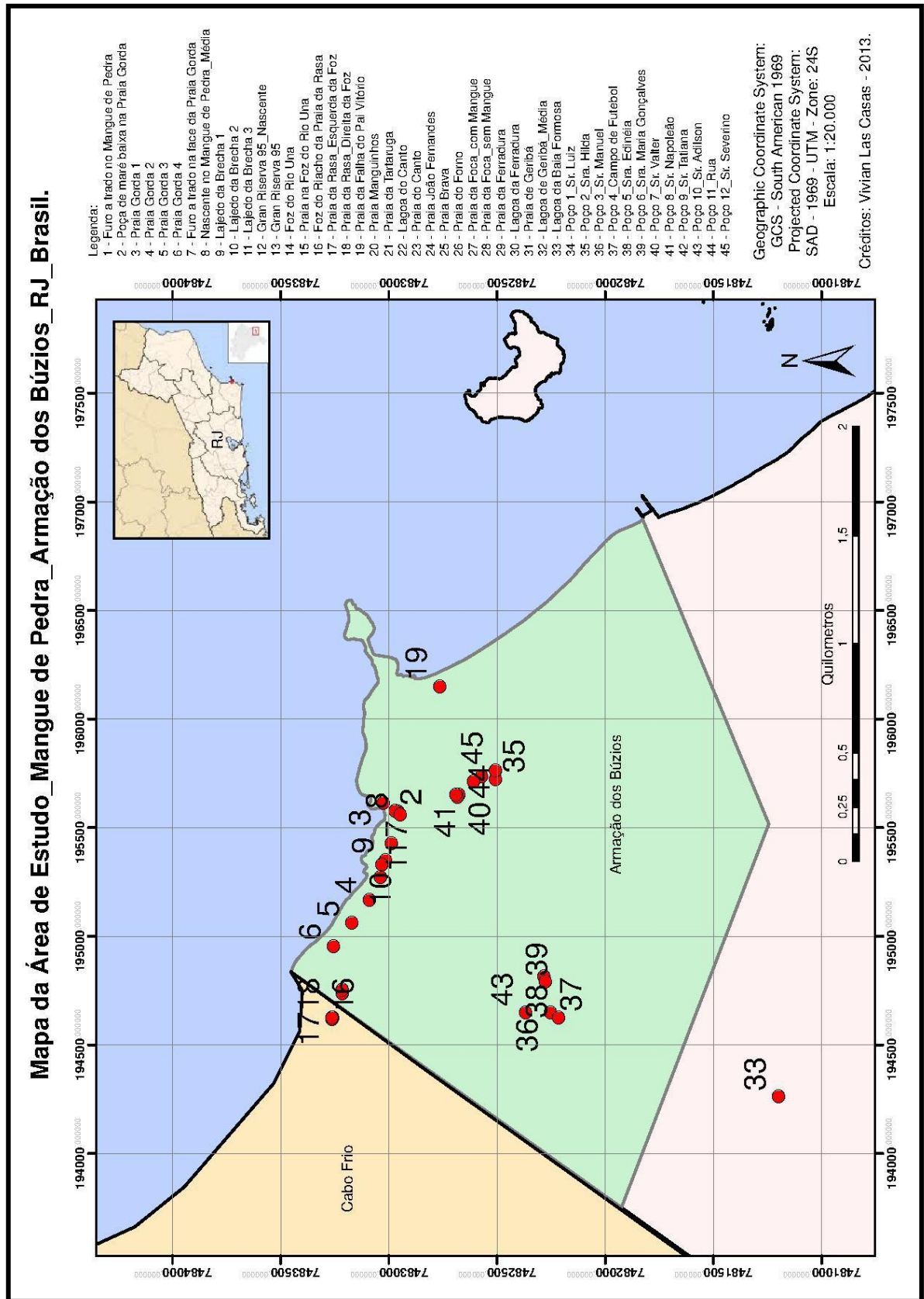


Figura 20: Mapa da Área de Estudo – Mangue de Pedra _ Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

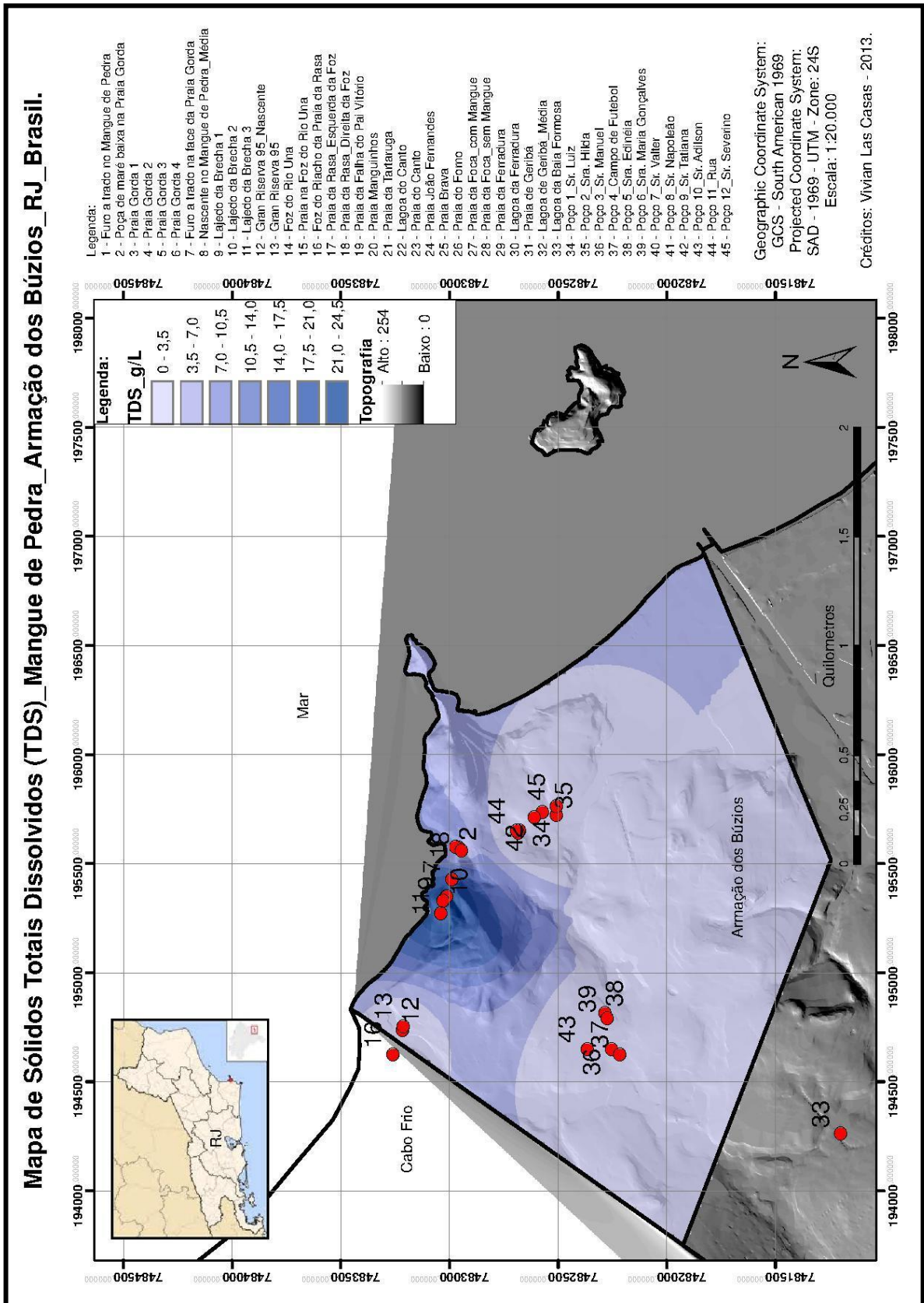


Figura 21: Mapa de Isovalores – Sólidos Totais Dissolvidos (TDS_g/L) – Mangue de Pedra_Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

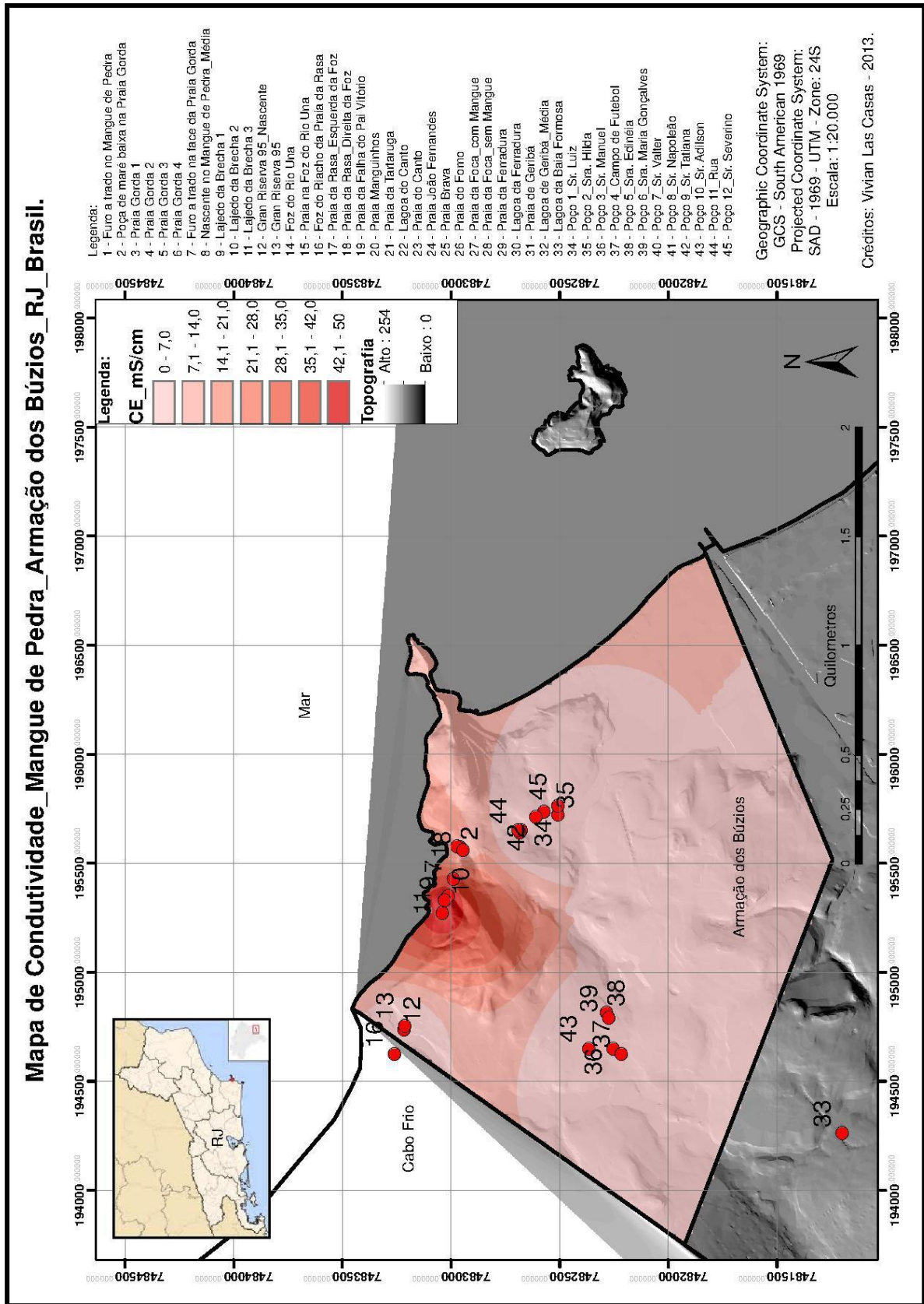


Figura 22: Mapa de Isovalores – Condutividade Elétrica (CE_mS/cm) – Mangue de Pedra _ Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

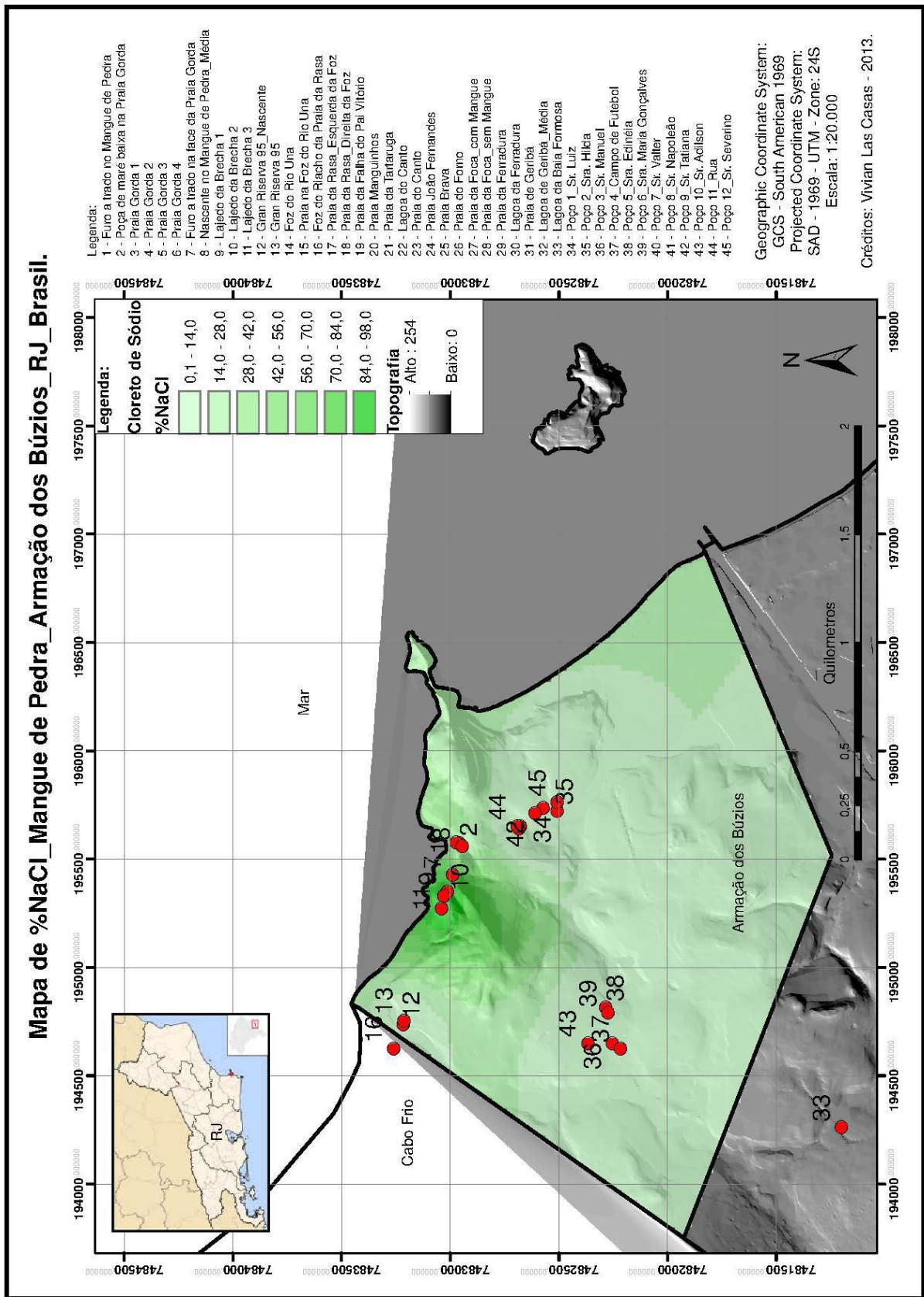


Figura 23: Mapa de Isovalores – Percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl) – Mangue de Pedra _ Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

Utilizando as 46 medidas de parâmetros físico-químicos realizadas em campo, foram gerados gráficos comparativos com valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS – g/L), Condutividade Elétrica (CE – mS/cm) e Percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl), separados por grupos. O Grupo 1 corresponde aos dados obtidos na região do Mangue de Pedra, excluindo as nascentes e os poços cadastrados, os quais foram tratados separadamente. O Grupo 2 inclui as praias do Cabo de Búzios, além da Foz do rio Una e do riacho da Rasa e o Grupo 3 abrange as lagoas de Búzios e a Lagoa de Araruama (Figuras 24, 25 e 26).

Os gráficos comparativos com os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS – g/L), Condutividade Elétrica (CE – mS/cm) e percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl) (Figuras 24, 25 e 26), ilustram uma relação direta entre esses três parâmetros. Esta relação já era esperada, pois os Sólidos Totais Dissolvidos constituem a soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água, apresentando relação direta com a condutividade elétrica, que mede a facilidade da água conduzir a corrente elétrica, a qual está diretamente ligada com o teor de sais dissolvidos sob a forma de íons.

No Grupo 1 (Figura 24), os dados obtidos na região do Mangue de Pedra mostram que os menores valores correspondem às medidas realizadas nos furos à trado feitos no Mangue de Pedra (Ponto 1) e na face da Praia Gorda (Ponto 7), em relação às medidas maiores obtidas na poça de maré (Ponto 2) e em diversos pontos ao longo da Praia Gorda (Pontos 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11).

A salinidade refere-se à quantidade total de sais minerais dissolvidos na água e pode ser determinada como Sólidos Totais Dissolvidos ou como Sais Totais Dissolvidos. Nas análises de qualidade, a salinidade pode aparecer em unidades de concentração (ppm, mg/L, g/L) ou de condutividade elétrica. Sabe-se que, a água do mar apresenta uma salinidade média próxima de 35, o que significa que para cada litro de água, 35 gramas correspondem aos sais dissolvidos, sendo a maior parte composta de Cloreto de Sódio. Nos oceanos a salinidade varia

normalmente entre 33 a 37, podendo ser mais baixa, entre 28 e 29, nas regiões costeiras, por influência da dissolução promovida pelo aporte de água doce continental.

O gráfico da Figura 24 mostra que todos os pontos na região do Mangue de Pedra apresentam valores inferiores à salinidade média da água do mar, porém, por se tratar de uma área costeira esperava-se valores entre 28 e 29 gramas de sais dissolvidos por litro de água, mas o maior valor obtido em campo foi de 25,20 TDS g/L na praia Gorda (Ponto 6) e o menor valor de 2,42 TDS g/L no furo à trado no Mangue de Pedra (Ponto 1). Os valores de Sólidos Totais Dissolvidos para o primeiro grupo variaram de 21,4 a 25,20 TDS g/L nas medidas realizadas ao longo da praia Gorda (Pontos 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11), passando por 18,7 TDS g/L para o furo à trado na face da praia Gorda (Ponto 7), 15,80 TDS g/L poça de maré (Ponto 2) e 2,42 TDS g/L no furos à trado feitos no Mangue de Pedra (Ponto 1).

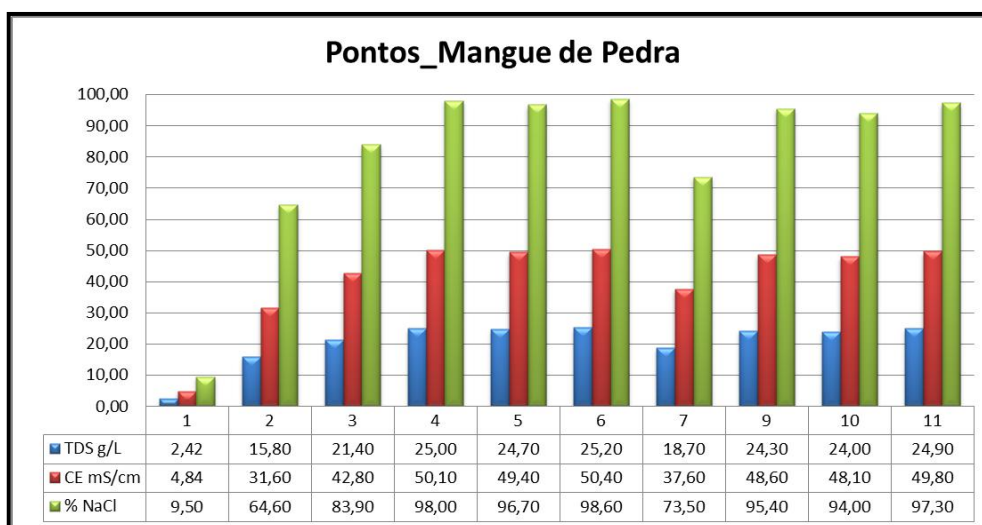


Figura 24: Gráficos comparativos com os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS – g/L), Condutividade Elétrica (CE – mS/cm) e percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl) – Grupo 1 – Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

No Grupo 2 (Figura 25), os dados das praias do Cabo de Búzios, da foz do rio Una e do riacho da Rasa, mostram que os menores valores correspondem às medidas realizadas na foz do riacho na praia da Rasa (Ponto 16), na foz do rio Una (Ponto 14), na praia na foz do rio Una (Ponto 15) e na praia da Rasa à direita da foz do riacho (Ponto 18), em relação às maiores

medidas obtidas na praia da Rasa à esquerda da foz do riacho (Ponto 17), na praia da Falha do Pai Vitório (Ponto 19) e nas praias do Cabo de Búzios (Pontos 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 31).

No gráfico da Figura 25 pode-se observar que todos os pontos nas praias do Cabo de Búzios, na foz do rio Una e no riacho da Rasa apresentam valores inferiores à salinidade média da água do mar e também das áreas costeiras. O maior valor obtido em campo foi de 25,30 TDS g/L na praia da Foca com mangue (Ponto 27) e o menor valor de 1,43 TDS g/L na foz do riacho da praia da Rasa (Ponto 16). Os valores de Sólidos Totais Dissolvidos para o segundo grupo variaram de 21,40 a 25,30 TDS g/L nas medidas realizadas na praia da Rasa à esquerda da foz do riacho, na praia da Falha do Pai Vitório e nas praias do Cabo de Búzios (Pontos 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 31), passando por 13,60 TDS g/L na praia da Rasa à direita da foz do riacho (Ponto 18), 12,76 TDS g/L na praia na foz do rio Una (Ponto 15), 6,51 TDS g/L na foz do rio Una (Ponto 14) e 1,43 TDS g/L na foz do riacho na praia da Rasa (Ponto 16).

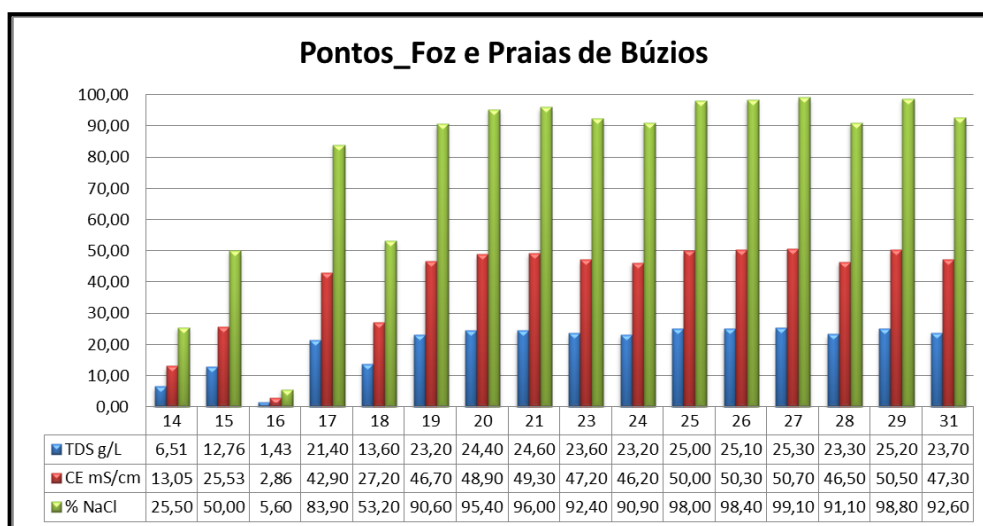


Figura 25: Gráficos comparativos com os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS – g/L), Condutividade Elétrica (CE – mS/cm) e percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl) – Grupo 2 – Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

No Grupo 3 (Figura 26), os dados obtidos nas lagoas de Búzios e de Araruama, mostram que os menores valores correspondem à medida realizada na lagoa do Canto (Ponto 22) e os maiores na lagoa da Baía Formosa (Ponto 33), onde não foi medido o parâmetro de percentual de Cloreto de Sódio, devido a problemas operacionais. Deve-se destacar que a lagoa de Araruama extrapola os valores do gráfico por se tratar de um ambiente hipersalino, sendo o maior ecossistema lagunar hipersalino em estado permanente do mundo, e foi incluída no gráfico apenas a título de comparação.

O gráfico da Figura 26 ilustra que todos os pontos nas lagoas de Búzios, apresentam valores inferiores à salinidade média da água do mar e também das áreas costeiras. O maior valor obtido em campo foi de 1,93 TDS g/L na lagoa da Baía Formosa (Ponto 33) e o menor valor de 0,54 TDS g/L na lagoa do Canto (Ponto 22). Nas lagoas da Ferradura e de Geribá os valores obtidos foram de 1,03 e 1,47 TDS g/L, respectivamente. Na lagoa de Araruama os sólidos totais dissolvidos atingiram 32,90 TDS g/L, com 128,70 % NaCl e condutividade elétrica de 65,70 mS/cm, constituindo os maiores valores obtidos para os três parâmetros dentre as 46 medidas realizadas durante as campanhas de campo.

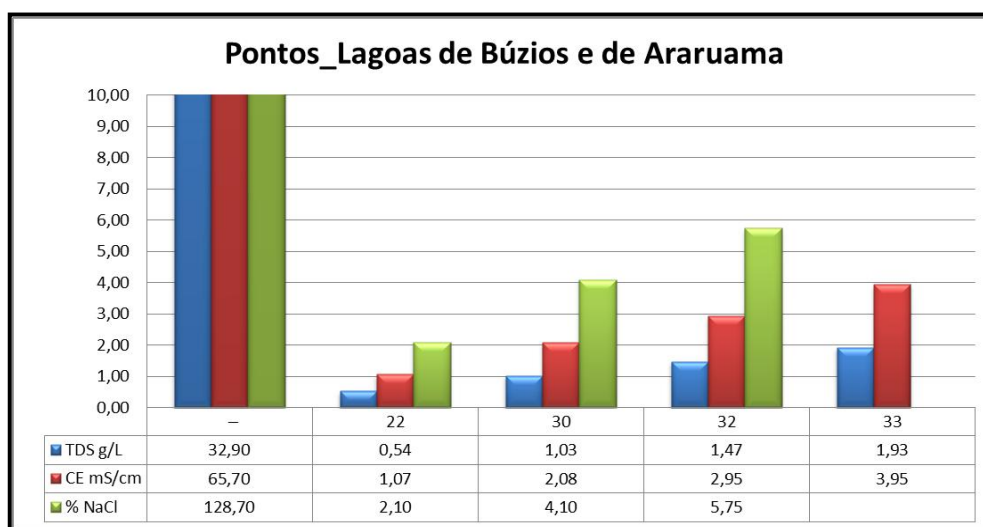


Figura 26: Gráficos comparativos com os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS – g/L), Condutividade Elétrica (CE – mS/cm) e percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl) – Grupo 3 – Armação dos Búzios – RJ – Brasil. O ponto nem número é a Lagoa de Araruama.

Durante as campanhas de campo foram identificadas duas nascentes, na região do Mangue de Pedra (Figura 27). A primeira está localizada na parte mais baixa da trilha que dá acesso ao Mangue de Pedra na praia Gorda (Ponto 8) e a segunda localiza-se na região do empreendimento imobiliário Gran Reserva 95 (Pontos 12 e 13). Observou-se que estes olhos d'água não secam ao longo do ano, mesmo nas estações secas, apesar do município estar localizado em região com clima árido quente, com baixa pluviosidade anual e, conseqüentemente, deficit hídrico, o que resulta na baixa recarga dos aquíferos.

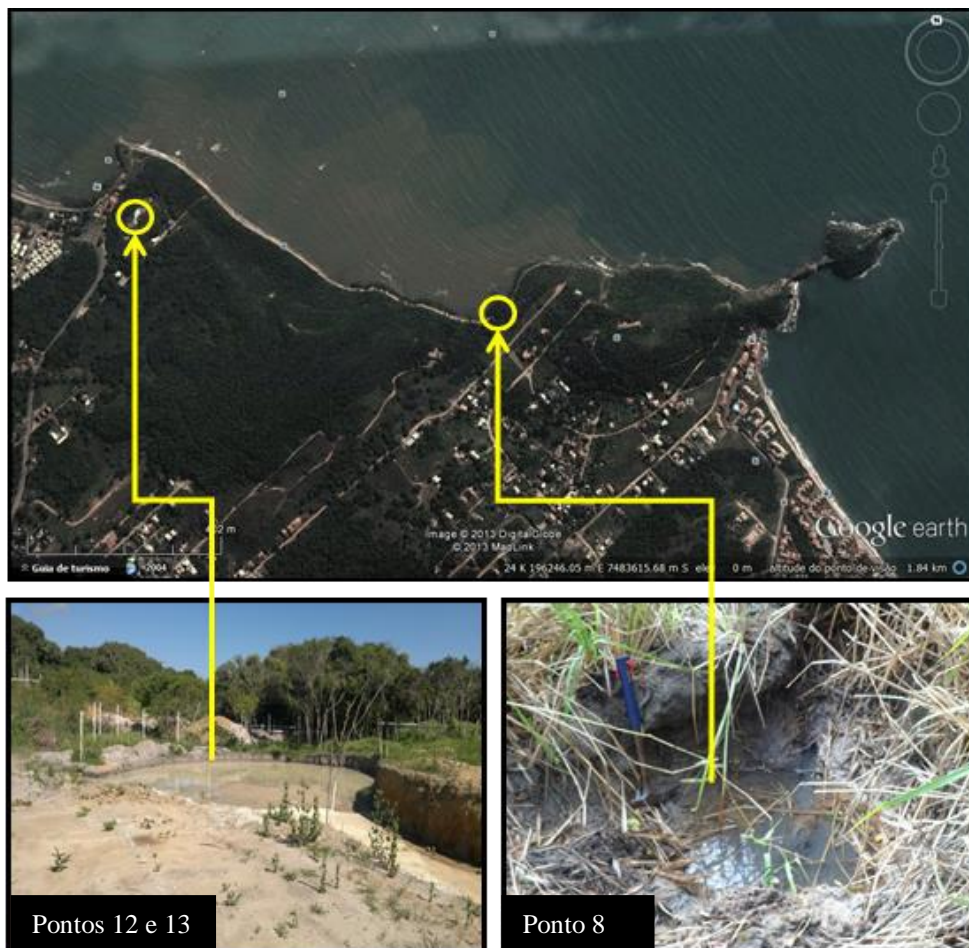


Figura 27: Localização das nascentes cadastradas na região do Mangue de Pedra e vista dos olhos d'água (Fonte: Google Earth, imagem 2013).

Nas nascentes (Figura 28), os dados obtidos em campo mostram que os menores valores correspondem às medidas realizadas na nascente localizada na região do empreendimento imobiliário Gran Reserva 95, em dois pontos distintos (Pontos 12 e 13), e os maiores valores

ocorrem na nascente presente na trilha de acesso ao Mangue de Pedra (Ponto 8). Porém, a análise do gráfico (Figura 28) ilustra que todos os pontos apresentam valores muito inferiores à salinidade média da água do mar e também das áreas costeiras. O maior valor obtido em campo foi de 1,93 TDS g/L na nascente do Mangue de Pedra (Ponto 8) e os menores valores são de 0,45 TDS g/L e de 0,60 TDS g/L na nascente localizada na região do empreendimento imobiliário. Estes dados indicam que a nascente localizada na região do empreendimento imobiliário sofre maior influência das águas continentais do que a nascente localizada da trilha de acesso ao Mangue de Pedra e ambas apresentam uma baixíssima interferência da água salgada.

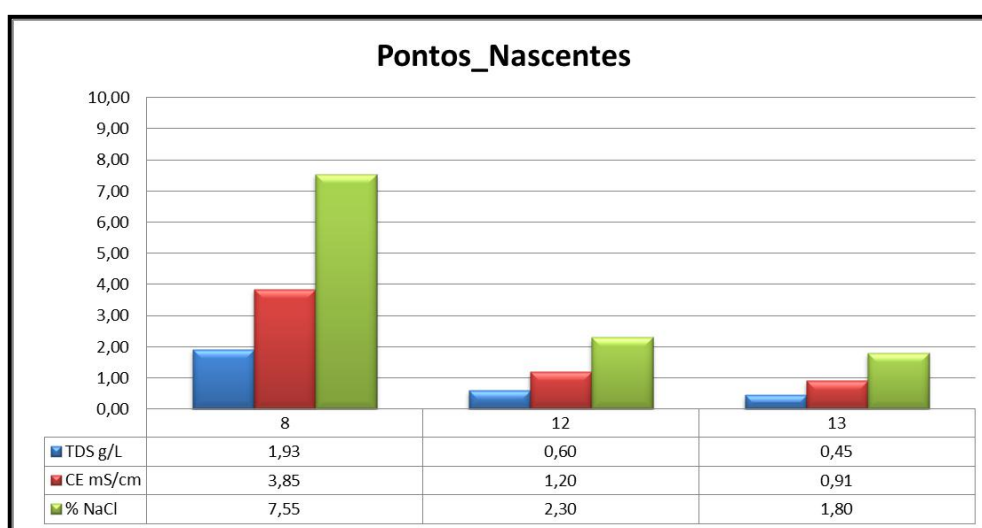


Figura 28: Gráficos comparativos com os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS – g/L), Condutividade Elétrica (CE – mS/cm) e percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl) – Nascentes – Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

No decorrer das campanhas de campo foi realizado um inventário de pontos d'água, com doze poços cadastrados e aplicação de questionário aos moradores dos bairros da Rasa e do Arpoador da Rasa, além de medidas *in situ* dos parâmetros físico-químicos e profundidade do nível estático. Apenas um poço cadastrados havia sido desativado e aterrado, impossibilitando as medidas de pH, potencial de oxidação-redução – ORP, condutividade elétrica – CE e nível

d'água, os outros onze poços estavam ativos ou parcialmente desativados, como pode ser observado na Figura 29 e nos questionários disponíveis no Apêndice C.



Figura 29: Poços cadastrados durante o inventário de pontos d'água nos bairros da Rasa e do Arpoador da Rasa, com medidas *in situ* dos parâmetros físico-químicos.

A análise do gráfico da Figura 30 ilustra que, de todos os poços inventariados, com exceção do poço 5 (Ponto 38), onde não foram realizadas medidas *in situ*, o que apresenta os menores valores de sólidos totais dissolvidos (TDS g/L), percentual de Cloreto de Sódio (% NaCl) e condutividade elétrica (mS/cm) é o poço 6 (Ponto 39) no bairro da Rasa e os maiores valores ocorrem no poço 7 (Ponto 40) no bairro do Arpoador da Rasa. Todos os poços apresentaram valores muito inferiores à salinidade média da água do mar e também das áreas costeiras. A média dos sólidos totais dissolvidos para os onze poços foi de 0,79 TDS g/L, cujo maiores valores obtidos em campo são de 1,62 TDS g/L e 1,53 TDS g/L no poço 7 (Ponto 40) e poço 11 (Ponto 4), respectivamente, já o menor valor é de 0,30 TDS g/L no poço 6 (Ponto 39).

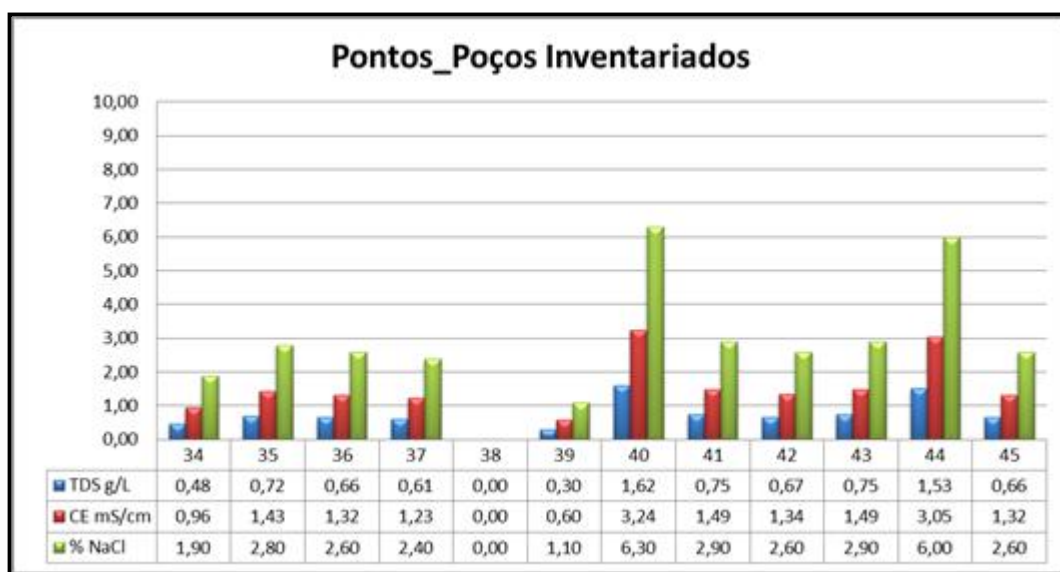


Figura 30: Gráficos comparativos com os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS – g/L), Condutividade Elétrica (CE – mS/cm) e percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl) – Poços Inventariados – Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

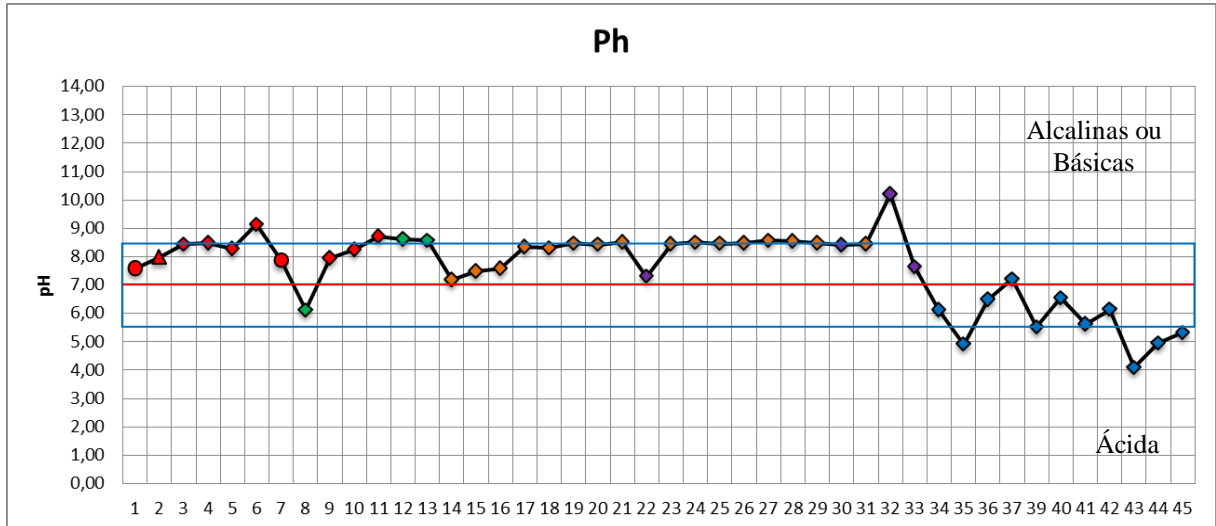
Segundo a Resolução do CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005, que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, temos que: Águas Doces apresentam salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰; Águas Salobras possuem salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰ e Águas Salinas tem salinidade igual ou superior a 30 ‰.

Desta forma, os dados ilustrados nos gráficos comparativos com os valores de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS – g/L), Condutividade Elétrica (CE – mS/cm) e percentual de Cloreto de Sódio (%NaCl) (Figuras 24, 25, 26, 28 e 30) indicam que a água do mar na região do Mangue de Pedra sofre dissolução pelo aporte de água continental e que as águas das nascentes e dos poços cadastrados nos bairros da Rasa e do Arpoador da Rasa possuem água salobra à doce, cujo percentual de contaminação dada pelo sal ocorre possivelmente pelo “spray” marinho, resultante do transporte e dispersão pelo vento das gotas de água salgada, com elevadas concentrações de sais minerais, particularmente de cloreto de sódio. Como os sais em geral não são solúveis no ar atmosférico, o transporte destas gotículas pelo vento, e depois o transporte dos cristais de sal formados pela sua evaporação, constitui o principal mecanismo de transporte aéreo dos sais marinhos. O clima árido quente, os ventos fortes de nordeste e a alta taxa de evaporação na região de Armação dos Búzios favorecem este mecanismo, que parece predominar, já que não foram encontradas evidências da ocorrência de cunha ou intrusão salina, pois não foi constatada a retirada excessiva de água subterrânea pelos proprietários dos poços cadastrados, pelo fato da região ser abastecida de rede de águas administrada pela Prolagos S.A. – Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto.

O pH é a medida da concentração hidrogeniônica da água, sendo controlada pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes. O pH é essencialmente uma função do gás carbônico dissolvido e alcalinidade, ou seja, da capacidade da água de neutralizar ácidos. Ele varia de 1 a 14, sendo neutro com o valor 7, ácido com valores inferiores a 7 e alcalino ou básico com valores superiores a 7 (SANTOS, 2008).

O gráfico de Ph (Figura 31) confeccionado com 44 dos 46 pontos medidos em campo (excluiu-se o poço 5 desativado e a lagoa hipersalina de Araruama), indica que 25% das águas analisadas são ácidas ($\text{pH} < 7$) e 75% são alcalinas ou básicas ($\text{pH} > 7$). As medidas de pH obtidas *in loco* para os onze poços cadastrados mostram que 91% das águas dos poços são

ácidas e, apenas, 9% são alcalinas. O valor médio do pH para esses poços é igual a 5,72, como na maioria das águas subterrâneas que têm pH entre 5,5 e 8,5 (SANTOS, 2008).



Legenda:

Mangue de Pedra

● Furos a trado

▲ Poça de Maré baixa

◆ Praias

◆ Nascentes

◆ Poços Inventariados

◆ Foz e Praias de Búzios

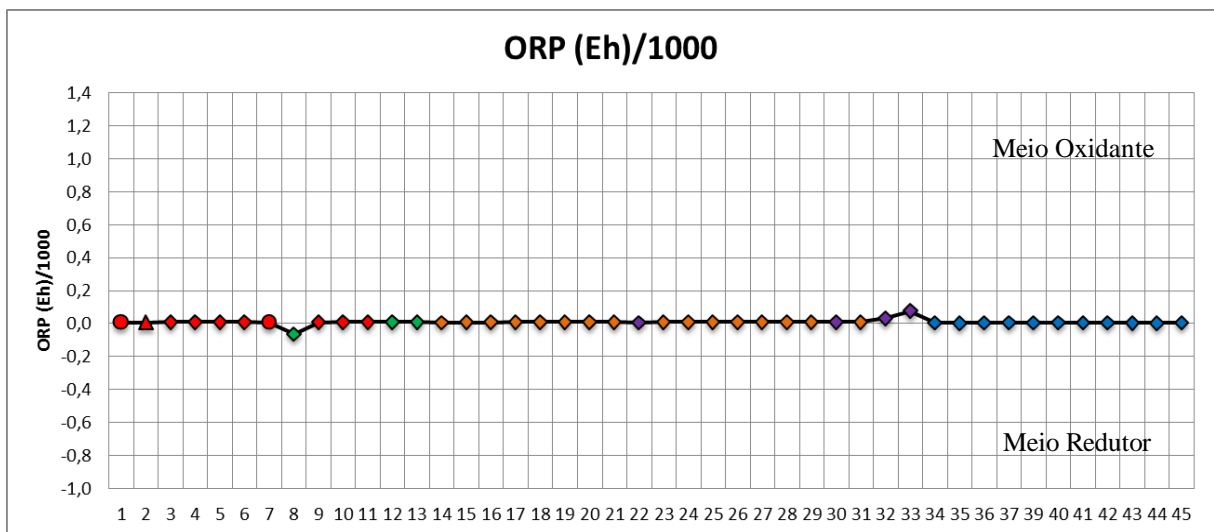
◆ Lagoas de Búzios

Figura 31: Gráficos de pH– Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

A análise do mapa de isovalores para o pH (Figura 32) mostra uma tendência de aumento nos valores em direção ao litoral na região do Mangue de Pedra, sendo que os menores valores ocorrem nos poços inventariados no bairro da Rasa, próximo a área de recarga do aquífero nas Paleofalésias da Formação Barreiras.

As reações de Oxidação-Redução ou Redox são especialmente importantes na hidrogeoquímica. O Eh (ORP ou Potencial Oxi-Redução) determina a característica do ambiente, se redutor ou oxidante. As reações de oxidação-redução ou de redox acontecem pela transferência de elétrons entre reagentes e produtos. Se um elétron é ganho, existe perda de valência positiva ou redução. Por analogia, a oxidação é a perda de elétrons ou de valência negativa. Em geral, o Eh das águas naturais é mais positivo em meio oxidante e negativo no redutor (SANTOS, 2008).

O gráfico de Eh (Figura 33) confeccionado com 44 dos 46 pontos medidos em campo (excluiu-se o poço 5 desativado e a lagoa hipersalina de Araruama), indica que a nascente do Mangue de Pedra (Ponto 8) apresenta Eh negativo, ou seja, está associado à ambiente redutor e a lagoa da Baía Formosa (Ponto 33) possui Eh positivo, associado à meio oxidante. Todos os demais pontos têm valores de Eh muito próximos de zero.



Legenda:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| Mangue de Pedra | ◆ Nascentes |
| ● Furos a trado | ◆ Poços Inventariados |
| ▲ Poça de Maré baixa | ◆ Foz e Praias de Búzios |
| ◆ Praias | ◆ Lagoas de Búzios |

Figura 33: Gráficos de Eh– Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

A análise do mapa de isovalores para o Eh (Figura 34) mostra uma tendência de decréscimo nos valores de Eh dos poços inventariados em direção ao litoral na região do Mangue de Pedra, sendo que o menor valor ocorre na nascente do Mangue de Pedra e os maiores valores nos poços inventariados no bairro do Arpoador da Rasa, próximo a região da Falha do Pai Vitório.

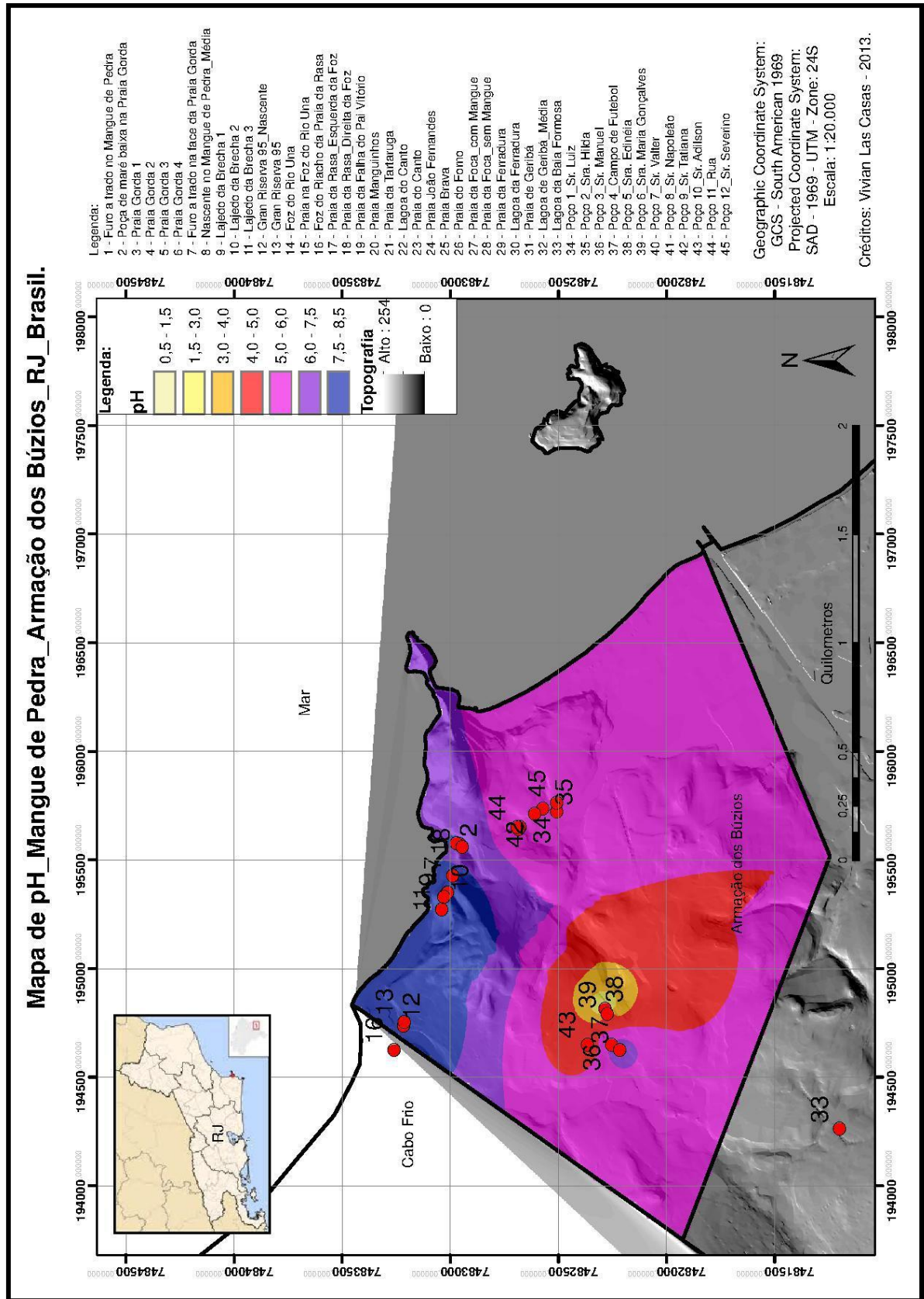


Figura 32: Mapa de Isovalores – pH – Mangue de Pedra _ Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

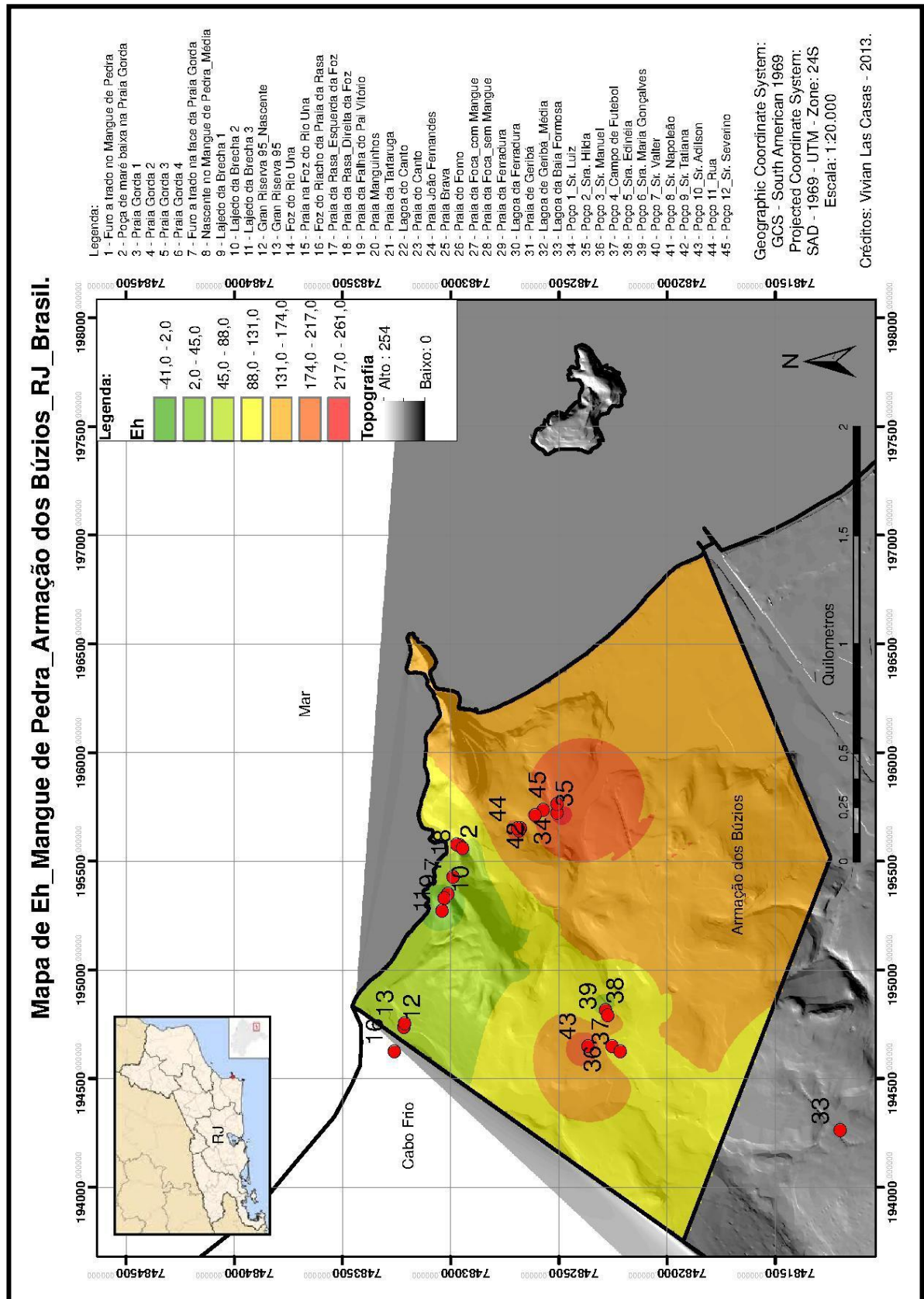


Figura 34: Mapa de Isovalores – Eh – Mangue de Pedra _ Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

As relações entre o Eh e o pH podem ser expressas graficamente na forma do Diagrama de Eh-pH, ilustrando diferentes ambientes. O diagrama mostra os campos de estabilidade para sólidos e/ou espécies aquosas em função do Eh e pH, funcionando como uma boa ferramenta para fazer predições sobre a ocorrência de espécies oxidadas e reduzidas em um ambiente particular no aquífero.

O Diagrama de Eh-pH (Figura 35) confeccionado com 44 dos 46 pontos medidos em campo (excluiu-se a lagoa hipersalina de Araruama), mostra que quase a totalidade das águas analisadas estão dentro do campo do diagrama com valores de pH entre 4 e 9, como a maioria das águas, e com valores de Eh entre -0,059 e 1,22, o que representa o limite inferior e superior de estabilidade da água, respectivamente.

A leitura do gráfico mostra que os poços inventariados e a nascente do Mangue de Pedra estão plotados na área do gráfico associada a um ambiente redutor ácido, enquanto que o restante das amostras, em ambiente mais oxidante básico. A Lagoa de Geribá apresentou um pH bastante elevado, associado no gráfico à ambiente desértico, porém, provavelmente, esta alteração deve-se à contaminação promovida por lançamento de esgotos domésticos, com ou sem tratamento, provocando a redução do oxigênio dissolvido, aumento da turbidez, mudanças do pH, entre outros efeitos. O poço 5 foi desativado e aterrado, não tendo sido realizadas medidas *in locu*, por esse motivo aparece no gráfico com valores igual a zero.

A análise do Diagrama de Eh-pH indica que as águas das praias do Cabo de Búzios estão relacionadas à ambientes caracterizados pela água do mar, já a região do Mangue de Pedra está associada à ambiente caracterizado pela água do mar, porém com presença de águas continentais, as quais promovem a diluição da salinidade, tornando o ambiente salobro. As águas dos poços cadastrados relacionam-se à ambientes com predominância de águas continentais, apresentando maior semelhança com as águas de chuva, o que pode estar relacionado a recarga do aquífero no qual os poços estão alocados.

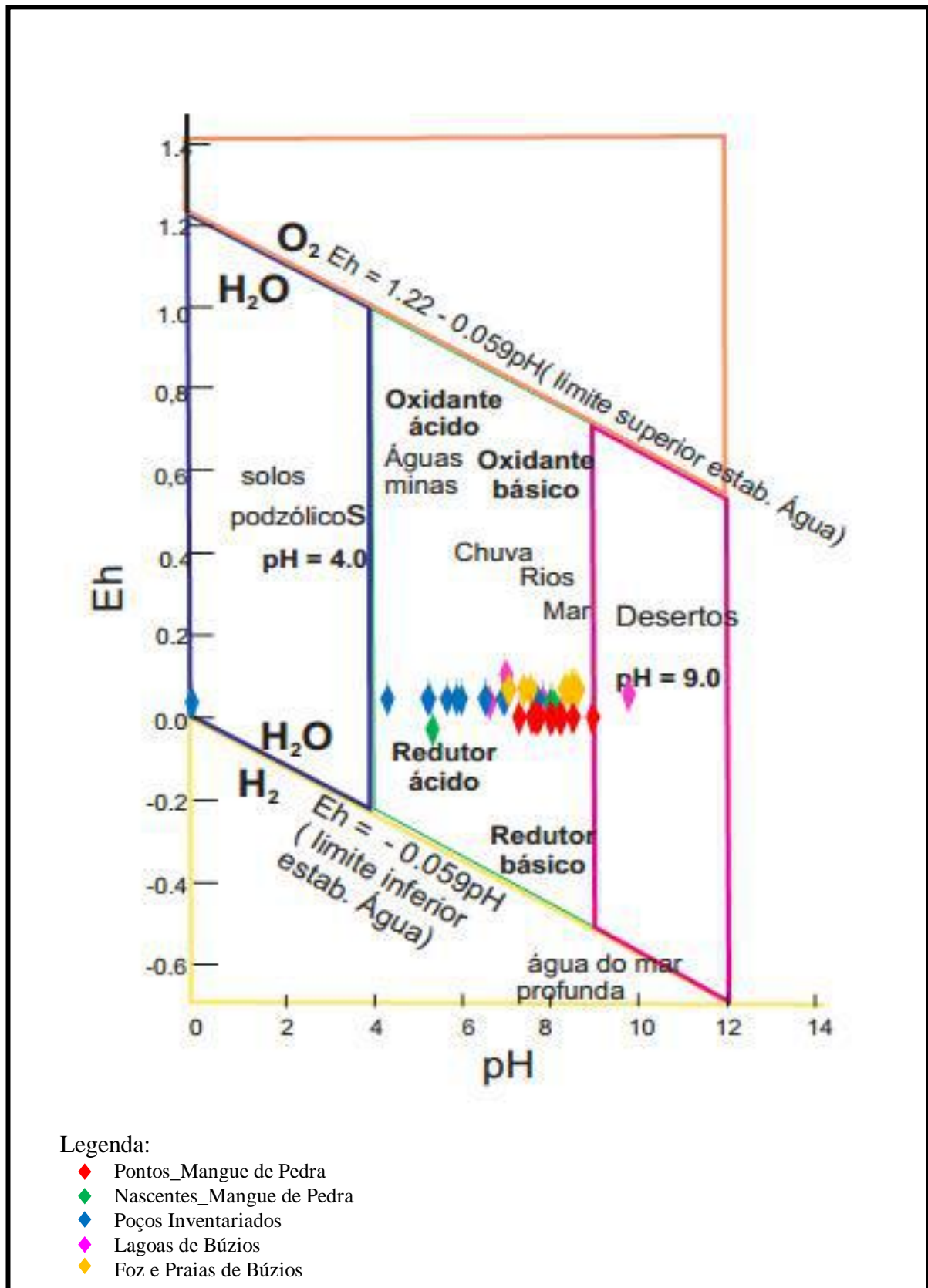


Figura 35: Diagrama Eh-pH com os limites de campo de estabilidade da água e ambientes naturais, em função do Eh e do pH. (modificado de KRAUSKOPF, 1972).

Dos 46 pontos medidos em campo (excluiu-se o poço 5 desativado e a lagoa hipersalina de Araruama), foram escolhidos 9 pontos para a realização de análises químicas e isotópicas. Destes 9 pontos escolhidos, 8 amostras foram águas de poços cadastrados e uma foi água da nascente do Mangue de Pedra. Excluímos o poço 2, devido ao baixo uso e má conservação do mesmo, o poço 5, pois havia sido desativado e aterrado, bem como, os poços 9 e 12, porque apesar do uso frequente e do bom estado de conservação de ambos, estavam muito próximo à outros poços amostrados. Os resultados das análises químicas podem ser observados no Apêndice B.

A dureza é definida como o poder de consumo de sabão por determinada água ou a capacidade da água neutralizar o sabão pelo efeito do cálcio, magnésio, ou outros elementos como Fe, Mn, Cu, Ba, etc. A dureza pode ser: temporária, permanente ou total. A dureza temporária é causada pelos íons de cálcio ou magnésio que se combinam com o bicarbonato e carbonato, podendo ser eliminada com a ebulição da água. A dureza permanente não pode ser eliminada com a fervura da água, sendo produzida pelos íons de cálcio e magnésio que se combinam com íons de sulfato, cloreto, nitrato e outros. Já a dureza total é a soma das durezas temporárias e permanentes (SANTOS, 2008).

A análise da tabela (Apêndice B) mostra que a dureza temporária em CaCO_3 é igual a zero para as 9 amostras analisadas, e em consequência, a dureza permanente é igual a dureza total em CaCO_3 .

Sabe-se que é simples separar a dureza de carbonatos e a de não carbonatos, pois a alcalinidade mede a dureza de carbonatos, então, a porção da dureza que excede a alcalinidade é a de não carbonatos. Sendo assim, a análise da tabela (Apêndice B) mostra que 6 das 9 amostras analisadas apresentam dureza de não carbonatos, pois a alcalinidade é igual a zero. No poço 1 (Ponto 34) a alcalinidade excede a dureza, já na nascente do Mangue de Pedras e

no poço 3, (Pontos 8 e 36, respectivamente) a dureza excede a alcalinidade, porém existem valores para ambas as medidas.

A análise das águas quanto à dureza total (Figura 36) indica que 22% delas são classificadas como branda, 11% como pouco dura, 45% como dura e 22% como muito dura, segundo a classificação de CUSTODIO & LLAMAS (1983) para a dureza das águas em mg/L de CaCO_3 . As águas duras são incrustantes e produzem grande consumo de sabão, além de dificultar o cozimento de alimentos (SANTOS, 2008).

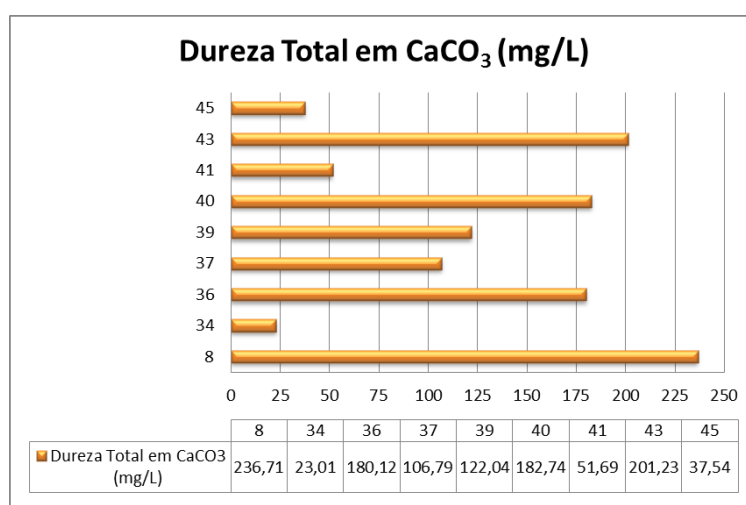


Figura 36: Gráficos de Dureza Total em CaCO_3 (mg/L) – Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

Segundo Logan (1965 *apud* SANTOS, 2008) o carbonato (CO_3^{2-}) somente excederá o bicarbonato (HCO_3^-) quando o pH for igual ou superior a 10, e em águas naturais doces, a quantidade de carbonato será muito baixa em comparação com a de bicarbonato. Observando a tabela com o resultado das análises químicas (Apêndice B) verifica-se que o carbonato é igual a zero em todas as amostras, já o bicarbonato está presente em apenas 3 das 9 amostras analisadas, sendo elas a nascente do Mangue de Pedra (22,81 mg/L HCO_3^-), o poço 1 (40,26 mg/L HCO_3^-) e o poço 3 (75,82 mg/L HCO_3^-).

A análise comparativa das quantidades de carbonato e bicarbonato indica que 33,3% das amostras de água são de origem continental, incluindo a amostra de água recolhida na nascente

do Mangue de Pedra, comprovando, assim, a existência de um aquífero, o qual fornece o aporte de água doce necessária para a manutenção deste ecossistema.

A alcalinidade é definida como a capacidade de uma água neutralizar ácidos, sendo uma consequência direta da presença e/ou ausência de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos (SANTOS, 2008). A análise da tabela (Apêndice B), mostra que a alcalinidade está presente nas mesmas 3 amostras que apresentaram bicarbonato, a nascente do Mangue de Pedra (18,70 mg/L CaCO_3^-), o poço 1 (33,00 mg/L CaCO_3^-) e o poço 3 (62,15 mg/L CaCO_3^-).

Já a análise da alcalinidade em função do pH indica que 22% das amostras sofrem influência genética de ácidos minerais e os restantes 78% das amostras tem a alcalinidade formada a partir de bicarbonatos.

O cloreto (Cl), em geral, é muito solúvel, altamente deliquescente, isto é, possui uma forte tendência a absorver água e a se liquefazer, além de ser muito estável em solução, logo, dificilmente precipita (SANTOS, 2008). Também, não oxida, nem se reduz em águas naturais. Os cloretos estão presentes em todas as águas naturais, com valores situados entre 10 a 250 mg/L nas águas doces. Já nas águas dos mares, ele são abundantes, com valores entre 18.000 a 21.000 mg/L. A alta solubilidade e o lento movimento as águas no aquífero vão provocando aumentos gradativos e constantes dos teores de cloretos nas águas subterrâneas na direção do fluxo (SANTOS, 2008). A análise da tabela (Apêndice B), mostra que apenas 3 das 9 amostras analisadas apresentam valores de cloreto inferiores a 250 mg/L (poços 1, 4 e 6), as demais possuem valores superiores, porém, muito abaixo dos valores característicos nas águas do mar. A quantidade elevada de cloreto indica que o aquífero sofre influência marinha, possivelmente pelo "spray" gerado no ambiente costeiro e intensificado, na região de Armação dos Búzios, pelo clima árido quente, os ventos fortes de nordeste e a alta taxa de evaporação, que favorecem este mecanismo de transporte das gotículas de água salgada e cristais de sal.

Os sulfatos (SO_4^{-2}) são sais altamente deliquescentes e moderadamente solúveis a muito solúveis. As águas subterrâneas apresentam geralmente teores de sulfato inferiores a 100 mg/L. A água do oceano Atlântico apresenta, em média, 2.810 mg/L de sulfatos (SANTOS, 2008). A análise da tabela (Apêndice B), mostra que 44% das amostras possuem teores de sulfato inferiores a 100 mg/L (poços 3, 4, 6 e 10) e os demais 56% apresentam valores superiores, porém, muito abaixo dos valores característicos para a água do oceano Atlântico, que banha a região do Mangue de Pedra.

O sódio (Na^+) é um dos metais alcalinos mais importantes e abundantes nas águas subterrâneas, ocorrendo, principalmente, sob a forma de cloretos e tendo como minerais fonte os feldspatos palgioclásios, felspatóides (nefelina e sodalita), anfibólios e piroxênios. O sódio é o principal responsável pelo aumento constante da salinidade das águas naturais do ponto de vista catiônico. Porém, há em geral um aumento gradativo dos teores de sódio nas águas subterrâneas, a partir da zona de recarga, em direção às suas porções mais confinadas ou dos seus exutórios. A concentração de sódio varia, em geral, entre 0,1 e 100 mg/L nas águas subterrâneas e entre 1 e 150 mg/L em águas naturais doces, atingindo, em média, 11.100 mg/L nas águas dos oceanos (SANTOS, 2008). A análise da tabela (Apêndice B), mostra que apenas 22% das amostras possuem teores de sódio inferiores a 100 mg/L (poços 4 e 6) e os demais 78% apresentam valores superiores, porém, muito abaixo dos valores característicos da água do mar.

Apesar do potássio e do sódio pertencerem ao mesmo grupo dos metais alcalinos, seus comportamentos nos processos de solubilização são diferentes. O potássio (K^+) é o sexto colocado na escala de abundância dos metais, entretanto, ocorre em pequenas quantidades ou está ausente nas águas subterrâneas, devido à sua participação intensa em processos de troca iônica. Ocorrendo, principalmente, nos feldspatos potássicos, micas e leucitas, em rochas ígneas e metamórficas. Nas águas meteóricas, os teores de potássio estão, geralmente, no

intervalo de 0,1 a 4 mg/L, enquanto as águas subterrâneas são inferiores a 10 mg/L, sendo mais frequentes valores entre 1 e 5 mg/L. Já nas águas dos oceanos apresentam em média 400 mg/L (SANTOS, 2008). A análise da tabela (Apêndice B), mostra que nenhuma das amostras analisadas apresentam valores de potássio inferiores a 10 mg/L, porém, todos os valores são muito abaixo da água dos oceanos.

Os sais de cálcio possuem de moderada a elevada solubilidade, sendo muito comum precipitar como carbonato de cálcio (CaCO_3). É um dos principais constituintes da água e o principal responsável pela dureza, apresentando-se em geral sob a forma de bicarbonato e raramente como carbonato. O cálcio (Ca^{+2}) é o elemento mais abundante existente na maioria das águas naturais e rochas, ocorrendo, principalmente nos minerais de calcita, aragonita e dolomita, em rochas calcárias, sendo o plagioclásio e a apatita as maiores fontes de cálcio nas rochas ígneas. Nas águas meteóricas, os teores de cálcio variam no intervalo de 0,1 a 10 mg/L e nas águas subterrâneas os teores variam, em geral, entre 10 e 100 mg/L. Já nas águas dos oceanos os valores de cálcio oscilam em torno de 480 mg/L (SANTOS, 2008). A análise da tabela (Apêndice B), mostra que 33% das amostras analisadas possuem teores de cálcio variando no intervalo de 0,1 a 10 mg/L, o que indica que sofrem forte influências das águas meteóricas, e os demais 67% apresentam teores variando no intervalo de 10 e 100 mg/L característicos de águas subterrâneas.

O magnésio (Mg^{+2}) apresenta propriedades similares ao cálcio, porém, é mais solúvel e mais difícil de precipitar, ocorrendo, em geral, sob a forma de bicarbonato. O magnésio ocorre, principalmente, em rochas carbonatadas e tem como minerais fontes mais frequentes a magnesita, a biotita, a granada, a hornblenda, a clorita, a alanita e a olivina. Juntamente com o cálcio, é o responsável pela dureza e produz gosto salobro às águas. As águas meteóricas apresentam teores de magnésio entre 0,4 e 1,6 mg/L, enquanto que as águas subterrâneas apresentam teores mais frequentes no intervalo de 1 a 40 mg/L (SANTOS, 2008). A análise da

tabela (Apêndice B), mostra que quase a totalidade das amostras de água analisadas apresentam teores no intervalo de 1 a 40 mg/L, característicos de águas subterrâneas, com exceção da nascente do Mangue de Pedra que possui teor de magnésio igual a 41,83 mg/L.

Nos Diagramas de Piper são plotadas as proporções dos cátions principais (Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) e dos ânions principais (Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^-) em dois diagramas triangulares e combinadas estas informações em um losango. Os diagramas mostram, assim, as proporções relativas dos íons principais e não suas concentrações absolutas.

Os Diagramas de Piper (Figura 37) classificam as amostras analisadas como águas cloretadas sódicas, possuindo cátions e ânions dominantes de sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-). Onde os teores de sódio apontam para um aporte de água doce continental com a ocorrência de extrusão de água salina por troca iônica, o que reflete uma contribuição do Mangue de Pedra no equilíbrio químico da região.

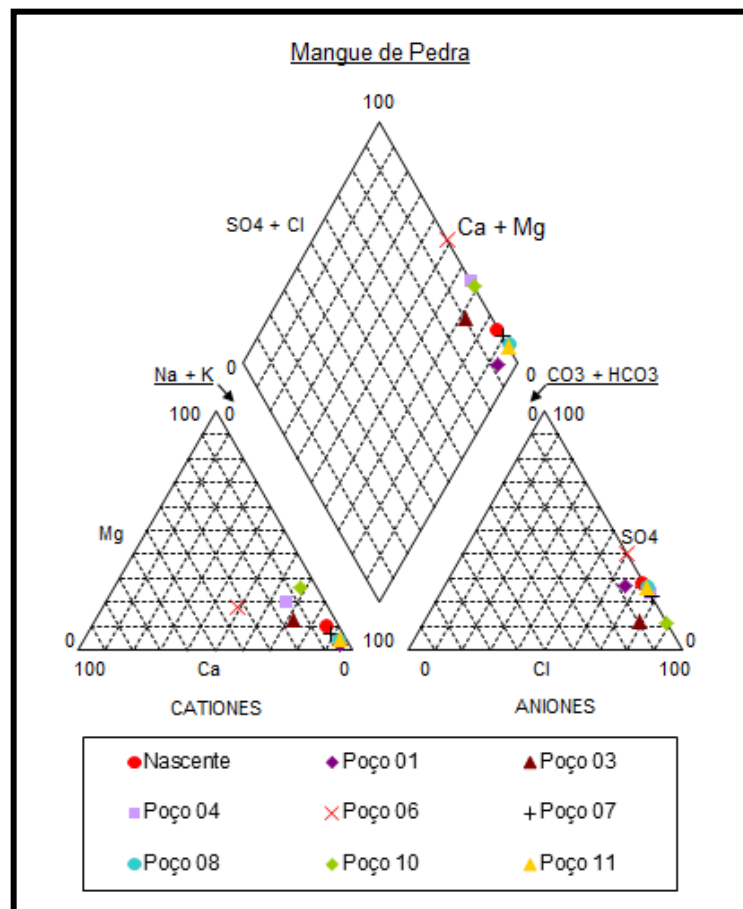


Figura 37: Diagrama de Piper – Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

A potabilidade das águas subterrâneas, dentro de seus aspectos físico-químicos, pode ser dada através do Diagrama Logarítmico de Schoeller & Berkaloff, onde as mesmas são classificadas em: potabilidade permanentemente boa (a), medíocre (b), má (c), potabilidade momentânea (d) e não potáveis (f), em função dos elementos Ca^{+2} , Mg^{+2} , $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$, Cl^- , SO_4^{-2} , $(\text{CO}_3^{-2} + \text{HCO}_3^-)$ e NO_3^- , com esses íons expressos em meq/L.

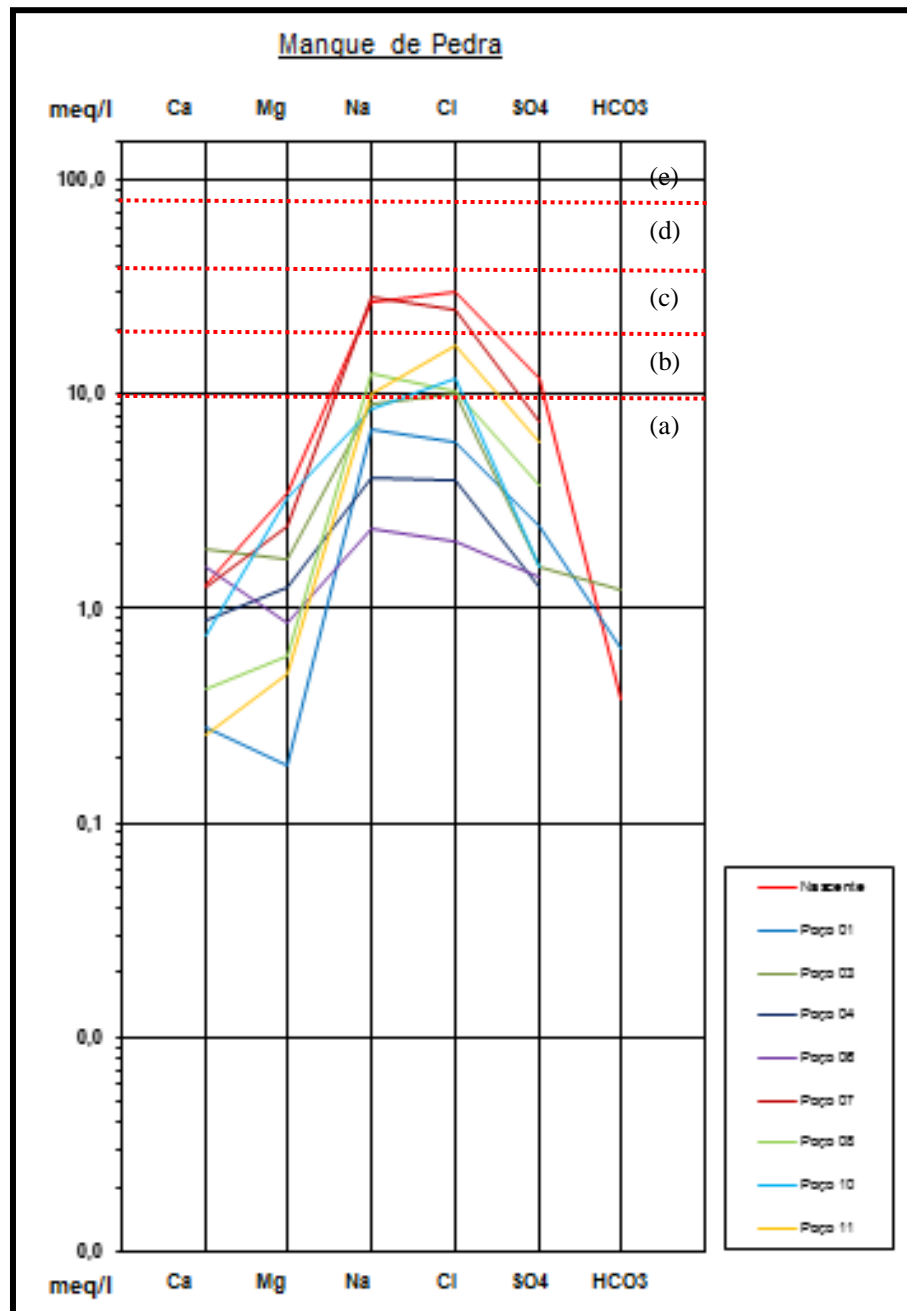


Figura 38: Diagrama Logarítmico de Schoeller-Berkaloff – Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

O Diagrama Logarítmico (Figura 38) classifica todas as amostras analisadas para cálcio, magnésio sulfato e bicarbonato com potabilidade permanentemente boa. Já para sódio e cloreto, a potabilidade varia de permanentemente boa à má, sendo classificadas como má em apenas duas amostras, a nascente do Mangue de Pedra e o poço 7 (Ponto 40). Estes dados indicam que as águas subterrâneas locais apresentam, em geral, condições razoáveis a boas do ponto de vista da potabilidade química, com uma assinatura química de diluição da água do mar.

O ^{18}O e o Deutério (D) são os isótopos estáveis mais pesados do oxigênio e do hidrogênio, por isso, são traçadores perfeitos, pois não acompanham a água, como acontece com um corante, mas são constituintes da própria água, tendo as mesmas propriedades químicas da água. A abundância relativa destes isótopos estáveis na água decorre, principalmente, dela sofrer processos físicos de mudanças de fases, como evaporação e condensação, ou seja, é função de sua história no ciclo hidrológico. Processos químicos, biológicos ou de troca produzem menores variações (SANTIAGO, et al, 2005).

As águas que sofreram menor grau de evaporação apresentam uma relação linear entre $\delta^{18}\text{O}$ e δD e o coeficiente angular é sempre mais baixo que 8. Conseqüentemente, em clima seco, onde ocorre evaporação durante a queda da chuva, resulta uma Reta Meteorológica Local com inclinação menor que 8 (SANTIAGO, et al, 2005).

As moléculas de H_2^{16}O são mais leves que as moléculas de H_2^{18}O e HD^{16}O e, por isso, evaporam mais facilmente. Estas diferenças fazem com que a água sujeita à evaporação fique enriquecida em moléculas dos tipos H_2^{18}O e HD^{16}O , isotopicamente mais pesadas. A relação isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ *versus* δD descreve o progressivo enriquecimento da água em isótopos pesados quando sujeita à evaporação. Assim, águas que sofreram evaporação são reconhecidas pela razão isotópica (δ) elevada em relação à água de origem. (SANTIAGO, et al, 2005).

O gráfico com a relação isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ versus δD (Figura 39) mostra que todas as amostras analisadas concentram-se em uma região do gráfico localizada muito próximo à Reta Meteorológica Local, indicando que os valores desses isótopos para essas águas subterrâneas são parecidos com os observados na chuva da região e que aparentemente provem do mesmo aquífero devido a grande homogeneidade.

A relação linear entre a razão isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ versus δD indica clima seco, mas a baixa razão isotópica nas águas subterrâneas locais está associada ao pouco enriquecimento em isótopos pesados, devido ao pequeno grau de evaporação.

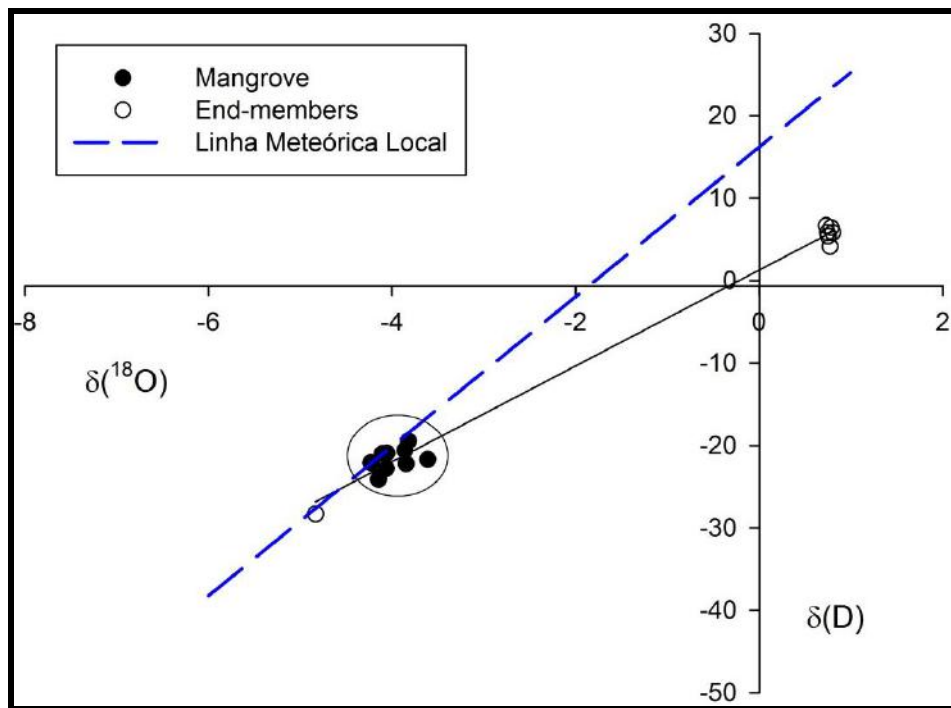


Figura 39: Gráfico com a relação isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ versus δD – Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

5.2. Caracterização do Aquífero

Estudos da geologia local indicam que a falha do Pai Vitório tem direção N70E com mergulhos de 70° para NW e ocorre numa zona com aproximadamente 3 m de espessura que representa o núcleo da falha, a qual mostra uma gradação deformacional em direção ao plano de falha, da rocha sã, um ortognaisse migmatítico, até a rocha mais deformada, o ultra-cataclasito (RUBIM & ALMEIDA, 2003). A brecha tectônica apresenta textura microcristalina e composição silicosa, tendo sido gerada durante quatro eventos de reativações distensivos/transtensivos no Cenozóicos da margem continental do sudeste brasileiro (RUBIM & ALMEIDA, 2003).

Esta falha coloca “lado a lado” rochas do embasamento composto por ortognaises paleoproterozoicos, com cerca de 2 bilhões de anos (SCHMITT, 2001), a Sul-Sudeste, e sedimentos conglomeráticos de origem fluvial da Formação Barreiras, cuja idade é atribuída ao Mio-Plioceno.

As rochas do embasamento e dos diques mesozoicos foram retrabalhadas por um leque aluvial controlado pelo movimento tectônico da Falha do Pai Vitório, e deram origem ao piso que serve de substrato do Mangue de Pedra. A análise do piso (Figura 40) mostra que tratar-se de um conglomerado polimíctico, mal selecionado, com arcabouço composto de fragmentos de gnaisse, diabásio e quartzo, com dimensões acima de 2 mm, que vão de grânulos à matacão, com baixa esfericidade e variando de arredondados a sub-angulares.

O conglomerado observado no piso e em perfil varia de clasto-suportado intemperizado, a matriz-suportado com maior grau de intemperismo dos fragmentos de rocha e a matriz é composta, predominantemente, por areia média à grossa. Neste perfil, pouco espesso, com cerca de 40 cm de altura (Figura 41), pode-se observar que o conglomerado faz contato superior com sedimentos quaternários coluvionares, através de uma discordância erosiva.



Figura 40: Piso do Conglomerado que serve de substrato para o Mangue de Pedra – Armação dos Búzios – RJ.

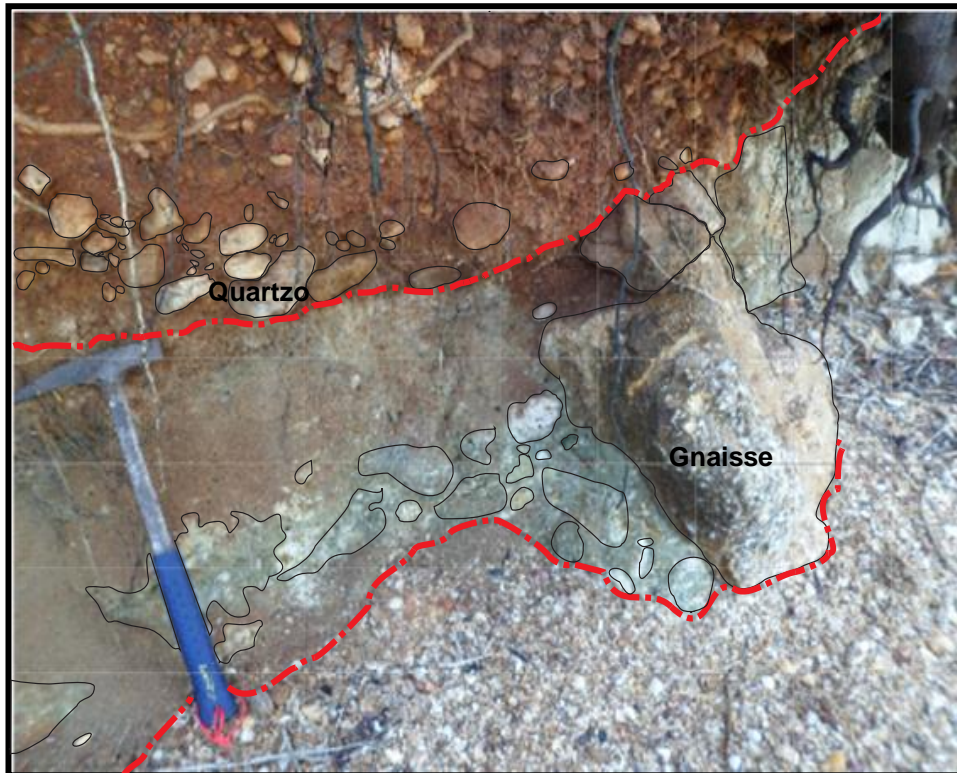


Figura 41: Perfil do Conglomerado que serve de substrato para o Mangue de Pedra – Armação dos Búzios – RJ.

Foi realizado, em campo, um peneiramento (Figura 42) de material inconsolidado retirado do perfil (Figura 41) e verificou-se que a composição, predominantemente, era areia grossa e cascalhos, em detrimento das areias médias e finas.

O conglomerado que serve de substrato ao Mangue de Pedra apresenta uma variação de granulometria ao longo da seção vertical, indicando uma variação de energia do transporte, já que estas rochas foram depositadas em meio subaquático, sob a ação constante de correntes fluviais de alta energia, associadas às reativações da Falha do Pai Vitório durante o processo de retrabalhamento do embasamento.



Figura 42: Peneiramento realizado em campo com amostra do conglomerado – Mangue de Pedra – Armação dos Búzios – RJ.

Em cascalhos com partículas de 7 a 20 mm, a porosidade é cerca de 35,2% e a permeabilidade muito alta (TEIXEIRA, et al, 2000), o que torna o conglomerado, quando não cimentado, um excelente aquífero.

Os testes de bombeamento representam uma forma de fácil aplicação e de boa garantia nos resultados, usadas tradicionalmente para a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos, além de serem ferramentas indispensáveis para a determinação de vazões de exploração de poços (FEITOSA & DEMÉTRIO, 2005).

De uma forma ampla, os testes de bombeamento podem ser classificados em: testes de aquíferos e testes de produção. Os testes de aquíferos podem ser definidos como sendo um bombeamento que tem por finalidade a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos do meio poroso: transmissividade (T), coeficiente de armazenamento (S) e condutividade hidráulica (K). A sua execução consiste no bombeamento de um poço, com vazão constante (Q), e no acompanhamento da evolução dos rebaixamentos produzidos. Já os testes de produção podem ser definidos como um bombeamento que tem por finalidade a determinação da vazão de exploração e as perdas de carga totais que ocorrem no poço. A sua execução consiste na realização de um bombeamento e no registro da evolução dos rebaixamentos no poço bombeado (FEITOSA & DEMÉTRIO, 2005).

Durante as campanhas de campo foi realizado um teste de aquífero para determinação de alguns dos parâmetros hidrodinâmicos e medida a vazão, através do método volumétrico [Vazão=(volume/tempo) em L³/s], com acompanhado do rebaixamento do nível d'água mediante o bombeamento contínuo por um período de 1 hora, mantendo-se a vazão constante. Foram feitas 20 medições de variação do nível da água (NA), em intervalos de tempo crescente e os resultados estão disponíveis no Apêndice B e nas Figuras 43 e 44.

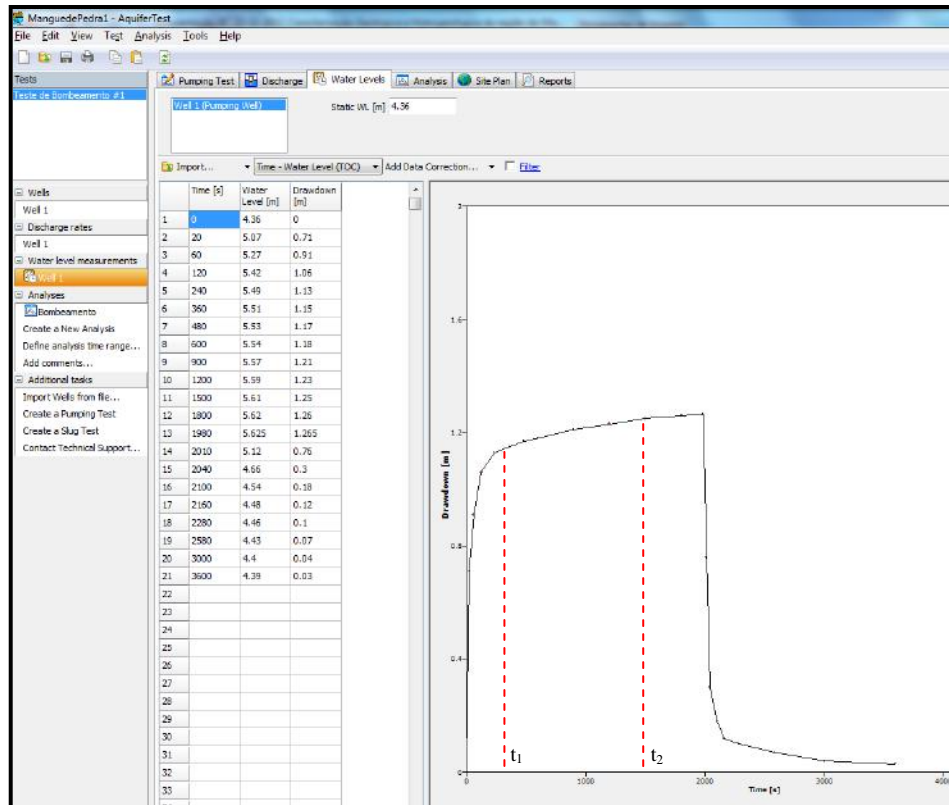


Figura 43: Teste de Aquífero no *Software Aquifer Test* – Curva de Rebaixamento *versus* Tempo – Mangue de Pedra – Armação dos Búzios – RJ.

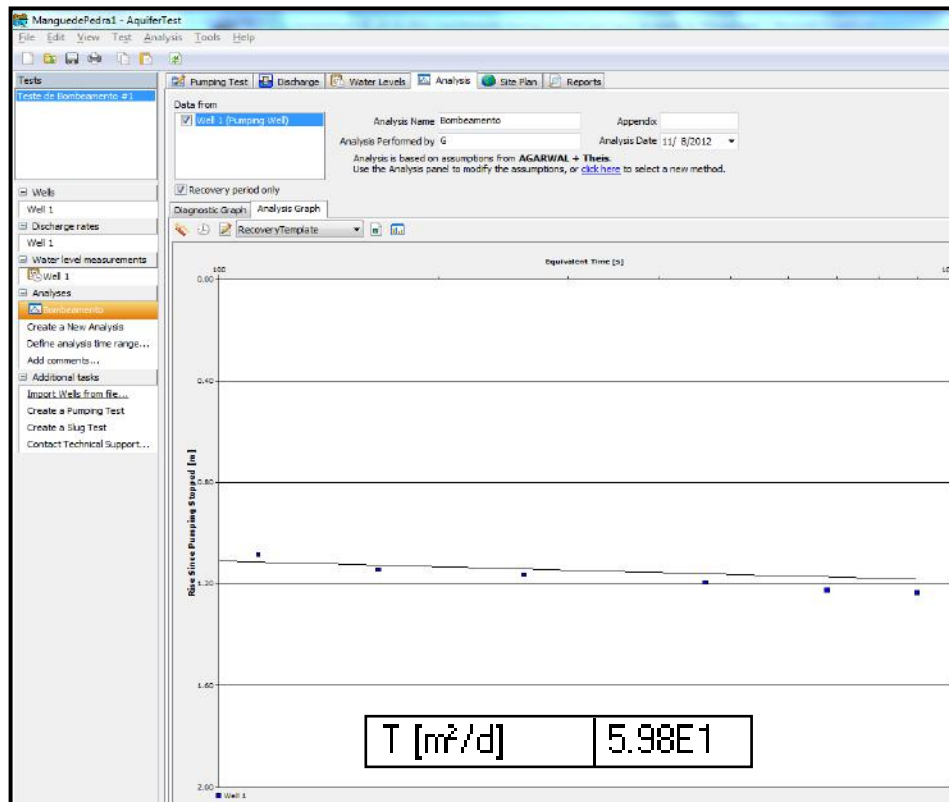


Figura 44: Análise do Teste de Aquífero no *Software Aquifer Test* – Modelo de Recuperação – Mangue de Pedra – Armação dos Búzios – RJ.

O teste de bombeamento realizado no poço 4, teve início com nível estático (**NE**) de 4,36 metros. Após 30 minutos de bombeamento contínuo, o nível dinâmico (**ND**) atingiu 5,62 metros, refletindo um rebaixamento do nível d'água ($S_w = \text{ND} - \text{NE}$) dentro do poço de 1,26 metros.

A vazão de bombeamento (**Q**) medida através do método volumétrico [**Vazão**=(volume/tempo) em L^3/s] foi de 12 litros em 43 segundos, resultando na vazão (**Q**) de $0,279 L^3/s$.

A vazão específica (Q_{esp}) obtida foi de $0,221 L^3/s/m$, dada pela razão entre a vazão de bombeamento (**Q**) e o rebaixamento do nível d'água (S_w) produzido no poço em função do bombeamento, num determinado tempo, podendo ser expressa através da equação: $Q_{esp} = Q/S_w$, onde: Q_{esp} é a Vazão Específica, **Q** é a Vazão de Bombeamento e S_w é o Rebaixamento do Nível d'Água, dado por: $S_w = \text{ND} - \text{NE}$, sendo **ND** é o Nível Dinâmico e **NE** é o Nível Estático (FEITOSA & DEMÉTRIO, 2005), conforme ilustra a Figura 45.

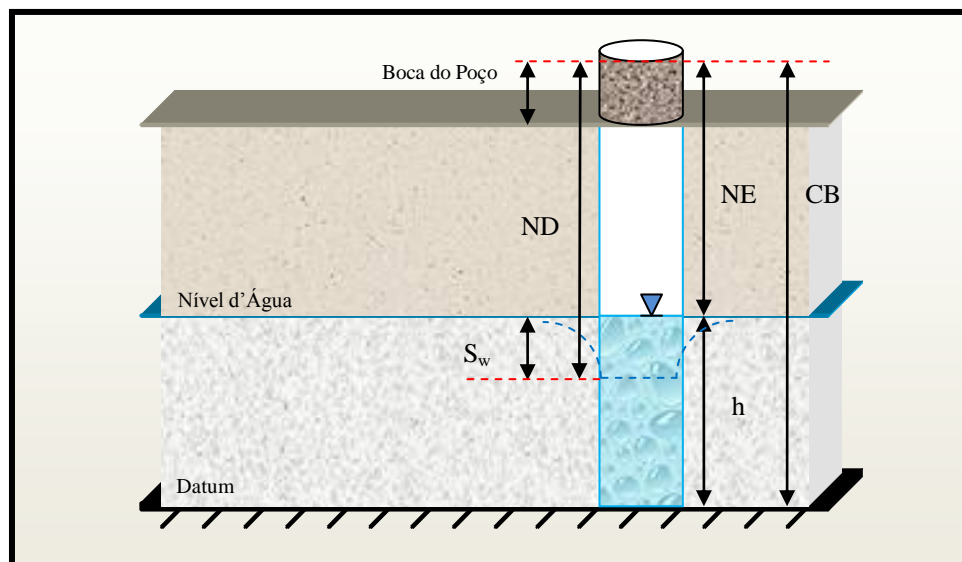


Figura 45: Modelo esquemático para medição do nível estático e obtenção da carga hidráulica, onde **NE** = Nível Estático, **ND** = Nível Dinâmico, S_w = Rebaixamento do nível d'Água, **CB** = Cota da Boca e h = carga hidráulica.

A carga hidráulica ou potencial hidráulico (**h**), expressa em metros, é obtida através da expressão: $h=CB-NE$, sendo **h** a carga hidráulica, **CB** a cota da boca do poço e **NE** a profundidade do nível estático, tendo como base um referencial adotado, geralmente o nível do mar, daí ser chamada de cotas potenciométricas.

As medidas de profundidade do poço, do nível d'água e da cota da boca do poço realizadas em campo foram inseridas na tabela 1 e forneceram o valor de carga hidráulica ou potencial hidráulico para os poços inventariados e para as duas nascentes cadastradas. Esses dados foram usados para gerar o mapa potenciométrico do aquífero (Figura 46).

Tabela 1:Potenciomtria do Aquífero Mangue de Pedra_Armação dos Búzios_RJ.						
	Profundidade do Poço (m)	Nível d'Água_NA (m)	Boca do Poço (m)	Nível Estático_NE (m)	Cota Altimétrica (m)	Carga Hidráulica ou Potencial Hidráulico (m)
Nascente_Mangue de Pedra	-	0,00	0,00	0,00	5,00	5,00
Nascente_Gran Reserva 95	-	0,00	0,00	0,00	5,00	5,00
Poço 1_Sr. Luiz	8,14	4,23	0,25	3,98	7,50	3,53
Poço 2_Sra. Hilda	12,00	0,90	0,00	0,90	5,00	4,10
Poço 3_Sr. Manuel	8,39	6,13	0,37	5,76	17,50	11,74
Poço 4_Campo de Futebol	10,18	4,36	0,00	4,36	15,00	10,64
Poço 5_Sra. Edinéia	-	-	-	-	22,50	-
Poço 6_Sra. Maria Gonçalves	11,54	8,89	0,25	8,64	22,50	13,86
Poço 7_Sr. Valter	3,35	2,03	0,00	2,03	7,50	5,47
Poço 8_Sr. Napoleão	7,07	1,87	0,45	1,42	7,50	6,08
Poço 9_Sr. Tatiana	9,12	4,39	0,26	4,13	7,50	3,37
Poço 10_Sr. Adilson	15,50	4,80	0,00	4,80	20,00	15,20
Poço 11_Rua	-	1,04	0,00	1,04	7,50	6,46
Poço 12_Sr. Severino	6,00	3,03	0,38	2,65	5,00	2,35

De acordo com a análise do mapa potenciométrico ou mapa de fluxo subterrâneo (Figura 46), o tipo de superfície potenciométrica delineado no aquífero é uma superfície hiperbólica, onde a separação entre as linhas equipotenciais ou curvas potenciométricas aumenta na direção do fluxo. As linhas de fluxo ou de corrente seguem um traçado divergente e, se for mantido **Q**, **b** e **K** constantes, **T** também é constante e **i** é diretamente proporcional à largura da secção de fluxo, pois: $Q=K.A.i=K.b.L.i \rightarrow K.i=[Q/(b.L)]$, onde **Q** é a vazão natural do fluxo subterrâneo, **K** é a condutividade hidráulica, **T** é a transmissividade hidráulica, **i** é o gradiente hidráulico, **b** é a espessura do aquífero e **L** é o comprimento da frente de escoamento. Desta

forma, o gradiente hidráulico diminui na direção do fluxo, sendo essa feição de fluxo associada geralmente à região de recarga.

O conceito de transmissividade (**T**) é fornecido pela expressão: $T=K \cdot b$, e corresponde à quantidade de água que pode ser transmitida horizontalmente por toda a espessura saturada do aquífero. Pode-se conceituá-la como a taxa de escoamento de água através de uma faixa vertical do aquífero com largura unitária submetida a um gradiente hidráulico unitário (Cabral, 2005).

A análise realizada pelo *software Aquifer Test* com os dados do teste de bombeamento resultou em uma transmissividade hidráulica (**T**) de $5,98 \times 10^1 \text{ m}^2/\text{dia}$ (=59,8 m^2/dia) para o aquífero.

A espessura do aquífero foi estimada através da média aritmética dos valores de profundidade dos poços subtraídos do nível d'água, medidos em campo durante o cadastramento de poços, resultando numa espessura média de 5,07 metros.

Sabendo que a transmissividade hidráulica obtida foi de 59,8 m^2/dia e a espessura média do aquífero é de 5,07 metros, pode ser calculada a condutividade hidráulica, através da equação: $T=K \cdot b$, onde **T** é a transmissividade hidráulica, **K** é a condutividade hidráulica e **b** é a espessura do aquífero, obtendo o valor de 11,79 m/dia de condutividade hidráulica.

A condutividade hidráulica (**K**) é um coeficiente de proporcionalidade que aparece na Lei de Darcy e leva em conta as características do meio, incluindo porosidade, tamanho, distribuição, forma e arranjo das partículas, além das características do fluido, como a viscosidade e a massa específica (CABRAL, 2005).

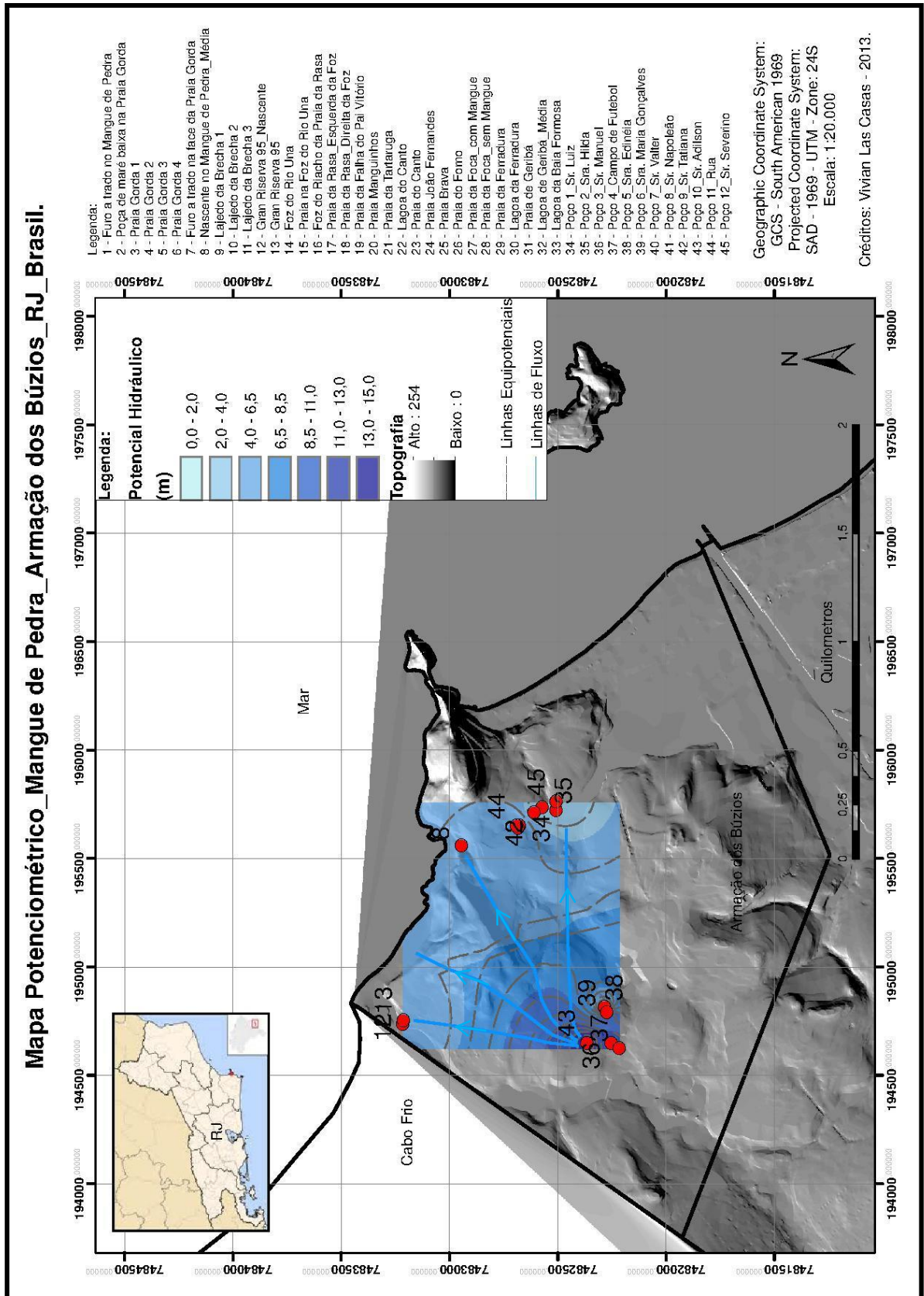


Figura 46: Mapa Potenciométrico _ Mangue de Pedra _ Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

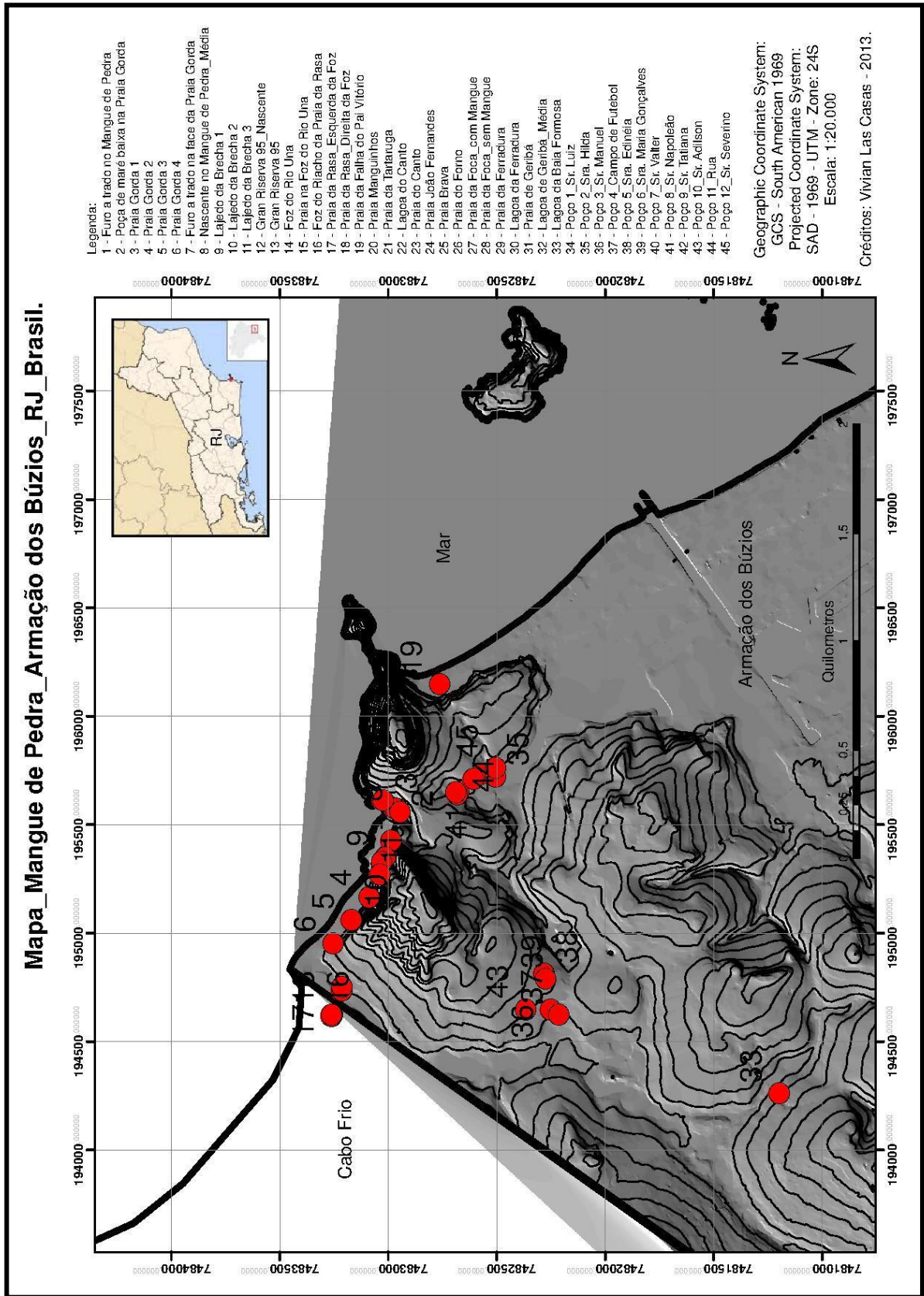


Figura 47: Mapa de Relevo _ Mangue de Pedra _ Armação dos Búzios – RJ – Brasil.

A análise da Curva de Rebaixamento *versus* Tempo (Figura 43), gerada através do Teste de Aquífero, ilustra o comportamento do regime transiente e do regime permanente ou estacionário, em função do tempo. A partir do início do bombeamento até o instante t_1 , toda a água bombeada é proveniente do armazenamento do aquífero, o que caracteriza um regime de fluxo transiente, mas a partir de t_1 , tem início a contribuição de uma fonte externa, que se reflete no gráfico por uma atenuação da curva, existindo ainda, a participação do armazenamento do aquífero. Porém, do instante t_2 em diante a contribuição da fonte externa é suficiente para suprir toda vazão bombeada, não existindo mais a parcela correspondente ao armazenamento, o que é expresso pela estabilização da curva de rebaixamento no gráfico. Deste momento em diante o aquífero passa a apresentar um regime de fluxo permanente ou estacionário, onde ele deixa de ser fornecedor de água, passando a funcionar apenas como um meio de transmissão, situação muito frequente em aquíferos livres, o que o caracteriza como um aquífero livre.

Os dados de medidas do nível d'água e da cota da boca do poço realizadas em campo associados à cota altimétrica (Tabela 1) obtidas através do mapa de relevo (Figura 47) resultam em uma profundidade média de 7,14 metros para o aquífero, o que o caracteriza como um aquífero raso.

A leitura conjunta do mapa potenciométrico (Figura 46) e do mapa de relevo (Figura 47) mostra que a área de recarga do aquífero está localizada na região das Paleofalésias da Formação Barreiras e as áreas de descarga ocorrem nas duas nascentes cadastradas e ao longo da linha da costa na praia Gorda.

Sabe-se que a Formação Barreiras na região de Armação dos Búzios, é caracterizada pela ocorrência de cascalhos polimíticos sustentados pela matriz, intercalados a areias lamosas, recobertos, em discordância, por sedimentos areno-argilosos, com grânulos, apresentando, na base, níveis de cascalhos formados por quartzo e fragmentos de material ferruginizado,

relacionados a depósitos pós-Formação Barreiras (MORAES, 2006), sendo esta a formação geológica abriga o aquífero, batizado de Aquífero do Mangue de Pedra.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi realizado estudo hidrogeológico e hidrogeoquímico na região do Mangue de Pedra, localizado na Praia Gorda em Armação dos Búzios (RJ), com a caracterização geológica, hidrogeológica e hidrogeoquímica, através de campanhas de campo com inventário de pontos d'água, teste de bombeamento, coleta de amostras para análises químicas e isotópicas.

Durante as campanhas de campo foram identificadas duas nascentes, a primeira localizada na parte mais baixa da trilha que dá acesso ao mangue e a segunda na região do empreendimento imobiliário Gran Reserva 95. Observou-se que estes olhos d'água não secam ao longo do ano, mesmo nas estações secas, apesar do município estar localizado em região com clima árido quente, com baixa pluviosidade anual e, conseqüentemente, déficit hídrico.

Os mapas de isovalores para TDS; CE e %NaCl mostram uma tendência de aumento destes parâmetros dos poços em direção ao litoral. Os gráficos comparativos de TDS; CE e %NaCl indicam que a água do mar na região do mangue sofre dissolução pelo aporte de água continental e que as águas das nascentes e dos poços são salobra à doce, cujo percentual de contaminação dada pelo sal ocorre, possivelmente, pelo “spray” marinho, já que não foi identificado a ocorrência de intrusão ou cunha salina.

O mapa de isovalores para pH mostra uma tendência de aumento no pH dos poços em direção ao litoral, já o mapa de isovalores para o Eh mostra uma tendência de decréscimo nesta direção. O gráfico de Ph indica que 25% das águas analisadas são ácidas e 75% são alcalinas, porém para os poços, 91% das águas são ácidas e 9% alcalinas.

O valor médio do pH para os poços é 5,72, como na maioria das águas subterrâneas que têm pH entre 5,5 e 8,5. O gráfico de Eh indica que a nascente do Mangue de Pedra apresenta valor negativo, associado a ambiente redutor e a lagoa da Baía Formosa valor positivo,

relacionado a meio oxidante. Todos os demais pontos têm valores de Eh muito próximos de zero.

O Diagrama de Eh-pH indica que a região do Mangue de Pedra está associada a ambiente caracterizado pela água do mar, porém com presença de águas continentais, as quais promovem a diluição da salinidade, tornando o ambiente salobro. As águas dos poços relacionam-se a ambientes de águas continentais, apresentando maior semelhança com as águas de chuva, o que deve estar relacionado à recarga do aquífero.

O resultado das análises químicas mostra que a dureza temporária é igual a zero, e em consequência, a dureza permanente é igual à dureza total. A dureza de não carbonatos ocorre em 66,7% das amostras. A alcalinidade excede a dureza em apenas uma amostra e em duas a dureza excede a alcalinidade, porém existem valores para ambas as medidas. Com relação à dureza total, 22% são classificadas como branda, 11% como pouco dura, 45% como dura e 22% como muito dura.

O carbonato é igual a zero em todas as amostras, já o bicarbonato está presente em apenas 3 das 9 amostras analisadas. A análise comparativa das quantidades de carbonato e bicarbonato indica que 33,3% das amostras de água são de origem continental, incluindo a amostra de água recolhida na nascente do Mangue de Pedra, comprovando, assim, a existência de um aquífero, que fornece o aporte de água doce necessária para a existência e manutenção Mangue de Pedra.

A análise da alcalinidade em função do pH indica que 22% das amostras sofrem influência genética de ácidos minerais e 78% das amostras tem a alcalinidade formada a partir de bicarbonatos.

Os Diagramas de Piper classificam as águas como cloretadas sódicas, possuindo cátions e ânions dominantes de sódio e cloreto, onde os teores de sódio indicam aporte de água doce

continental com a ocorrência de extrusão de água salina por troca iônica, o que reflete a contribuição do aquífero no equilíbrio químico da região.

O Diagrama Logarítmico classifica as águas para cálcio, magnésio sulfato e bicarbonato, com potabilidade permanentemente boa, já para sódio e cloreto, a potabilidade varia de permanentemente boa à má, indicando que as águas subterrâneas locais apresentam, em geral, condições razoáveis a boas do ponto de vista da potabilidade química, com uma assinatura química de diluição da água do mar.

O gráfico com a relação isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ versus δD mostra que as amostras analisadas estão concentradas na região do gráfico muito próximo à Reta Meteorológica Local, indicando que os valores desses isótopos são parecidos com os observados na chuva da região e que aparentemente provem do mesmo aquífero. A relação linear entre a razão isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ versus δD indica clima seco, mas a baixa razão isotópica nas águas subterrâneas locais está associada ao pouco enriquecimento em isótopos pesados, devido ao pequeno grau de evaporação.

Os resultados do teste de bombeamento mostram um rebaixamento do nível d'água de 1,26 metros, com vazão de bombeamento de 0,279 L³/s e vazão específica de 0,221 L³/s/m. A transmissividade hidráulica calculada foi de 59,8 m²/dia e a espessura média do aquífero é de 5,07 metros, resultando numa condutividade hidráulica de 11,79 m/dia.

De acordo o mapa de fluxo subterrâneo, o tipo de superfície potenciométrica é uma superfície hiperbólica e as linhas de fluxo seguem um traçado divergente.

Os resultados mostram que existe um aquífero livre, raso, que é abrigado pela Formação Barreiras e cuja área de recarga se localiza na região das Paleofalésias da Formação Barreiras e a área de descarga ocorre nas duas nascentes cadastradas e ao longo da linha da costa na praia Gorda. O aquífero foi batizado de Aquífero do Mangue de Pedra e se encontra em equilíbrio dinâmico com o ecossistema local

A presença do aquífero faz com que haja um aporte de água doce na região da praia Gorda, possibilitando a existência e manutenção do Mangue de Pedra. No entanto, para a geoconservação deste ecossistema faz-se necessária a criação de uma área de proteção na forma de uma Unidade de Conservação que preserve as áreas topograficamente altas do aquífero, com a finalidade de manter intactas as áreas de recarga e evitar a contaminação da água subterrânea.

Este foi um estudo pioneiro e teve a intenção de subsidiar parecer técnico-científico contribuindo para gestão adequada e tomada de decisão nesta região peculiar no Estado do Rio de Janeiro que, devido às suas características, deve ser considerada um Patrimônio Geológico de alta relevância.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'SABER, A.N. (1974). O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. *Geomorfologia* 43: 1-39.
- Ab'SABER, A.N. (2003). Os domínios da Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo - SP. Atelier Editorial. 159 p.
- ALMEIDA, F.F.M. (1967). Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, DNPM/DGM. Boletim 241, 96 p.
- ALMEIDA, F.F.M. (1969). Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: 23º Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador - BA. SBG/Núcleo Bahia, Anais, p. 29-46.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B. (1976). The Upper Precambrian of South América. São Paulo-SP. Boletim do instituto de Geociências – USP, v.7, p.45-80.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y; BRITO-NEVES, B.B.; FUCK, R.A. (1981). Brazilian Structural Provinces: na Introduction. *Earth-Sci. Rev.*, 17, p.1-29.
- ALMEIDA, F.F.M. (1991). O alinhamento de Cabo Frio. In: 2º Simpósio de Geologia do Sudeste. São Paulo - SP. SBG, Atas, p.423-428.
- ALMEIDA, F.F.M.& CARNEIRO, C.D.R. (1998). Origem e Evolução da Serra do Mar. *Rev. Bras. Geociências*. São Paulo - SP. SBG, v.28, n.2, p.135-150.
- ALMEIDA, J.C.H.; HEILBRON, M.; TETZNER, W.; VALERIANO, C.M.; EIRADO, L.G.; RUBIM, I.N. (2003). Tectônica rúptil no Terreno Cabo Frio. In: III International Symposium on Tectonics. Armação dos Búzios - RJ. Boletim de Resumos, SBG, v.1. p.432-434.
- ALVES, J.R.P. (Org.) (2001). Manguezais: educar para proteger. Rio de Janeiro - RJ. FEMAR - SEMADS.
- ARAI, M. (2006). A Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP. São Paulo - SP. Sér. Cient.*, v.6, n.2, p.1-6.

ARAUJO, D.S.D. (sem data). A vegetação e a flora da região de Cabo Frio. Disponível em: <http://www.reservataua.com.br/vegetacao_flora_cabo_frio.htm>. Último acesso em: 12/11/2013.

BARBIÉRE, E. B. (1975). Ritmo climático e extração do sal em Cabo Frio. Rev. Bras.Geografia,v.37, n.4, p.23-109.

BEZERRA, F.H.R.; MELLO, C.L., SUGUIO, K. (2006). A Formação Barreiras: Recentes Avanços e Antigas Questões. Geologia USP. São Paulo - SP. Série Científica, v.6, n.2, p. iii-vi.

BRASILEIRO, P.S., YONESHIGUE-VALENTIN, Y., BAHIA, R.G., REIS, R.P., AMADO FILHO, G.M. (2009). Algas Marinhas Bentônicas da Região de Cabo Frio e Arredores: Síntese do Conhecimento. Rodriguésia, v.60, n.1, p.039-066.

BUENO, C., (2004). A Flora da APA da Serra de Sapatiba. In: MANSUR, D. Serra da Sapatiba: Patrimônio Geológico, Ecológico e Cultural da Região dos Lagos. Iguaba Grande: IPEDS, p.20-31.

BUENO, C., (2007a). Vegetação da APA do Pau Brasil. In: MANSUR, D. APA do Pau Brasil: Patrimônio Histórico, Econômico e Ambiental da Região dos Lagos. Iguaba Grande: IPEDS, p.27-31.

BUENO, C., (2007b). Fauna da APA do Pau Brasil. In: MANSUR, D. APA do Pau Brasil: Patrimônio Histórico, Econômico e Ambiental da Região dos Lagos. Iguaba Grande: IPEDS, p.32-36.

CABRAL, J.S.P. (2008). Movimento das Águas Subterrâneas. In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Org. FEITOSA, F.A.C., et al. 3^oed. Rio de Janeiro - RJ. CPRM: labhid. p.77-91.

Censo Demográfico (2010). Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Último acesso em: 12/11/2013.

CINTRÓN, G.; LUGO A.E. & MARTINEZ, R. (1980). Structural and functional properties of Mangrove Forests. In: Annals of the Symposium Signaling the Complexion of the "Flora of Panama". Panamá. University of Panama, p. 53-67.

CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (1983). Introducción a la ecología del manglar. UNESCO/ROSTLAC, Montevideo. 109p.

CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ-FILHO, A.; CAMPOS, D.A.(Eds.) (2000).Tectonic Evolution of South America, Rio de Janeiro. 31st International Geological Congress. p 287–310.

CPRM (2013). Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Último acesso em: 12/11/2013.

CUSTODIO, E. & LLAMAS, M.R. (1983). Hidrologia Subterrânea. Ed. Omega, 2ª ed. Barcelona.

DANTAS, H.G.R. (2005). Paisagem e Vegetação do Município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro - RJ. Dissertação de Mestrado. JBRJ.

DANTAS, H.G.R.; LIMA, H.C.; BOHRER, C.B.A. (2009). Mapeamento da Vegetação e da Paisagem do Município de Armação de Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. Rodriguésia, v.60, n.1, p.25-38.

DIAS, F.F.; CASTRO, J.W.A.; SEOANE, J.W.S.; CAMARGO, L.H.R. (2009). Indicadores de Mudanças Climáticas e de Variações do Nível do Mar na Costa do Rio de Janeiro: Aquecimento ou resfriamento. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, v.1, n.1, p.21-32.

DOMINGUEZ, J.M.L. (2011). A Evolução Pós-Barreiras da Zona Costeira Leste do Brasil. ABEQUA. Armação de Búzios -RJ.

DRM-RJ (2013). Disponível em: <www.drm.rj.gov.br>. Último acesso em: 12/11/2013.

FEITOSA, F.A.C. (2008). Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Org. FEITOSA, F.A.C., et al. 3^oed. Rio de Janeiro - RJ. CPRM: labhid. 812 p.

FEITOSA, F.A.C. & DEMÉTRIO, J.G.A. (2008). Teste de Bombeamento em Poços Tubulares. In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Org. FEITOSA, F.A.C., et al. 3^oed. Rio de Janeiro - RJ. CPRM: labhid. p.501-523.

FEITOSA, E.C. & FEITOSA, F.A.C. (2008). Metodologia Básica de Pesquisa de Água Subterrânea. In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Org. FEITOSA, F.A.C., et al. 3^oed. Rio de Janeiro - RJ. CPRM: labhid. p.179-207.

FERNANDES, M.E.B. (2003). Os Manguezais da Costa Norte Brasileira. Fundação Rio Bacanga. 142p.

FERNANDES, R.T.V. (2012). Recuperação de Manguezais. Rio de Janeiro - RJ. Ed. Interciência. 92p.

FIDERJ, (1978). Indicadores Climatológicos do Estado do Rio de Janeiro. Governadoria do Estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (SECPLAN), Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro (FIDERJ). Sistemas de Informação para o Planejamento Estadual (SIPE). Rio de Janeiro - RJ. 156 p.

FONSECA, M.J.G.; HEILBRON, M.; CHRISPIM, S. (1984). Geologia estrutural da área de Cabo Frio e Armação dos Búzios. In: 33^oCongresso Brasileiro Geologia. Rio de Janeiro - RJ. SBG, Anais, v. XII, p.5393-5424.

FREITAS, I.M. (2006). Efeitos Ambientais de Barragens Subterrâneas na Microbacia do Córrego Fundo, Região dos Lagos/RJ. Dissertação de Mestrado. UFF. 110p.

FUNDAÇÃO CIDE (2001). Disponível em: <http://www.cide.rj.gov.br/cide/mapas_regiao.php>. Último acesso em: 12/11/2013.

GARCIA-CORTÉS, A.G. (1996). Inventario del Patrimonio Geológico. In: Ministério de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Sociedad Española de Geología Ambiental

y Ordenación del Territorio, Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España (ed.). El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización. Madrid. Serie monografías. p.53-60.

GIAPÍÁ, C.E.Q. & GONÇALVES, V.G. (2006). Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos. São Paulo - SP. Ed. Signus.

GOOGLE EARTH, (2013). Disponível em: <www.google.com/intl/pt-PT/earth>. Último acesso em: 12/11/2013.

HEILBRON, M., MOHRIAK, W., VALERIANO, C.M., MILANI, E., ALMEIDA, J.C.H., TUPINAMBÁ, M., (2000). From collision to extension: the roots of the south-eastern continental margin of Brazil. In: TALWANI & MOHRIAK (Eds). Atlantic Rifts and Continental Margins. Washington - USA. American Geophysical Union. Geophysical Monograph Series, 115, p.1-34.

HEILBRON, M. & MACHADO, N. (2003). Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira orogen (SE Brazil). Precambrian Research, v.125, p.87-112.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS-NETO, M.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J.; JANASI, V.C., (2004). A Província Mantiqueira. In: V. MANTESSO-NETO; A. BARTORELLI; C.D.R., CARNEIRO; B.B., BRITO-NEVES. (Eds). O Desvendar de um Continente: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca Produções Culturais Ltda. Cap XIII. p.203-234.

HENRIQUES, M.P., et al. (2012). Caracterização Estrutural das Florestas de Mangue da Estação Ecológica da Guanabara – Rio de Janeiro - RJ. Revista Saúde e Amb. Unigranrio. Duque de Caxias-RJ.

HERZ, R. (1987). A regional program on coastal monitoring and management of mangrove in Brazil. In: 5^oSymposium on Coastal and Ocean Management. Seattle - USA. American Society of Civil Engineers. v.2, p. 2262-2268.

IBGE (2004). Dimensão Ambiental: Oceanos, Mares e Áreas Costeiras. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.

IBGE (2011). Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil.

IBGE (2013). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Último acesso em 12/11/2013.

KJERFVE, B. (1990). Manual for Investigation of Hydrological Processes in Mangrove Ecosystems. WMU - UNESCO - UNDP.

KRAUSKOPF, K.B. (1972). Introdução à Geoquímica. Editora Polígono S.A. São Paulo - SP.

LAS CASAS REBELO, V.A. (2012). Caracterização Geológica e Hidrogeológica da Região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ) como Patrimônio Geológico do Brasil. XXXIV Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Artística e Cultural UFRJ.

LAS CASAS REBELO, V.A. (2013). Caracterização Hidrogeoquímica da região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ). XXXV Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Artística e Cultural UFRJ.

LAS CASAS REBELO, V.A.; MANSUR, K.L.; SILVA JR., G.C. (2013). O papel da ciência na Geoconservação: o caso exemplar do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, Brasil. II Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico. Ouro Preto - MG.

LAS CASAS REBELO, V.A.; MANSUR, K.L.; SILVA JR., G.C.; GODOY, J.M.O. (2013). Caracterização hidrogeológica do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. 13^o Simpósio de Geologia do Sudeste. Juiz de Fora - MG.

LOGAN, J. (1965). Interpretação de Análises Químicas de Água. Recife - PE. U.S. Agency for Internacional Development. 67p.

LOWSBY, M. (2000). Estudo da intrusão salina no aquífero costeiro de Piratininga, Região Oceânica do município de Niterói - RJ. Dissertação de Mestrado. UFRJ.

LUGO, A.E. & SNEDAKER, S.C. (1974). The Ecology of Mangroves. Annual Review of Ecology and Systematics.

MACHADO, N.; VALLADARES, C.; HEILBRON, M.; VALERIANO, C. (1996). U-Pb geochronology of the central Ribeira belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian orogeny. Precambrian Research, v.79, n.3-4, p.347-361.

MANSUR, K.L.; SILVA, A.S.; VIEIRA, H.de M.; FERREIRA, A.P.da S. (2006). Parecer sobre delimitação de Áreas de Preservação Permanente no município de Armação dos Búzios - RJ. DRM-RJ.

MANSUR, K.L. (2010). Diretrizes para a Geoconservação do Patrimônio Geológico do Estado do Rio de Janeiro: o caso do Domínio Tectônico de Cabo Frio. Tese de Doutorado. UFRJ.

MANSUR, K.L. (2011). Singularidade Geológica, Ambiental e Cultura de Armação dos Búzios: a Falha do Pai Vitório e o Mangue de Pedra da Praia Gorda. DRM-RJ.

MANSUR, K.L. (2012). Monumento Natural do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, RJ. Parecer sobre a Relevância da criação de uma Unidade de Conservação e sobre seus limites com base no valor Patrimonial do Geossítio.

MANSUR, K.L., GUEDES, E.; SILVA JR., G.C., LAS CASAS REBELO, V.A. (2012). Groundwater and Biodiversity: the singular case of the Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, State of Rio de Janeiro, Brazil. 22nd Salf Water Intrusion Meeting – SWIM. Armação dos Búzios – RJ.

MATTIODA, J.L.F. (2005). Considerações Morfo-Estruturais ao largo da Ponta do pai Vitório – Búzios – RJ. Tese de Mestrado. UERJ.

MELO, M.S. et al (1985). Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Geociências - USP. São Paulo - SP. v.15, n.3, p.193-201.

MILANI, E.J. & THOMAZ-FILHO, A. (2000). Sedimentary Basins of South America. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ-FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Eds.). 31°Tectonic Evolution of South America. 31°International Geological Congress. Rio de Janeiro - RJ. p.389-449.

MILANI, E.J. & ZALÁN, PV. (1999). An Outline of the Geology and Petroleum Systems of the Paleozoic Interior Basins of South America. Episodes, v.22, n. 3, p.199-205.

MOHRIAK, W.U. & BARROS, A.Z. (1990). Novas evidências de tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil: o gráben de Barra de São João na plataforma continental de Cabo Frio, Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Geociências, v.20, n.1-4, p.187- 196.

MOHRIAK, W.U. (2004). Recursos energéticos associados à ativação tectônica mesozóico-cenozóica da América do Sul. In: MANTESSO-NETO, V, BARTORELLI, A., CARNEIRO, C.D.R. , BRITO-NEVES, B.B. (Eds.). Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca Produções Culturais Ltda. Cap.XVIII, p.293-318.

MORAES, R.M.O. (2001). Estudo Faciológico da Formação Barreiras na Região entre Maricá e Barra de Itabapoana, Estado do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado. UFRJ.

MORAES, R.M.O. & MELLO, C.L. (2003). Ponto de Interesse Geológico: Praia Rasa. Projeto Caminhos Geológicos. Disponível em: <<http://www.caminhosgeologicos.rj.gov.br>>. Último acesso em: 12/11/2013.

MORAES, R.M.O.; MELLO, C.L.; COSTA, F.O.; SANTOS, P.F. (2006). Facies Sedimentares e Ambientes Depositionais Associados aos Depósitos da Formação Barreiras no

Estado do Rio de Janeiro. São Paulo - SP. Rev. do Inst. de Geociências – USP. Sér. Cient., v.6, n.2, p.19-30.

MUEHE, Dieter & VALENTINI, Enise (1998). O Litoral do Estado do Rio de Janeiro: Uma Caracterização Físico Ambiental. Rio de Janeiro - RJ. Fundação de Estudos do Mar.

NASCIMENTO, L.C.; ROCHA, T.B.; FERNANDEZ, G.B. (2011). Mapeamento de Uso e Cobertura do Solo como subsídio à Gestão da Orla Marítima do município de Armação dos Búzios, RJ - Brasil. Curitiba - PR. Anais XV Simp. Bras. de Sens. Rem., p.5009.

OLIVEIRA, A.E.S. (2007). Caracterização do Mangue da Praia Gorda, Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro - RJ. Revista Cient. Cent. Univ. Barra Mansa – UBM. Barra Mansa - RJ.

PEREIRA FILHO, O. & ALVES, J.R.P. (1999). Conhecendo o Manguezal. Apostila técnica, Grupo Mundo da Lama, RJ. 4a ed. 10p.

PINTO, V.H.G.; SCHMITT, R.S.; MOHRIAK, W.U. (2005). Estruturas da região continental emersa da Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro, e sua continuação para a plataforma continental. In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador - BA. 6p.

QUEIRÓZ, M.A. & OLIVEIRA, J.A.D. (1980). Mapa geológico da Folha Araruama. Projeto Carta Geológica do Rio de Janeiro em escala 1:50.000. Niterói: DRM.

RAMOS, R.R.C.; CASTRO, J.W.A.; SENA, R.A. Terraço marinho da praia de José Gonçalves, município de Armação dos Búzios/RJ: evidência de variação do nível do mar holocênica no litoral do Rio de Janeiro. ABEQUA. Guarapari - ES. Anais, 6p.

REIS, A.P. & LICHT, O.B. (1982). Mapa Geológico das Folhas Morro de São João e Barra de São João. DRM-RJ. Projeto Cartas Geológicas do Estado do Rio de Janeiro.

REIS, A.P.; NUNES, H.H.R.; CHIAVEGATTO, J.R.S.; LIMA P.R.A.; ROCHA R.L.S. (1980). Geologia e Recursos Minerais das Folhas de Cabo Frio e Farol do Cabo. Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Niterói: DRM.

RUBIN, I.N. & ALMEIDA, J.C.H. (2003). Petrografia de Brechas Tectônicas - Um Modelo de Descrição e Classificação. In: 3º International Symposium on Tectonics. Armação dos Búzios. Boletim de Resumos. SBG, v.1, p.149-152.

RUBIN, I.N.; ALMEIDA, J.C.H.; VALLADARES, C.S. (2003). Falha do Pai Vitório: Anatomia do limite de um graben. In: 8º Simpósio de Geologia do Sudeste. São Pedro - SP. Anais. SBG, p.89.

SANTIAGO, M.F.; FRISCHKON, H.; SILVA, C.M.S.V. (2005). Métodos Isotópicos. In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Org. FEITOSA, F.A.C., et al. 3ºed. Rio de Janeiro - RJ. CPRM: labhid. p.255-271.

SANTIAGO, N.de L.; GUERRA, J.V.; VILELA, C.G. (2011). Análise Sedimentológica de Praias Arenosas situadas entre a Ponta do Farol (Cabo Frio) e a Ponta da Emerência (Búzios, RJ). ABEQUA. Armação de Búzios - RJ.

SANTOS, M. (1998). A Urbanização Brasileira. 2ºed. São Paulo - SP. Ed. HUCITEC. 157p.

SANTOS, A.C. (2008). Noções de Hidroquímica. In: In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Org. FEITOSA, F.A.C., et al. 3ºed. Rio de Janeiro - RJ. CPRM: labhid. p.325-357.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (1995). Introdução. Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar. São Paulo - SP. Caribbean Ecological Research.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M.L.G.; DE-ROSA, T.M. (2000). Brazilian Mangroves. Aquatic Ecosystem Health and Management. Amsterdam. v. 3, n. 4, p. 561-570.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; COELHO, Jr.C.; DE-ROSA, T.M. (2001). Manguezais. São Paulo: Editora Ática.

SCHMITT, R.S. (2001). A origem de Búzios: Um evento Tectono-Metamórfico Cambro-Ordoviciano caracterizado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, Faixa Ribeira – Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. UFRJ.

SCHMITT, R.S.; TROUW, R.A.J.; VAN-SCHUMUS, W.R.; PIMENTEL, M.M. (2004). Late Amalgamation in the central part of Western Gondwana: New Geochronological Date and the Characterization of a Cambrian Collision orogeny in the Ribeira Belt (SE, Brazil). *Precambrian Research*, v.133, p.29-61.

SCHMITT, R.S.; FRIMMEL, H.; FAIRCHILD, T. (2008). Neoproterozoic-Early Paleozoic events in Southwest Gondwana: Introduction. *Gondwana Research*, v.13, p.435-436.

SCHMITT R.S.; TROUW, R.A.J.; VAN SCHMUS, W.R.; PASSCHIER, C.W. (2008a). Cambrian orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil) and correlations within West Gondwana: ties that bind underwater. In: PANKHURST, R.J; TROUW, R.A.; BRITO NEVES, B.B.; DE WIT, J.J. Eds. *West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region*. London: Geological Society of London, Special Publications, v. 294, p.279-296.

SCHMITT, R. S.; TROUW, R. A.J.; MEDEIROS, S.R.; DANTAS, E. L. (2008b). Age and geotectonic setting of a Late-Neoproterozoic amphibolite and paragneiss association from southeastern Brazil based on geochemistry and Sm-Nd data. *Gondwana Research*, v.13, p.502-515.

SCHMITT, R.S.; GÓES, N.F.B.; MORAES, J.M.; GERALDES, M.C.; GUERRA, J.V.; MELLO, C.L.; MORAIS, R.M.O.; MENDES, J.C.; HEILBRON, M.; ALMEIDA, J.C.H.; TETZNER, W. (2010). Unidades Litoestratigráficas. In: SCHMITT, et al. *Geologia das*

Folhas Cabo Frio e Rio das Ostras. Capítulo 3. Programa Geologia do Brasil - PRONAGEO. CPRM-UERJ.

SEABRA, V.S.; SILVA JR., G.C.; CRUZ, C.B.M . (2008). The Use of Geoprocessing to Assess Vulnerability on the East Coast Aquifers of Rio de Janeiro State, Brazil. *Environmental Geology*, Berlin, v.55, p.1345-6.

SICHEL, S.E; ALVES, E.C.; SPERLE, M.D.; ARAUJO, A.N.; CHIANELLO, E.L. (1997). Geocronologia dos Maciços Alcalinos de Itatiaia, Tanguá, Rio Bonito, Morro de São João e Ilha de Cabo Frio (RJ) e a Natureza do Lineamento Alcalino de Cabo Frio. 5º Simpósio Brasileiro do Sudeste. Penedo/Itatiaia - RJ. Atas, SBG, p. 62 -64.

SICHEL, S.E.; SCHMITT, R.S.; ALVES, E.C.; ARAÚJO, A.L.N.; GUERRA, J.V.; SAVI, D.C.; SKREPNEK, C.; STANTON, N.S.G. (2005). Registro da atividade magmática meso-cenozóica nas Ilhas offshore do Alto de Cabo Frio. Guia de Excursão. III Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados. Cabo frio. p.1-23.

SILVA JR, G.C. (2003) Relatório Final do Projeto Estudo de aquíferos costeiros no leste do Estado do Rio de Janeiro. (Proc. Número 478975/2001-5). Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>> Último acesso em: 12/11/2013.

SOARES, M.L.G. (1997). Estudo da Biomassa Aérea de Manguezais do Sudeste do Brasil - Análise de Modelos. Tese de Doutorado. USP.

SOFFIATI, A. (2011). Os Manguezais de Búzios. Boletim do Obs. Amb. Alberto Ribeiro Lamego. Campos dos Goytacazes - RJ. v.5, n.1, p.11-33.

SOFFIATI, A., (2012). Parecer sobre a proteção do “Mangue de Pedra”, no município de Búzios, por um Monumento Natural. Campos dos Goytacazes - RJ.

SOUZA, C.R.G. & FERNANDES, A.C.S. (Eds.) (2006). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Disponível em <<http://sigep.cprm.gov.br/sitios.htm>>. Último acesso em: 12/11/2013.

TAVARES, A.C.A.; BULHÕES, E.; ESTRADA, A.F.D. (2010). Distribuição de Fácies Sedimentares e Tendências de Transporte de sedimentos na Enseada de Manguinhos, Armação dos Búzios, RJ. Recife - PE. Revista de Geografia: UFPE. VIII SINAGEO, n.2.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.M.; TAIOLI, F. (2000). Decifrando a Terra. 2ªed. Companhia Ed. Nacional.

TETZNER, W. (2002). Tectônica, petrografia e geoquímica dos diques toleíticos do Cabo de Búzios (RJ). Dissertação de Mestrado. UERJ. 88p.

THOMAZ-FILHO, A. & RODRIGUES, A.L. (1999) O Alinhamento de Rochas Alcalinas Poços de Caldas-Cabo Frio (RJ) e sua continuidade sa Cadeia Vitória-Trindade. Revista Brasileira de Geociências, v.29, n. 2, p.189-194.

THOMAZ FILHO, A.; MIZUSAKI, A.M.P.; ANTONIOLI, L. (2008). Magmatismo nas bacias sedimentares brasileiras e sua influência na geologia do petróleo. Revista Brasileira de Geociências, v.38, n.2 / suplemento, p.128-137.

TROMPETTE, R. (1994). Geology of Western Gondwana 2.000-500 Ma. The Pan-African Brasileiro Amalgamation of South America and Adjacent África. Rotterdam, Balkema. 366 p.

TROUW, R.A.J.; HEILBRON, M.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.V.P.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M.; ANDREIS, R.R. (2000). The central segment of the Ribeira Belt. In: CORDANI, U.G.; MILANIE, E.J.; THOMAZ-FILHO, A. (eds.) Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro - RJ. p.287-310.

TUNDISI, J.G. (2003). Água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, IIE, 248p.

TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; DUARTE, B.P.; NOGUEIRA, J.R.; VALLADARES, C.; ALMEIDA, J.C.H.; SILVA, L.G.E.; MEDDEIROS, S.R.; ALMEIDA, C.G.; MIRANDA, A.; RAGATKY, C.D.; MENDES, J. LUDKA, I. (2007). Geologia da Faixa

Ribeira Setentrional: Estado da Arte e Conexões com a Faixa Aracuaí. *Geonomos*, v.15, n.1, p.67-79.

TURCQ, B.; MARTIN, L.; FLEXOR, J.M.; SUGUIO, K.; PIERRE, C.; TASAYCO ORTEGA, L. (1999). Origin and evolution of the Quaternary coastal plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In: KNOOPERS, B.; BIDONE, E.D.; ABRAÃO, J.J. (eds.): Environmental geochemistry of coastal lagoon systems of Rio de Janeiro, Brazil. Rio de Janeiro - RJ. UFF. *Geoquímica Ambiental*. p.25-46.

VIANA, S.M.; VALLADARES, C.S.; DUARTE, B.P. (2008). Geoquímica dos ortognaisses do Complexo Região dos Lagos, Araruama-Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v.38, n.3, p.488-500.

WALSH, G.E. (1974). Mangroves: a Review. In: R.J., RAIMOND & W.H., QUEEN (Eds). *Ecology of Halophytes*. Academic Press, Inc.

WALTER, P.H., MELLO, C.L.; CHRISMANN, J.V.V.; RODRIGUES, L.O.M. (2011). Análise Faciológica de Depósitos da Formação Barreiras (?) na Região dos Lagos, entre Maricá e Saquarema (Rio de Janeiro). ABEQUA. Armação de Búzios - RJ.

WEBER, W. (Org.) (2001). *Ambiente das Águas no Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro - RJ. FEMAR - SEMADS.

ZALÁN, P.V. & OLIVEIRA, J.A.B. (2005). Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v.13, n.2, p.269-300.

Apêndice A – Autorização para Desenvolvimento de Pesquisa.



AUTORIZAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA NA ÁREA DO PARQUE NATURAL DOS CORAIS DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS

PESQUISADOR

Nome Completo: Kátia Leite Mansur e Gerson Cardoso da Silva Jr
CPF: 677253847-15 (Kátia Mansur) / 754719657-87 (Gerson Cardoso)

Identidade: 04029555-2 IFP-RJ (Kátia Mansur) / 04692475-9 IFP-RJ (Gerson Cardoso)

Celular: (21)9938-2018 (Kátia Mansur) / (21)9746-6863 (Gerson Cardoso)

E-mail: katia@geologia.ufrj.br / gerson@acd.ufrj.br

INSTITUIÇÃO DE VÍNCULO PROFISSIONAL

Nome: UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Unidade: Instituto de Geociências

Departamento: Departamento de Geologia

Endereço: Avenida Athos da Silveira Ramos, 274, Prédio do CCMN, Bloco G - Campus Ilha do Fundão (Cidade Universitária)

Cidade: Rio de Janeiro Estado: RJ CEP: 21.941-916

Telefone: (21) 2598-9464; 2598-9481

TITULO PROJETO

Levantamento e monitoramento de parâmetros relativos à salinidade para caracterização da contribuição de água subterrânea ao ecossistema do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, RJ.

TIPO DE PESQUISA: Socioambiental Biológica Outra

Material Biológico: Com coleta Sem coleta

Tipo e Destino do Material coletado: Água subterrânea e superficial

Destino do Material Biológico:

Previsão de Coleta de Material Biológico:

Taxon: Quantidade:

Taxon: Quantidade:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS
SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E PESCA

RESUMO DO PROJETO

O projeto tem como objetivo caracterizar a contribuição da água subterrânea ao ecossistema do Mangue de Pedra, em Armação dos Búzios. Serão coletadas amostras de água superficial (ex.: mar e lagoas) e subterrânea (poços e nascentes) para identificação de parâmetros hidro-geoquímicos como condutividade elétrica, pH e Eh, além de caracterização de dados sobre nível d'água subterrânea nos poços. Um inventário dos poços existentes na região (se houver) também deverá ser realizado.

Será necessária a perfuração de 3 ou 4 poços para monitoramento dos parâmetros em zonas próximas ao mar, de forma a verificar o comportamento da salinidade no que diz respeito às marés, ressacas e, também, à contribuição de água doce associada ao aquífero.

A pesquisa é parte do Trabalho de Conclusão de Curso da aluna Vivian Las Casas (cpf:037.733.147/36 _ tel:(21)9581.6062)

TERMO DE COMPROMISSO:

- 1- apresentar relatório de campo até no máximo 30 (trinta) dias após seu término, informando datas de realização, participantes, meios de coleta, avaliação preliminar do material coletado etc.
- 2- encaminhar resultados da pesquisa para a Secretaria de Meio Ambiente e da Pesca de Armação dos Búzios, preferencialmente em meio impresso, de todas as formas de publicação (relatórios para órgãos de fomento, publicações, monografias, dissertações e teses, resumos de congresso, etc.).

Local:

Data: / / .

Kátia Leite Mansur

.....
responsável pelo projeto de pesquisa

Autorizo, em / / .

.....
Gestor da Unidade



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS
SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E PESCA

Apêndice B – Tabelas.

Medidas realizadas em Campo - Mangue de Pedra - Búzios - RJ:									
05/04/2012	Pontos		Coordenados UTM		ORP (EH)	Ph	TDS g/L	% NaCl	CE m S/cm
		Furo a trado no Mangue de Pedra	24k	195573	7482958	182,00	7,59	2,42	9,50
	Poça de maré baixa na Praia Gorda	24k	195575	7482973	131,00	7,99	15,80	64,60	31,60
	Praia Gorda 1	24k	195613	7483027	85,00	8,44	21,40	83,90	42,80
	Furo a trado na face da Praia Gorda	24k	195425	7482990	91,00	7,86	18,70	73,50	37,60
	Nascente no Mangue de Pedra_1° medida	24k	195557	7482947	-142,00	6,09	2,22	8,70	4,44
	Lagoa da Baía Formosa	24k	194260	7481199	54,00	7,64	1,93	-	3,95
Total de 6 medidas em campo									
05/06/2012	Pontos		Coordenados UTM		ORP (EH)	Ph	TDS g/L	% NaCl	CE m S/cm
		Lagoa de Ararurama	23k	795660	7472697	79,00	8,43	32,90	128,70
	Foz do Rio Una	24k	193165	7484896	71,00	7,18	6,51	25,50	13,05
	Praia na Foz do Rio Una	24k	193227	7484868	86,00	7,48	12,76	50,00	25,53
	Foz do Riacho da Praia da Rasa	24k	194624	7483260	61,00	7,59	1,43	5,60	2,86
	Praia da Rasa_Esq. da Foz	24k	194618	7483263	59,00	8,35	21,40	83,90	42,90
	Praia da Rasa_Dir. da Foz	24k	194624	7483263	46,00	8,30	13,60	53,20	27,20
	Praia da Falha do Pai Vitório	24k	196148	7482765	53,00	8,47	23,20	90,60	46,70
	Praia Manguinhos	24k	201015	7479096	55,00	8,43	24,40	95,40	48,90
	Praia da Tartaruga	24k	201848	7480507	61,00	8,51	24,60	96,00	49,30
	Lagoa do Canto	24k	202999	7480602	216,00	7,30	0,54	21,00	1,07
	Praia do Canto	24k	202898	7480724	8,00	8,45	23,60	92,40	47,20
	Praia João Fernandes	24k	204536	7482116	30,00	8,50	23,20	90,90	46,20
	Praia Brava	24k	204992	7480774	70,00	8,46	25,00	98,00	50,00
	Praia do Forno	24k	204710	7480052	97,00	8,48	25,10	98,40	50,30
	Praia da Foca_c/ Mangue	24k	204409	7479648	95,00	8,57	25,30	99,10	50,70
	Praia da Foca_s/ Mangue	24k	204377	7479598	88,00	8,54	23,30	91,10	46,50
	Praia da Ferradura	24k	203935	74791790	95,00	8,48	25,20	98,80	50,50
	Lagoa da Ferradura	24k	203383	7479331	90,00	8,42	1,03	4,10	2,08
	Praia de Geribá	24k	201646	7478100	103,00	8,45	23,70	92,60	47,30
	Lagoa de Geribá_1° medida	24k	200953	7478661	8,00	10,28	1,74	6,80	3,48
Total de 20 medidas em campo									
02/08/2012	Pontos		Coordenados UTM		ORP (EH)	Ph	TDS g/L	% NaCl	CE m S/cm
		Poço 1_Sr. Luiz	24k	195733	7482572	133,00	6,13	0,48	1,90
	Poço 2_Sra. Hilda	24k	195722	7482507	275,00	4,91	0,72	2,80	1,43
	Poço 3_Sr. Manuel	24k	194647	7482254	114,00	6,50	0,66	2,60	1,32
	Poço 4_Campo de Futebol	24k	194625	7482215	127,00	7,21	0,61	2,40	1,23
	Poço 5_Sra. Edineia	24k	194813	7482284	Poço desativado.				
	Poço 6_Sra. Maria Gonçalves	24k	194788	7482275	208,00	5,51	0,30	1,10	0,60
	Poço 7_Sr. Valter	24k	195650	7482677	118,00	6,54	1,62	6,30	3,24
	Poço 8_Sr. Napoleão	24k	195640	7482685	202,00	5,63	0,75	2,90	1,49
	Poço 9_Sr. Tatiana	24k	195710	7482610	183,00	6,14	0,67	2,60	1,34
Total de 7 medidas em campo									
03/08/2012	Pontos		Coordenados UTM		ORP (EH)	Ph	TDS g/L	% NaCl	CE m S/cm
		Lagoa de Geribá_2° medida	24k	200953	7478661	57,00	10,12	1,21	4,70
	Nascente no Mangue de Pedra_2° medida	24k	195557	7482947	16,00	6,14	1,63	6,40	3,26
	Lajedo da Brecha 1	24k	195350	7483014	13,00	7,95	24,30	95,40	48,60
	Lajedo da Brecha 2	24k	195327	7483031	18,00	8,25	24,00	94,00	48,10
	Lajedo da Brecha 3	24k	195270	7483040	42,00	8,71	24,90	97,30	49,80
	Praia Gorda 2	24k	195167	7483090	51,00	8,49	25,00	98,00	50,10
	Praia Gorda 3	24k	195060	7483172	60,00	8,28	24,70	96,70	49,40
	Praia Gorda 4	24k	194953	7483256	54,00	9,13	25,20	98,60	50,40
	Empreendimento Reserva 95_Nascente 1	24k	194736	7483217	71,00	8,62	0,60	2,30	1,20
	Empreendimento Reserva 95_Nascente 2	24k	194754	7483214	73,00	8,57	0,45	1,80	0,91
Total de 10 medidas em campo									
08/11/2012	Pontos		Coordenados UTM		ORP (EH)	Ph	TDS g/L	% NaCl	CE m S/cm
		Poço 10_Sr. Adilson	24k	194649	7482367	232,00	4,09	0,75	2,90
	Poço 11_Rua	24k	195650	7482690	207,00	4,95	1,53	6,00	3,05
	Poço 12_Sr. Severino	24k	195760	7482508	202,00	5,32	0,66	2,60	1,32
Total de 3 medidas em campo									
Foram realizadas 46 medidas dos parâmetros da qualidade da água em campo.									

Tabela usada para confecção dos Gráficos e Mapas - Mangue de Pedra - Búzios - RJ:

n°	Pontos_Mangue de Pedra e Nascentes	Fuso	Latitude	Longitude	ORP (Eh)	ORP (Eh)/1000	pH	TDS g/L	% NaCl	CE mS/cm		
1	Furo a trado no Mangue de Pedra	24k	195573	7482958	182,00	0,18	7,59	2,42	9,50	4,84		
2	Poça de maré baixa na Praia Gorda	24k	195575	7482973	131,00	0,13	7,99	15,80	64,60	31,60		
3	Praia Gorda 1	24k	195613	7483027	85,00	0,09	8,44	21,40	83,90	42,80		
4	Praia Gorda 2	24k	195167	7483090	51,00	0,05	8,49	25,00	98,00	50,10		
5	Praia Gorda 3	24k	195060	7483172	60,00	0,06	8,28	24,70	96,70	49,40		
6	Praia Gorda 4	24k	194953	7483256	54,00	0,05	9,13	25,20	98,60	50,40		
7	Furo a trado na face da Praia Gorda	24k	195425	7482990	91,00	0,09	7,86	18,70	73,50	37,60		
8	Nascente no Mangue de Pedra_Média (*)	24k	195557	7482947	-63,00	-0,06	6,12	1,93	7,55	3,85		
9	Lajedo da Brecha 1	24k	195350	7483014	13,00	0,01	7,95	24,30	95,40	48,60		
10	Lajedo da Brecha 2	24k	195327	7483031	18,00	0,02	8,25	24,00	94,00	48,10		
11	Lajedo da Brecha 3	24k	195270	7483040	42,00	0,04	8,71	24,90	97,30	49,80		
12	Gran Reserva 95_Nascente 1	24k	194736	7483217	71,00	0,07	8,62	0,60	2,30	1,20		
13	Gran Reserva 95_Nascente 2	24k	194754	7483214	73,00	0,07	8,57	0,45	1,80	0,91		
n°	Pontos_Foz, Praias e Lagoas de Búzios	Fuso	Latitude	Longitude	ORP (Eh)	ORP (Eh)/1000	pH	TDS g/L	% NaCl	CE mS/cm		
—	Lagoa de Ararurama	23k	795660	7472697	79,00	0,08	8,43	32,90	128,70	65,70		
14	Foz do Rio Una	24k	193165	7484896	71,00	0,07	7,18	6,51	25,50	13,05		
15	Praia na Foz do Rio Una	24k	193227	7484868	86,00	0,09	7,48	12,76	50,00	25,53		
16	Foz do Riacho da Praia da Rasa	24k	194624	7483260	61,00	0,06	7,59	1,43	5,60	2,86		
17	Praia da Rasa_Esq. da Foz	24k	194618	7483263	59,00	0,06	8,35	21,40	83,90	42,90		
18	Praia da Rasa_Dir. da Foz	24k	194624	7483263	46,00	0,05	8,30	13,60	53,20	27,20		
19	Praia da Falha do Pai Vitório	24k	196148	7482765	53,00	0,05	8,47	23,20	90,60	46,70		
20	Praia Manguinhos	24k	201015	7479096	55,00	0,06	8,43	24,40	95,40	48,90		
21	Praia da Tartaruga	24k	201848	7480507	61,00	0,06	8,51	24,60	96,00	49,30		
22	Lagoa do Canto	24k	202999	7480602	216,00	0,22	7,30	0,54	21,00	1,07		
23	Praia do Canto	24k	202898	7480724	8,00	0,01	8,45	23,60	92,40	47,20		
24	Praia João Fernandes	24k	204536	7482116	30,00	0,03	8,50	23,20	90,90	46,20		
25	Praia Brava	24k	204992	7480774	70,00	0,07	8,46	25,00	98,00	50,00		
26	Praia do Forno	24k	204710	7480052	97,00	0,10	8,48	25,10	98,40	50,30		
27	Praia da Foca_c/ Mangue	24k	204409	7479648	95,00	0,10	8,57	25,30	99,10	50,70		
28	Praia da Foca_s/ Mangue	24k	204377	7479598	88,00	0,09	8,54	23,30	91,10	46,50		
29	Praia da Ferradura	24k	203935	74791790	95,00	0,10	8,48	25,20	98,80	50,50		
30	Lagoa da Ferradura	24k	203383	7479331	90,00	0,09	8,42	1,03	4,10	2,08		
31	Praia de Geribá	24k	201646	7478100	103,00	0,10	8,45	23,70	92,60	47,30		
32	Lagoa de Geribá_Média	24k	200953	7478661	32,50	0,03	10,20	1,47	5,75	2,95		
33	Lagoa da Baía Formosa	24k	194260	7481199	54,00	0,05	7,64	1,93	—	3,95		
n°	Pontos_Poços Inventariados	Fuso	Latitude	Longitude	ORP (Eh)	ORP (Eh)/1000	pH	TDS g/L	% NaCl	CE mS/cm		
34	Poço 1_Sr. Luiz (*)	24k	195733	7482572	133,00	0,13	6,13	0,48	1,90	0,96		
35	Poço 2_Sra. Hilda	24k	195722	7482507	275,00	0,28	4,91	0,72	2,80	1,43		
36	Poço 3_Sr. Manuel (*)	24k	194647	7482254	114,00	0,11	6,50	0,66	2,60	1,32		
37	Poço 4_Campo de Futebol (*) (**)	24k	194625	7482215	127,00	0,13	7,21	0,61	2,40	1,23		
38	Poço 5_Sra. Edinéia	24k	194813	7482284	Poço desativado.							
39	Poço 6_Sra. Maria Gonçalves (*)	24k	194788	7482275	208,00	0,21	5,51	0,30	1,10	0,60		
40	Poço 7_Sr. Valter (*)	24k	195650	7482677	118,00	0,12	6,54	1,62	6,30	3,24		
41	Poço 8_Sr. Napoleão (*)	24k	195640	7482685	202,00	0,20	5,63	0,75	2,90	1,49		
42	Poço 9_Sr. Tatiana	24k	195710	7482610	183,00	0,18	6,14	0,67	2,60	1,34		
43	Poço 10_Sr. Adilson (*)	24k	194649	7482367	232,00	0,23	4,09	0,75	2,90	1,49		
44	Poço 11_Rua	24k	195650	7482690	207,00	0,21	4,95	1,53	6,00	3,05		
45	Poço 12_Sr. Severino (*)	24k	195760	7482508	202,00	0,20	5,32	0,66	2,60	1,32		
	(*) Coleta de amostras para Análises Químicas e Isotópicas.											
	(**) Realizado Ensaio de Bombeamento.											

Teste de Bombeamento no Poço n°4		
Profundidade do poço = 10,18 m		
	Tempo	Rebaixamento do N.A.
08/11/2012	0	4,36 m
	20 seg	5,07 m
	60 seg	5,27 m
	120 seg	5,42 m
	240 seg	5,49 m
	360 seg	5,51 m
	480 seg	5,53 m
	600 seg	5,54 m
	900 seg	5,57 m
	1200 seg	5,59 m
	1500 seg	5,61 m
	1800 seg	5,62 m

	Tempo	Recuperação do N.A.
08/11/2012	1980 seg	5,625 m
	2010 seg	5,12 m
	2040 seg	4,66 m
	2100 seg	4,54 m
	2160 seg	4,48 m
	2280 seg	4,46 m
	2580 seg	4,43 m
	3000 seg	4,4 m
	3600 seg	4,39 m

	Tempo	Vazão
08/11/2012	0 seg	47 seg por 12 L
	180 seg	42 seg por 12 L
	600 seg	41 seg por 12 L
	720 seg	43 seg por 12 L
	1020 seg	44 seg por 12 L
	1320 seg	41 seg por 12 L
	1620 seg	43 seg por 12 L
Média = 43 seg por 12 L		
Vazão = 0,279 L³ / seg		

Tabela de Análise Química - Mangue de Pedra - Búzios - RJ:

Análise Química	n°	Tabela de Análise Química - Mangue de Pedra - Búzios - RJ:												
		8	34	36	37	39	40	41	43	45				
Identificação da Amostra	Nascente _ Mangue de Pedra	Poço 01 _ Sr. Luiz	Poço 03 _ Sr. Manuel	Poço 04 _ Campo de Futebol	Poço 06 _ D. Maria	Poço 07 _ Sr. Valter	Poço 08 _ Sr. Napoleão	Poço 10 _ Sr. Adilson	Poço 11 _ Sr. Severino					
pH a 25°C	6,04	6,07	6,54	3,83	4,54	5,77	5,60	4,85	5,90					
Condutividade a 25°C (µS/cm)	3540,00	1056,00	1448,00	939,00	597,00	3510,00	1637,00	1536,00	1343,00					
Resíduo de Evaporação a 180°C (mg/L, calc.)	2251,22	678,85	926,98	604,79	388,30	2232,23	1046,62	982,69	860,52					
Dureza Total em CaCO ₃ (mg/L)	236,71	23,01	180,12	106,79	122,04	182,74	51,69	201,23	37,54					
Dureza Permanente em CaCO ₃ (mg/L)	236,71	23,01	180,12	106,79	122,04	182,74	51,69	201,23	37,54					
Dureza Temporária em CaCO ₃ (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Carbonato (mg/L de CO ₃ ²⁻)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Bicarbonato (mg/L de HCO ₃ ⁻)	22,81	40,26	75,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Alcalinidade Total (mg/L de CaCO ₃)	18,70	33,00	62,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
Cloreto (Cl) (mg/L)	1057,90	211,70	356,72	139,91	74,24	891,96	368,25	423,19	602,30					
Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mg/L)	566,18	115,61	75,65	60,03	67,93	356,85	181,73	74,71	286,21					
Sódio (Na) (mg/L)	623,66	157,11	209,42	94,65	54,44	663,56	289,13	195,22	235,55					
Potássio (K) (mg/L)	17,51	10,60	15,03	15,80	12,22	33,43	21,84	18,35	10,88					
Cálcio (Ca) (mg/L)	25,89	5,54	38,34	17,69	31,79	25,03	8,54	15,20	5,17					
Magnésio (Mg) (mg/L)	41,83	2,23	20,52	15,22	10,38	29,23	7,38	39,68	5,99					

Apêndice C – Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra.



Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Luiz Antônio da Silva – Poço 1 – Ponto 34.

Endereço: Rua B

Nº: 94

Compl.:

Bairro: Arpoador da Rasa

Município: Armação de Búzios

Estado: RJ

Existe poço? () Sim () Não

Coordenadas do poço: 24K – 0195733 / 7482572 – Elevação: ±19 metros

Condições do poço: Muito boa. Poço manilhado e protegido com tampa de concreto

O poço tem documento? () Sim () Não

Como foi furado o poço? Escavado manualmente e revestido com manilha

Profundidade do poço: 8,14 m

Tempo de existência do poço: entre 10 e 15 anos

O poço tem bomba? () Sim () Não

Qual o uso do poço? Molhar plantas e, quando falta água encanada, para o uso geral da casa, além de lavar roupa e cozinhar

Qual a qualidade da água no poço? Boa

Água é doce, salobra ou salgada? () Doce () Salobra () Salgada

Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim () Não Identificação da amostra: Ponto 34

Foram feitas medidas? () Sim () Não

Medidas de Ph: 6,13

Medidas de Eh: 133 mV

Medidas de Condutividade: 513 ppm

Medidas de Condutividade: 1,9 % NaCl – 481 TDS ppm – 960 µS/cm – 28,7°C

Qual a profundidade do nível d'água: 4,23 m

Medida da boca do poço: 0,25 m

O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim () Não

O poço seca ao longo do ano? () Sim () Não

Que material ocorre no poço? Barro vermelho

Conhece outros poços na região? () Sim () Não

Vizinha da rua em frente

Tiramos foto do poço? () Sim () Não

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Hilda de Oliveira Barbosa – Poço 2 – Ponto 35.		
Endereço: Rua Antiga Batista	Nº: 1	Compl.:
Bairro: Arpoador da Rasa	Município: Armação de Búzios	Estado: RJ
Existe poço? (X) Sim () Não		
Coordenadas do poço: 24K – 0195722 / 7482507 – Elevação: ±11 metros		
Condições do poço: Poço desativado. Anel de tijolo e tampado com uma placa de latão		
O poço tem documento? () Sim (X) Não		
Como foi furado o poço? Escavado manualmente e sem revestido (escavado pelo falecido esposo)		
Profundidade do poço: 12,0 m		
Tempo de existência do poço: entre 16 e 17 anos		
O poço tem bomba? (X) Sim () Não		
Qual o uso do poço? Molhar plantas e lavar roupas		
Qual a qualidade da água no poço? Boa, mas na maré alta a água fica salobra		
Água é doce, salobra ou salgada? (X) Doce () Salobra () Salgada		
Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim (X) Não Identificação da amostra: Ponto 35		
Foram feitas medidas? (X) Sim () Não		
Medidas de Ph: 4,91	Medidas de Eh: 275 mV	Medidas de Condutividade: 1422 µS/cm
Medidas de Condutividade: 2,8 % NaCl – 717 TDS ppm– 1435 µS/cm – 27,0°C		
Qual a profundidade do nível d'água: 0,9 m		Medida da boca do poço: 0,0 m
O nível d'água varia ao longo do ano? (X) Sim () Não		O nível d' água cai em época de estiagem
O poço seca ao longo do ano? () Sim (X) Não		
Que material ocorre no poço? Barro amarelado		
Conhece outros poços na região? (X) Sim () Não		Vizinho de frente na mesma rua
Tiramos foto do poço? (X) Sim () Não		

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Manuel Gonçalves dos Santos – Poço 3 – Ponto 36.

Endereço: Rua do Saputi

Nº: 6

Compl.:

Bairro: Rasa

Município: Armação de Búzios

Estado: RJ

Existe poço? () Sim () Não

Coordenadas do poço: 24K – 0194647 / 7482254 – Elevação: ±26 metros

Condições do poço: Poço desativado a cerca de 10 anos. Revestido com manilha e tampado com pedaços de madeira. Coberto por plantas.

O poço tem documento? () Sim () Não Já fez análise da água. Água boa.

Como foi furado o poço? Escavado manualmente e revestido com manilha

Profundidade do poço: 8,39 m

Tempo de existência do poço: entre 15 e 16 anos

O poço tem bomba? () Sim () Não

Qual o uso do poço? Molhar plantas e lavar roupas

Qual a qualidade da água no poço? Boa, mas às vezes a água fica salobra

Água é doce, salobra ou salgada? () Doce () Salobra () Salgada

Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim () Não Identificação da amostra: Ponto 36

Foram feitas medidas? () Sim () Não

Medidas de Ph: 6,5

Medidas de Eh: 114 mV

Medidas de Condutividade: 1395 µS/cm

Medidas de Condutividade: 2,6 % NaCl – 663 TDS ppm– 1324 µS/cm – 26,7°C

Qual a profundidade do nível d'água: 6,13 m

Medida da boca do poço: 0,37 m

O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim () Não O nível d' água cai em época de estiagem

O poço seca ao longo do ano? () Sim () Não O poço seca em época de estiagem

Que material ocorre no poço? Barro vermelho com branco

Conhece outros poços na região? () Sim () Não

O bar do campo de futebol

Tiramos foto do poço? () Sim () Não

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Jailton do Bar do Campo de Futebol – Poço 4 – Ponto 37.		
Endereço: Av. José Bento Ribeiro Dantas	Nº: s/n	Compl.:
Bairro: Rasa	Município: Armação de Búzios	Estado: RJ
Existe poço? (X) Sim () Não		
Coordenadas do poço: 24K – 0194625 / 7482215 – Elevação: ±25 metros		
Condições do poço: Muito boa. Poço revestido por tubo de 10 em PVC furado e o interno de 75 sem furo, com tampa de PVC		
O poço tem documento? () Sim (X) Não		Já fez análise da água. Água boa.
Como foi furado o poço? Poço furado a trado manual e revestido com tubo de PVC.		José Milson (22) 9800.7466
Profundidade do poço: 10,18 m		
Tempo de existência do poço: ± 2 anos		
O poço tem bomba? (X) Sim () Não		Bomba auto aspirante Eletroplas MBAS – 50nx
Qual o uso do poço? Molhar a grama do campo de futebol		
Qual a qualidade da água no poço? Boa		
Água é doce, salobra ou salgada? (X) Doce () Salobra () Salgada		
Foi recolhido amostra de água no poço? (X) Sim () Não		Identificação da amostra: Ponto 37
Foram feitas medidas? (X) Sim () Não		
Medidas de Ph: 7,21	Medidas de Eh: 127 mV	Medidas de Condutividade: 1320 µS/cm
Medidas de Condutividade: 2,4 % NaCl – 615 TDS ppm– 1231 µS/cm – 27,0°C		
Qual a profundidade do nível d'água: 4,36 m		Medida da boca do poço: 0,0 m
O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim (X) Não		
O poço seca ao longo do ano? () Sim (X) Não		
Que material ocorre no poço? Areia e depois barro vermelho		
Conhece outros poços na região? () Sim (X) Não		
Tiramos foto do poço? (X) Sim () Não		

Foto do poço:



Teste de Bombeamento



Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Edinéia – Poço 5 – Ponto 38.		
Endereço: Rua Carlito Gonçalves	Nº: 11	Compl.:
Bairro: Rasa	Município: Armação de Búzios	Estado: RJ
Existe poço? (<input checked="" type="checkbox"/>) Sim () Não		
Coordenadas do poço: 24K – 0194813 / 7482284 – Elevação: ±31 metros		
Condições do poço: Poço desativado, pois secou a cerca de 10 anos. Era manilhado e foi tampado com concreto		
O poço tem documento? () Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não		
Como foi furado o poço? Escavado manualmente e revestido com manilha		
Profundidade do poço: ± 20 m		
Tempo de existência do poço: entre 10 e 15 anos		
O poço tem bomba? () Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não		
Qual o uso do poço? Uso geral da casa, inclusive para beber		
Qual a qualidade da água no poço? Boa		
Água é doce, salobra ou salgada? (<input checked="" type="checkbox"/>) Doce () Salobra () Salgada		
Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não Identificação da amostra: Ponto 38		
Foram feitas medidas? () Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não		
Medidas de Ph:	Medidas de Eh:	Medidas de Condutividade:
Medidas de Condutividade:		
Qual a profundidade do nível d'água: entre 15 e 17 m		
O nível d'água varia ao longo do ano? (<input checked="" type="checkbox"/>) Sim () Não O nível d' água cai em época de estiagem		
O poço seca ao longo do ano? (<input checked="" type="checkbox"/>) Sim () Não O poço secou, mas antes de secar a água ficou barrenta		
Que material ocorre no poço? Não sabe		
Conhece outros poços na região? (<input checked="" type="checkbox"/>) Sim () Não Vizinha ao lado na mesma rua e a mãe		
Tiramos foto do poço? () Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não O poço foi coberto com concreto		
Foto do poço:		



Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Maria Gonçalves – Poço 6 – Ponto 39.		
Endereço: Rua Carlito Gonçalves	Nº: 9	Compl.:
Bairro: Rasa	Município: Armação de Búzios	Estado: RJ
Existe poço? (X) Sim () Não		
Coordenadas do poço: 24K – 0194788 / 7482275 – Elevação: ±37 metros		
Condições do poço: Poço desativado. Anel de tijolo na superfície e tampado com pedaços de madeira e um tapete		
O poço tem documento? () Sim (X) Não		
Como foi furado o poço? Escavado manualmente e sem revestido		
Profundidade do poço: 11,54 m		
Tempo de existência do poço: cerca de 20 anos		
O poço tem bomba? () Sim (X) Não		
Qual o uso do poço? Uso geral da casa, inclusive para beber		
Qual a qualidade da água no poço? Boa		
Água é doce, salobra ou salgada? (X) Doce () Salobra () Salgada		
Foi recolhido amostra de água no poço? (X) Sim () Não Identificação da amostra: Ponto 39		
Foram feitas medidas? (X) Sim () Não		
Medidas de Ph: 5,51	Medidas de Eh: 208 mV	Medidas de Condutividade: 620 µS/cm
Medidas de Condutividade: 1,1 % NaCl – 300 TDS ppm– 599 µS/cm – 25,5°C		
Qual a profundidade do nível d'água: 8,89 m		Medida da boca do poço: 0,25 m
O nível d'água varia ao longo do ano? (X) Sim () Não		O nível d' água cai em época de estiagem
O poço seca ao longo do ano? (X) Sim () Não		O poço secou algumas vezes
Que material ocorre no poço? Barro vermelho		
Conhece outros poços na região? (X) Sim () Não		Vizinha na mesma rua
Tiramos foto do poço? (X) Sim () Não		

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Valter – Poço 7 – Ponto 40.

Endereço: Rua Godofredo Cardoso dos Santos

Nº: 98

Compl.:

Bairro: Arpoador da Rasa

Município: Armação de Búzios

Estado: RJ

Existe poço? () Sim () Não

Coordenadas do poço: 24K – 0195650 / 7482677 – Elevação: ±11 metros

Condições do poço: Muito boa. Poço manilhado e protegido com tampa de concreto

O poço tem documento? () Sim () Não

Como foi furado o poço? Escavado manualmente pelo proprietário e revestido com manilha

Profundidade do poço: 3,35 m

Tempo de existência do poço: cerca de 7 anos

O poço tem bomba? () Sim () Não

Qual o uso do poço? Uso geral da casa, exceto para beber e cozinhar

Qual a qualidade da água no poço? Salobra

Água é doce, salobra ou salgada? () Doce () Salobra () Salgada

Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim () Não Identificação da amostra: Ponto 40

Foram feitas medidas? () Sim () Não

Medidas de Ph: 6,54

Medidas de Eh: 118 mV

Medidas de Condutividade: 3201 µS/cm

Medidas de Condutividade: 6,3 % NaCl – 1,62 TDS g/L– 3,24 mS/cm – 26,1°C

Qual a profundidade do nível d'água: 2,03 m

Medida da boca do poço: 0,0 m

O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim () Não O nível d' água cai em época de estiagem

O poço seca ao longo do ano? () Sim () Não

Que material ocorre no poço? Argila, areia preta brilhosa, pedras brancas e no nível d'água barro com pedras

Conhece outros poços na região? () Sim () Não

Vizinho na mesma rua

Tiramos foto do poço? () Sim () Não

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Dulcinéia / Napoleão Antônio Teixeira Caneta – Poço 8 – Ponto 41.

Endereço: Rua Godofredo Cardoso dos Santos

Nº: 99 c

Compl.:

Bairro: Arpoador da Rasa

Município: Armação de Búzios

Estado: RJ

Existe poço? () Sim () Não

Coordenadas do poço: 24K – 0195640 / 7482685 – Elevação: ±10 metros

Condições do poço: Muito boa. Poço manilhado e protegido com tampa de concreto

O poço tem documento? () Sim () Não

Como foi furado o poço? Escavado manualmente pelo proprietário e revestido com manilha

Profundidade do poço: 7,07 m

Tempo de existência do poço: cerca de 8 anos

O poço tem bomba? () Sim () Não

Qual o uso do poço? Uso geral da casa, inclusive cozinhar, exceto para beber

Qual a qualidade da água no poço? Boa

Água é doce, salobra ou salgada? () Doce () Salobra () Salgada

Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim () Não Identificação da amostra: Ponto 41

Foram feitas medidas? () Sim () Não

Medidas de Ph: 5,63

Medidas de Eh: 202 mV

Medidas de Condutividade: 1594 μ S/cm

Medidas de Condutividade: 2,9 % NaCl – 748 TDS ppm– 1492 μ S/cm – 26,6°C

Qual a profundidade do nível d'água: 1,87 m

Medida da boca do poço: 0,45 m

O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim () Não

O poço seca ao longo do ano? () Sim () Não

Que material ocorre no poço? No nível d'água tem argila com pedras brancas

Conhece outros poços na região? () Sim () Não

Vizinho na mesma rua

Tiramos foto do poço? () Sim () Não

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Tatiana – Poço 9 – Ponto 42.

Endereço: Rua D

Nº: 95

Compl.:

Bairro: Arpoador da Rasa

Município: Armação de Búzios

Estado: RJ

Existe poço? () Sim () Não

Coordenadas do poço: 24K – 0195710 / 7482610 – Elevação: ±20 metros

Condições do poço: Muito boa. Poço manilhado e protegido com tampa de concreto. Tem brita no fundo

O poço tem documento? () Sim () Não

Como foi furado o poço? Escavado manualmente e revestido com manilha

Profundidade do poço: 9,12 m

Tempo de existência do poço: cerca de 15 anos

O poço tem bomba? () Sim () Não

Qual o uso do poço? Uso geral da casa, inclusive cozinhar, exceto para beber

Qual a qualidade da água no poço? Boa

Água é doce, salobra ou salgada? () Doce () Salobra () Salgada

Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim () Não Identificação da amostra: Ponto 42

Foram feitas medidas? () Sim () Não

Medidas de Ph: 6,14

Medidas de Eh: 183 mV

Medidas de Condutividade: 1336 µS/cm

Medidas de Condutividade: 2,6 % NaCl – 667 TDS ppm– 1335 µS/cm – 29,2°C

Qual a profundidade do nível d'água: 4,39 m

Medida da boca do poço: 0,26 m

O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim () Não O nível d' água cai em época de estiagem

O poço seca ao longo do ano? () Sim () Não

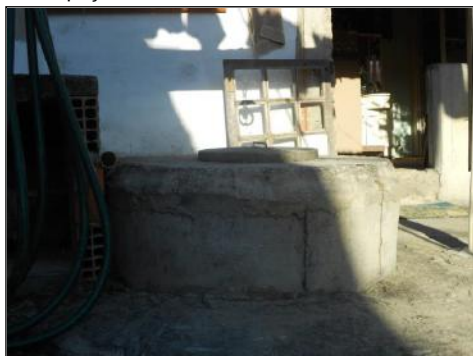
Que material ocorre no poço? Barro

Conhece outros poços na região? () Sim () Não

Vizinho na mesma rua

Tiramos foto do poço? () Sim () Não

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Adilson (poço) – Poço 10 – Ponto 43.

Endereço: Rua Clarinda Nº: 12 Compl.:

Bairro: Rasa Município: Armação de Búzios Estado: RJ

Existe poço? () Sim () Não

Coordenadas do poço: 24K – 0194649 / 7482367 – Elevação: ±27 metros

Condições do poço: Boa

O poço tem documento? () Sim () Não

Como foi furado o poço? Furado à trado com jato d'água

Profundidade do poço: 15,50 m

Tempo de existência do poço: Furado recentemente, ainda em fase de teste

O poço tem bomba? () Sim () Não

Qual o uso do poço? Para água de descarga e para regar as plantas

Qual a qualidade da água no poço? Boa. Sem gosto e sem cheiro

Água é doce, salobra ou salgada? () Doce () Salobra () Salgada

Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim () Não Identificação da amostra: Ponto 43

Foram feitas medidas? () Sim () Não

Medidas de Ph: 4,09 Medidas de Eh: 232 mV Medidas de Condutividade: 1490 µS/cm

Medidas de Condutividade: 2,9 % NaCl – 745 TDS ppm– 1488 µS/cm – 26,4°C

Qual a profundidade do nível d'água: 4,80 m Medida da boca do poço: 0,0 m

O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim () Não

O poço seca ao longo do ano? () Sim () Não

Que material ocorre no poço? Barro vermelho com pedras no início e areia com argila e pedras pequenas no fundo

Conhece outros poços na região? () Sim () Não Vizinho tinha poço de 8 a 9 metros com água ruim

Tiramos foto do poço? () Sim () Não

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Rua – Poço 11 – Ponto 44.

Endereço: Rua Godófredo Cardoso dos Santos

Nº: s/n

Compl.:

Bairro: Arpoador da Rasa

Município: Armação de Búzios

Estado: RJ

Existe poço? () Sim () Não

Coordenadas do poço: 24K – 0195650 / 7482690 – Elevação: ±27 metros

Condições do poço: Abandonado e sujo, Poço manilhado e com tampa de concreto, que estava aberta

O poço tem documento? () Sim () Não

Como foi furado o poço? Sem informação

Profundidade do poço: Não foi medido porque a água estava muito suja, danificaria o equipamento

Tempo de existência do poço: Sem informação

O poço tem bomba? () Sim () Não

Qual o uso do poço? Sem informação

Qual a qualidade da água no poço? Água suja

Água é doce, salobra ou salgada? () Doce () Salobra () Salgada Sem informação

Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim () Não Identificação da amostra: Ponto 44

Foram feitas medidas? () Sim () Não

Medidas de Ph: 4,95

Medidas de Eh: 207mV

Medidas de Condutividade: 1587 ppm

Medidas de Condutividade: 6,0 % NaCl – 1,53 TDS g/L– 3,05 mS/cm – 30,8°C

Qual a profundidade do nível d'água: 1,04 m

Medida da boca do poço: 0,0 m

O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim () Não Sem informação

O poço seca ao longo do ano? () Sim () Não Sem informação

Que material ocorre no poço? Sem informação

Conhece outros poços na região? () Sim () Não

Tiramos foto do poço? () Sim () Não

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome: Severino José dos Santos – Poço 12 – Ponto 45.

Endereço: Rua B – Lote 2

Nº:

Compl.:

Bairro: Arpoador da Rasa

Município: Armação de Búzios

Estado: RJ

Existe poço? () Sim () Não

Coordenadas do poço: 24K – 0195760 / 7482508 – Elevação: ±14 metros

Condições do poço: Muito boa. Poço manilhado e com tampa de concreto

O poço tem documento? () Sim () Não

Como foi furado o poço? Escavado manualmente

Profundidade do poço: 6,0 m

Tempo de existência do poço: Cerca de 16 anos

O poço tem bomba? () Sim () Não

Qual o uso do poço? Regar as plantas e tomar banho

Qual a qualidade da água no poço? Boa

Água é doce, salobra ou salgada? () Doce () Salobra () Salgada

Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim () Não Identificação da amostra: Ponto 45

Foram feitas medidas? () Sim () Não

Medidas de Ph: 5,32

Medidas de Eh: 202mV

Medidas de Condutividade: 1297 µS/cm

Medidas de Condutividade: 2,6 % NaCl – 662 TDS ppm– 1324 µS/cm – 27,8°C

Qual a profundidade do nível d'água: 3,03 m

Medida da boca do poço: 0,38 m

O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim () Não O nível d' água cai em época de estiagem

O poço seca ao longo do ano? () Sim () Não

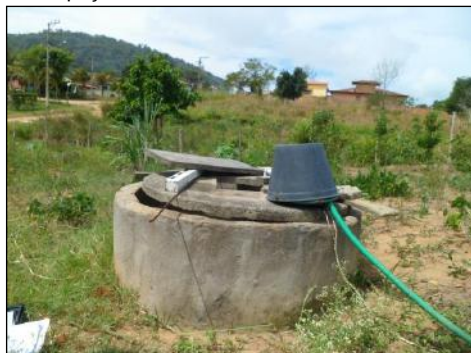
Que material ocorre no poço? Barro vermelho com pedras grandes de quartzo

Conhece outros poços na região? () Sim () Não

Vizinho na mesma rua

Tiramos foto do poço? () Sim () Não

Foto do poço:





Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Departamento de Geologia.
Inventário de Pontos d'Água na Região do Mangue de Pedra. Armação de Búzios _ RJ



Nome:		
Endereço:	N°:	Compl.:
Bairro:	Município:	Estado:
Existe poço? () Sim () Não		
Coordenadas do poço:	Elevação:	
Condições do poço:		
O poço tem documento? () Sim () Não		
Como foi furado o poço?		
Profundidade do poço:		
Tempo de existência do poço:		
O poço tem bomba? () Sim () Não		
Qual o uso do poço?		
Qual a qualidade da água no poço?		
Água é doce, salobra ou salgada? () Doce () Salobra () Salgada		
Foi recolhido amostra de água no poço? () Sim () Não		Identificação da amostra:
Foram feitas medidas? () Sim () Não		
Medidas de Ph:	Medidas de Eh:	Medidas de Condutividade:
Medidas de Condutividade:		
Qual a profundidade do nível d'água:	Medida da boca do poço:	
O nível d'água varia ao longo do ano? () Sim () Não		
O poço seca ao longo do ano? () Sim () Não		
Que material ocorre no poço?		
Conhece outros poços na região? () Sim () Não		
Tiramos foto do poço? () Sim () Não		
Foto do poço:		

Apêndice D – Trabalhos Apresentados.



SWIM – 22nd Salt Water Intrusion Meeting – Armação dos Búzios – RJ/2012.

TÍTULO: Groundwater and Biodiversity: the singular case of the Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, State of Rio de Janeiro, Brazil.

AUTORES(AS):

Kátia Leite Mansur – UFRJ – CCMN – IGEO – Departamento de Geologia
 Eliane Guedes - UFRJ – Museu Nacional - Departamento de Geologia e Paleontologia
 Gerson Cardoso Silva Jr - UFRJ – CCMN – IGEO – Departamento de Geologia
 Vivian Vivian de Avelar Las Casas Rebelo - UFRJ – CCMN – IGEO – Departamento de Geologia

RESUMO:

The Mangue de Pedra (Mangue = Mangrove and Pedra = Stone) is a mangrove with special characteristics because it develops on rocky substratum and it is far away about 5 kilometers of the river mouth closer. This mangrove is located in Gorda Beach. This singular situation is caused by the discharge of groundwater in the basis of palaeocliffs in this sector of the beach. The predominant rock is a conglomerate. These sediments were deposited in fluvial environment, in alluvial fans controlled by the tectonic movement of the Pai Vitório Fault. This fault is located in south limit of the Barra de São João Graben. It is a normal fault that puts side-by-side the palaeoproterozoic orthogneiss of the basement and the mio-pliocene conglomeratic sediments. Rubin & Almeida (2003) have mapped the fault in detail and they identified 6 different units in 1:1.000 scale. These authors observed 60m of thick of fault rocks, including a core with 3m of breccia and ultracataclasites. Petrographic studies revealed 4 events of reactivations in the rocks of Pai Vitório Fault. Oliveira (2007) has studied the mangrove of Praia Gorda. The author concluded that these plants have good structural patterns of development. The singular aspect of this forest is its rocky substratum, composed by gravel, coarse sand and little blocks of rock instead of muddy / organic sediments. The conglomerates are aquifers with medium to high favorability to exploitation of groundwater. The recharge occurs in the top of palaeocliffs and in the active cliffs and the discharge occurs in the beach. This geological position creates the best conditions of salinity for development of mangrove over rocks and faraway of rivers. The Mangue de Pedra is a singular interaction between biodiversity and geodiversity (Mansur & Guedes, 2011).

REFERÊNCIAS:

MANSUR, K. L., GUEDES, E. How the laymen understand Gondwana - Field Trip Guide In: Gondwana 14, 2011, Armação dos Búzios. Field Trip Guide - DurGo-5. Búzios: v.1. p.1 – 16.
 OLIVEIRA, A. E.S. Caracterização do Mangue da Praia Gorda, Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro - RJ Rev. Cient. Cent. Univ. Barra Mansa - UBM, Barra Mansa, v.9, n. 17, p. 51-56, jul. 2007.
 RUBIN, I.N.; ALMEIDA, J.C.H. Petrografia de Brechas Tectônicas - Um Modelo de Descrição e Classificação. In: III International Symposium on Tectonics, 2003, Armação dos Búzios. Boletim de Resumos. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 2003. v. 1. p. 149-152.



**XXXIV Jornada Giulio Massarani
de Iniciação Científica,
Tecnológica, Artística e Cultural**

XXXIV Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Artística e Cultural UFRJ/2012.

Código: 2729

TÍTULO: Caracterização Geológica e Hidrogeológica da Região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ) como Patrimônio Geológico do Brasil.

AUTOR(A): Vivian de Avelar Las Casas Rebelo (Sem Bolsa)

ÁREA BÁSICA: Geologia. **ÁREA TEMÁTICA:**

ORIENTAÇÃO: Kátia Leite Mansur e Gerson Cardoso da Silva Júnior.

RESUMO:

O trabalho tem como objetivo a caracterização Geológica e Hidrogeológica da região do Mangue de Pedra, localizado na Praia Gorda (Armação dos Búzios-RJ), para elaboração de parecer técnico-científico sobre a relevância de criar uma Unidade de Conservação no local com base na singularidade da presença de um aquífero que sustenta o mangue com água doce e no valor patrimonial do geossítio. O Mangue de Pedra e seu contexto geológico estão classificados como um dos geossítios de maior importância científica da região. O diâmetro dos caules das plantas deste mangue indica uma floresta relativamente jovem, arbustiva, o que aponta para um mangue em processo de desenvolvimento, segundo estudos botânicos realizados. Geralmente os manguezais ocorrem sobre substrato inconsolidado, lodoso e pouco oxigenado. A peculiaridade do Mangue de Pedra reside em que ele se desenvolve sobre solo composto por areia grossa, grânulos e blocos de rocha em uma enseada. Na geologia regional destaca-se a Falha do Pai Vitório, que é o limite sul do Gráben de Barra de São João. O movimento normal dos blocos colocou lado a lado rochas do embasamento (ortognaisses paleoproterozóicas) e sedimentos conglomeráticos fluviais da Formação Barreiras (Mio-Plioceno). Hoje estes sedimentos constituem paleofalésias, retratando um passado com cerca de 5.100 anos A.P., quando o nível do mar esteve cerca de 2,8 metros acima do atual. Destaca-se a presença de falésias ativas na região. Os conglomerados se constituem em aquíferos medianamente favoráveis à exploração de águas subterrâneas e altamente suscetíveis à contaminação. A recarga ocorre no platô acima das paleofalésias e a descarga de água doce do aquífero à beira-mar, criando condições para a formação de um manguezal sobre as rochas. Nas águas da superfície dos oceanos a salinidade média varia de 33 a 37 g/L e 34 a 35 g/L nas profundas. Em regiões costeiras a variação pode ser entre 28 até mais de 40 g/L. Enquanto a água salobra tem salinidade menor que 25 g/L e as hipersalinas são maiores do que 40 g/L. Levantamento bibliográfico, campanhas de campo para obtenção de medidas de parâmetros físico-químicos da água (condutividade elétrica, potencial de oxidação-redução, oxigênio dissolvido, pH, e temperatura) em poços a trado, cadastramento de pontos de água, levantamento estratigráfico-estrutural e confecção do relatório técnico-científico foram os procedimentos metodológicos adotados. Os resultados apontam para uma composição da água do mar menos salina do que a média mundial e para uma água salobra no aquífero, o que permite concluir que o Mangue de Pedra é sustentado pela presença de um aquífero que torna a água na costa na Praia Gorda salobra pela diluição da salinidade da água do mar. Este fato aponta para a necessidade de preservação da área de recarga e, conseqüentemente, para a delimitação da Unidade de Conservação.



XXXIV Jornada Giulio Massarani
de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural

2012

Certificamos que o trabalho:

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA DA REGIÃO DO MANGUE DE PEDRA (ARMAÇÃO DOS Búzios, RJ) COMO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO BRASIL.

de autoria de: **VIVIAN DE AVELAR LAS CASAS REBELO**
e orientado por: **GERSON CARDOSO DA SILVA JUNIOR** **KATIA LEITE MANSUR**

foi apresentado na XXXIV Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural da UFRJ.



Centro de Estudos
Matemáticos e de Estatística
Prof. Luan Fagundes Bergant
Prof. Rubens Augusto de Saiz




XXXIV Jornada Giulio Massarani
de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural

2012

"Menção Honrosa"

A Coordenação Geral da Jornada confere este certificado de Menção Honrosa a

VIVIAN DE AVELAR LAS CASAS REBELO

Trabalho: Caracterização Geológica e Hidrogeológica da região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ) como Patrimônio Geológico do Brasil.

Orientador (es): Katia Leite Mansur
Gerson Cardoso da Silva Junior

apresentado na XXXIV Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural, realizada no período de 01 a 05 de outubro de 2012.


Coordenação Geral da Jornada



**XXXV Jornada Giulio Massarani
de Iniciação Científica,
Tecnológica, Artística e Cultural**

XXXV Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Artística e Cultural UFRJ/2013.

Código:

TÍTULO: Caracterização Hidrogeoquímica da região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ).

AUTOR(A): Vivian de Avelar Las Casas Rebelo – Bolsista PIBIC-UFRJ.

ÁREA BÁSICA: Geologia. **ÁREA TEMÁTICA:** Hidrogeologia.

ORIENTADOR(A): Katia Leite Mansur. Departamento de Geologia – UFRJ.

RESUMO:

O trabalho tem como objetivo a caracterização hidrogeoquímica da região do Mangue de Pedra, localizado na Praia Gorda (Armação dos Búzios – RJ), para avaliação da contaminação da água subterrânea e da vulnerabilidade à poluição do Aquífero do Mangue de Pedra. A geoquímica da água subterrânea, também chamada de hidrogeoquímica, é uma ciência multidisciplinar que relaciona a composição química da água aos processos e reações no ambiente se subsuperfície. O enfoque principal da hidrogeoquímica é a compreensão da origem e evolução química dos constituintes presentes na água, em decorrência dos processos físicos-químicos-biogeoquímicos que acontecem durante o fluxo da água subterrânea nos aquíferos, desde a zona de recarga até os exutórios naturais. Para o desenvolvimento deste trabalho foram feitas 5 campanhas de campo com medidas in situ de pH, Eh, temperatura e condutividade da água em um total de 46 amostras de água em praias, lagoas, furos a trado e poços. Também foram recolhidas nove amostras para análise em laboratório dos parâmetros de pH, condutividade, resíduo de evaporação, dureza total, dureza permanente, dureza temporária, carbonato, bicarbonato, alcalinidade total, cloreto, sulfato, sódio, potássio, cálcio, manganês e análise isotópica. Os dados foram tabelados, gerando gráficos e mapas. A análise prévia dos dados para amostras de água quanto à dureza, em mg/L de CaCO_3 , indica que 33% das amostras são classificadas como mole, 45% como intermediária e 22% como dura (Logan, 1965). Para Custodio & Llamas (1983) a dureza para as mesmas amostras indica que 22% delas são classificadas como branda, 11% como pouco dura, 45% como dura e 22% como muito dura. A quantidade de cloreto indica que o aquífero sofre influência marinha, possivelmente pelo "spray" gerado no ambiente costeiro. Já a análise da alcalinidade em função do pH indica que 22% das amostras são do tipo ácidos minerais e os restantes 78% das amostras são do tipo alcalinidade de bicarbonatos. A análise comparativa das quantidades de carbonato e bicarbonato indica que 33% das amostras de água são doces, incluindo a amostra de água recolhida na nascente do Mangue de Pedra, comprovando, assim, a existência do Aquífero do Mangue de Pedra, o qual fornece o aporte de água doce necessário para a manutenção deste ecossistema. Evitar a contaminação da água subterrânea e avaliar a vulnerabilidade à poluição deste aquífero torna-se crucial para o entendimento desta região singular no estado do Rio de Janeiro, motivo pelo qual está sendo apoiada a criação de uma Unidade de Conservação para preservação deste Patrimônio Geológico do Brasil.



Universidade Federal
do Rio de Janeiro



XXXV Jornada Giulio Massarani
de Iniciação Científica,
Tecnológica, Artística e Cultural

Certificamos que o trabalho:

TÍTULO: CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DA REGIÃO DO MANGUE DE PEDRA (ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ)

de autoria de: Vivian de Avelar Las Casas Rebelo

e orientado por: Kátia Leite Mansur, Gerson Cardoso da Silva Junior

foi apresentado na XXXV Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural da UFRJ.



Mauro Sola Penna
Prof. Mauro Sola Penna
Coordenação Geral da Jornada

**4ª Semana de
Integração Acadêmica
da UFRJ**



TÍTULO: O papel da ciência na Geoconservação: o caso exemplar do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, Brasil.

AUTORES: Vivian de Avelar Las Casas (1), Katia Leite Mansur (1) Gerson Cardoso da Silva Jr. (1). (1) Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCMN, IGEO, Departamento de Geologia.

RESUMO:

A região da Costa do Sol é uma das mais pressionadas em termos de ocupação na região litorânea do estado do Rio de Janeiro. Nesta região ocorre uma área de rara beleza, o Mangue de Pedra, localizado na Praia Gorda, município de Armação dos Búzios, que se destaca dos demais pela singularidade de sua ocorrência. Este mangue se desenvolve em área sujeita à maré, porém em substrato rochoso e sem a presença de rios para aporte de água doce. Estudos botânicos indicam, pelo diâmetro dos caules, que se trata de uma floresta relativamente jovem, majoritariamente arbustiva, com muitas plantas jovens entrando no sistema, sendo um mangue em processo de desenvolvimento. Um empreendimento imobiliário e hoteleiro foi licenciado na área. Pressões populares e de ONGs buscaram no Ministério Público o apoio para impedir a construção, baseados, entre outros argumentos, na importância da preservação da área de recarga do aquífero, segundo estudos que haviam sido iniciados na área. O MP solicitou a interdição com base na necessidade de conhecer a hidrogeologia local. Assim, foram realizados estudos geológicos e hidrogeológicos cujos procedimentos metodológicos adotados foram: levantamento bibliográfico; campanhas de campo para reconhecimento da geologia regional e local; obtenção de medidas *in situ* de parâmetros físico-químicos da água (condutividade elétrica, potencial de oxidação-redução, oxigênio dissolvido, pH e temperatura) em poços a trado e em pontos de água cadastrados; coleta de amostras para análises químicas e isotópicas; ensaio de bombeamento com medida da condutividade hidráulica; análise dos dados e elaboração de relatório técnico-científico. Da geologia destaca-se a Falha do Pai Vitório, que é o limite sul do Gráben do Rio São João. O movimento normal dos blocos colocou lado a lado rochas do embasamento (ortognaisses paleoproterozoicos) e sedimentos conglomeráticos fluviais da Formação Barreiras (Mio-plioceno). Estes sedimentos constituem paleofalésias e falésias ativas, retratando um passado com cerca de 5.100 anos A.P., quando o nível relativo do mar esteve cerca de 2,8 metros acima do atual. Os resultados obtidos durante os estudos permitem concluir que a existência do Mangue de Pedra só é possível devido à presença de um aquífero, que o abastece com água doce, diluindo localmente a salinidade da água do mar e tornando a água da região salobra. Este aquífero está localizado nas camadas conglomeráticas da Formação Barreiras e tem como área de recarga o platô superior das paleofalésias no entorno da área de descarga, que ocorre à beira-mar na Praia Gorda. O fato dos conglomerados constituírem aquíferos medianamente favoráveis à exploração de água subterrânea e altamente suscetíveis à contaminação, aliado a peculiar ocorrência do Mangue de Pedra e a importância de seu contexto geológico, classificados como um dos geossítios de maior importância científica da região, justificam a delimitação de uma Unidade de Conservação. O licenciamento do empreendimento foi cancelado.



O papel da ciência na geoconservação: o caso exemplar do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, Brasil.

Projeto de pesquisa financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Classificação do Sítio Geológico de Patrimônio Geológico

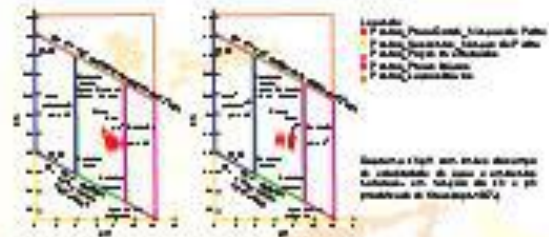
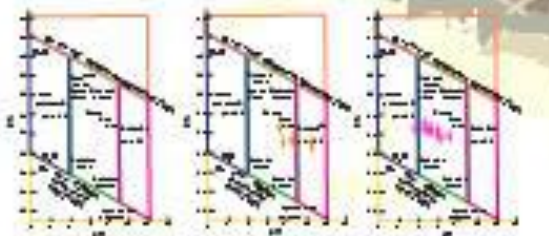
Este trabalho apresenta os resultados de um estudo de campo realizado no mangue de Pedra, Armação dos Búzios, RJ, em 2014. O objetivo principal é avaliar o estado de conservação do sítio geológico e identificar as ameaças existentes. Para isso, foram realizadas coletas de amostras de sedimentos e solos, bem como observações de campo e fotografias. Os resultados mostram que o sítio apresenta uma alta diversidade de espécies e uma grande importância científica. No entanto, há uma ameaça significativa de degradação devido à urbanização e ao turismo desordenado.



As áreas protegidas e o patrimônio geológico são fundamentais para a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade ambiental. No caso do mangue de Pedra, a preservação é essencial para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a promoção do turismo sustentável. Portanto, é necessário implementar medidas de conservação e monitoramento contínuo para garantir a integridade do sítio.



Os resultados das análises laboratoriais mostram que os sedimentos e solos do mangue de Pedra apresentam características químicas e físicas específicas. A análise de nutrientes revelou níveis elevados de nitrogênio e fósforo, o que pode indicar uma influência antrópica. Além disso, a análise de metais pesados mostrou concentrações dentro dos limites estabelecidos para áreas protegidas.



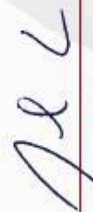
Os dados mostram uma correlação positiva entre a concentração de nutrientes e a presença de vegetação de mangue. Isso sugere que o mangue desempenha um papel importante na retenção e transformação dos nutrientes, contribuindo para a sustentabilidade do ecossistema.

GeoBRheritage
II Simpósio Brasileiro de
Patrimônio Geológico
I Workshop Brasileiro de Patrimônio Geológico Construído

Ouro Preto, MG | 24 a 28 de setembro de 2013

Certificamos que o trabalho intitulado “O papel da ciência na geoconservação: o caso exemplar do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, Brasil” de autoria de Vivian de Avelar Las Casas Rebelo, Kátia Leite Mansur e Gerson Cardoso da Silva Jr. foi premiado em segundo lugar na Categoria Póster entre os trabalhos apresentados no dia 26/09 no GeoBRheritage - II Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico e I Workshop sobre Patrimônio Geológico Construído, realizados no período de 24 a 27 de setembro de 2013, no Auditório da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Ouro Preto, 27 de setembro de 2013.



Prof. Dr. Paulo de Tarsos Amorim Castro
Escola de Minas - Universidade Federal de Ouro Preto
Presidente da Comissão Organizadora



Realização



UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Promoção



Administração





GEOSUDESTE 2013

17º SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS
13º SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE



Universidade Federal de Juiz de Fora
- UFJF | Instituto de Ciências
Humanas, Minas Gerais
29 outubro a 01 novembro de 2013

Tema central: **Conhecimento Geológico: base do desenvolvimento sustentável**

TÍTULO: Caracterização hidrogeológica do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

AUTORES: Vivian de Avelar Las Casas (1), Katia Leite Mansur (1) Gerson Cardoso da Silva Jr. (1), José Marcus de Oliveira Godoy (2).

(1) Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCMN, IGEO, Departamento de Geologia.

(2) Pontifícia Universidade Católica do Rio (PUC-Rio) e Instituto de Radioproteção e Dosimetria

RESUMO:

A região da Costa do Sol é uma das mais pressionadas em termos de ocupação na região litorânea do estado do Rio de Janeiro. Nesta região ocorre uma área de raro valor paisagístico, o Mangue de Pedra, localizado na Praia Gorda, município de Armação dos Búzios, que se destaca dos demais pela singularidade de sua ocorrência. Este mangue se desenvolve em área sujeita à maré, porém em substrato rochoso e sem a presença de rios para aporte de água doce. Estudos botânicos indicam que se trata de uma floresta relativamente jovem, majoritariamente arbustiva, sendo um mangue em processo de desenvolvimento. Um empreendimento imobiliário e hoteleiro foi licenciado na área. Porém, o Ministério Público solicitou a interdição, devido a pressões populares e de ONGs, com base na necessidade de conhecer a hidrogeologia local, uma vez que estudos preliminares indicavam uma descarga de água subterrânea na praia. Assim, foram realizados estudos geológicos e hidrogeológicos na região como parte da monografia de conclusão de curso da primeira autora. O trabalho objetivou a caracterização hidrogeoquímica do aquífero que fornece água doce ao mangue, para avaliar a possível contaminação da água subterrânea e a vulnerabilidade à poluição do Aquífero do Mangue de Pedra. Para o desenvolvimento deste trabalho foram feitas 5 campanhas de campo com medidas in situ de pH, Eh, temperatura e condutividade da água em um total de 46 amostras de água em praias, lagoas, furos a trado e poços. Também foram recolhidas nove amostras para análise em laboratório dos parâmetros de pH, condutividade, resíduo de evaporação, dureza, carbonato, bicarbonato, alcalinidade total, cloreto, sulfato, sódio, potássio, cálcio, manganês e análise isotópica. Os resultados mostraram que, quanto à dureza, 22% das amostras são classificadas como brandas, 11% como pouco duras, 45% como duras e 22% como muito duras (CUSTODIO & LLAMAS, 1983). As relações iônicas e a salinidade das amostras em geral indicam que o aquífero sofre influência marinha, possivelmente pelo "spray" gerado no ambiente costeiro. A análise isotópica da relação $\delta(^{18}\text{O}) \times \delta(^2\text{H})$ de 8 amostras de poços e de uma nascente mostrou assinatura isotópica bem próxima da água da chuva, indicando uma rápida circulação e dependência das chuvas atuais para manutenção da circulação de água no sistema. Evitar a contaminação da água subterrânea e proteger sua área de recarga torna-se crucial para a geoconservação desta região singular no estado do Rio de Janeiro, motivo pelo qual está sendo apoiada a criação de uma Unidade de Conservação que preserve as áreas topograficamente altas do aquífero, no platô das paleofalésias da Formação Barreiras, com a finalidade de preservar este Patrimônio Geológico do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Custodio, E.; Llamas, M.R. Hidrologia Subterrânea. 2ª ed. Barcelona: Omega, 1983.

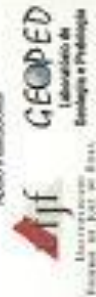


GEOSUDESTE 2013
 17º SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS
 15º SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE

Patrocínio



Associação Profissional



Certificado

A Sociedade Brasileira de Geologia através dos Núcleos Minas Gerais, Rio de Janeiro-Espírito Santo e São Paulo certifica a participação de

Las Casas, V.A.; Mansur, K.L.; Silva Jr. G.C.; Godoy, J.M.O.

apresentando o trabalho intitulado:

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO MANGUE DE PEDRA, ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, BRASIL,

no 13º Simpósio de Geologia do Sudeste e 17º Simpósio de Geologia de Minas Gerais, realizados no período de 29 de outubro a 1º de novembro de 2013, em Juiz de Fora, MG.

Juiz de Fora, novembro de 2013

Custódio Neto
 Presidente da
 Sociedade Brasileira de Geologia - SBG
 Núcleo Minas Gerais

Gláucia Quetronga
 Coordenadora do Comitê Científico

Anexo I – Reportagens.

O Mangue de Pedras é mais que berçário do mar!

Por: Denise Morand



Esta é uma audaciosa tentativa de “traduzir” e resumir o ótimo trabalho da Geóloga Kátia Leite Mansur elaborado para o DRM-/RJ - Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro (Singularidade geológica, ambiental e cultural de Armação dos Búzios: a falha do pai Vitório e omangue de pedra da praia gorda)

Renata Schmitt, (2001) encontrou blocos imensos de rochas muito antigas, as primeiras que apareceram na crosta terrestre (com 2 bilhões de anos) e as rochas da “Formação Barreira” com cerca de 20 a 2 milhões de anos, lado a lado, uma diferença de tempo impressionante! O movimento considerável causado pelos terremotos deixou à mostra, com clareza o limite entre os blocos. A falha do Pai Vitório, juntamente com outras falhas da região, é importante para compreensão da evolução do Sudeste brasileiro, especialmente da Bacia Sedimentar de Campos, importante produtora de óleo e gás do país.

Rubin e Almeida (2003) descreveram as rochas da Falha do Pai Vitório e sugerem que elas sejam usadas como modelo para descrição de brechas tectônicas em geral. As falhas são estruturas geológicas que representam movimentos entre blocos de rocha. A Falha do Pai Vitório é uma das mais espetaculares feições geológicas do Estado do Rio de Janeiro.



Morais e Mello, (2003) descobriram depósitos de origem fluvial próximo à praia, eles ocorreram num momento em que o nível do mar estava mais baixo do que o atual, e os rios depositavam seus sedimentos onde hoje está encoberto pelo mar.

Muehe e outros (2003) contam que os grandes terremotos levantaram blocos como o Cabo de Búzios e a Serra da Sapatiba e causaram a depressão da Lagoa de Araruama.

O Prof.Soffiati estudou os três exemplares de “mangues de pedra” de Armação dos Búzios na Praia Gorda, em Manguinhos-Ponta da Sapata e na Praia da Foca.

Ele citou no Jornal O Eco de 30/09/2005 que “Informações de moradores antigos dão conta de que o rio Una era, na verdade, o escoadouro das águas de um grande banhado para o mar. Só junto à Praia Rasa, onde desemboca, era possível perceber o curso fluvial. Toda esta imensa área alagada foi drenada pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) com o fim de “recuperar” terras para a agropecuária, o que significa incorporar terras à economia agropecuária, e

de sanear o grande brejo. Para tanto, o curso submerso do rio e de seus afluentes foi retificado quase até a foz”.

”Oliveira (2007) estudou a estrutura da floresta do mangue da Praia Gorda e concluiu que se trata de um mangue jovem, em processo de desenvolvimento. Ao contrário da maioria dos mangues, que se forma em áreas cheias de lodo e com pouco oxigênio, o da praia gorda é uma ocorrência peculiar, porque se desenvolve sobre solo composto por cascalho, areia grossa e pequenos blocos de rocha.

Dias (2009) mostra em seus estudos, que as falésias retratam um passado com cerca de 5.100 anos antes do presente, quando o nível do mar estava cerca de 3 metros acima do atual.

Quanto movimento! Assim, conseguiram explicar como a chuva consegue penetrar no alto das falésias e descarregar sua água doce na beira do mar, criando condições para a formação de um manguezal sobre as rochas.



Na verdade, desde 1990 a região interessa os cientistas porque é um valioso Patrimônio Natural e Geológico:

Tem importância didática – Segundo os pesquisadores Rubin e Almeida (2003) ela pode ser considerada um modelo para a ciência e o ensino;

Tem importância geomorfológica – o relevo produzido pelas rochas da falha é singular. Trata-se de uma linha perfeita, como que cortada por faca, desde o continente até a escarpada Ilha Feia. O cenário possui grande beleza cênica, bem como toda a Ponta do Pai Vitório;

Tem importância tectônica – a falha mostra que aconteceram pelo menos 4 terremotos por aqui e coloca lado a lado rochas antigas da crosta terrestre com 2 bilhões de anos e as da Formação Barreiras com 20 a 2 milhões de anos;

Tem importância paleoambiental – o movimento da falha espalhou leques de sedimentos formados por pequenas pedrinhas aglomeradas, formando as falésias da Praia Rasa e da Praia Gorda, que mostram o ambiente do passado: o nível do mar esteve bem mais baixo na época de sua formação e deviam existir rios encachoeirados nas escarpas;

Tem importância hidrogeológica e geoambiental - os depósitos de sedimentos da Formação Barreiras são muito permeáveis e porosos, permitindo grande infiltração e transmissão de água, que finalmente é descarregada na Praia Gorda. Ocorrem, também, blocos de brechas tectônicas do Pai Vitório, que é o componente rochoso do manguezal, capaz de permitir a entrada de água doce no ambiente salino, auxiliando no estabelecimento de condições de salinidade para manutenção da vegetação;

Tem importância científica – o fato de ser singular do ponto de vista da geologia é ponto de parada obrigatória em todas as excursões científicas na área (Heilbron et al., 2000, 2003);

Tem importância para a educação ambiental – O mangue de pedra da Praia Gorda é utilizado, frequentemente, em atividades de educação ambiental de escolas e ONGs da região;

Tem importância Sócio-Cultural - a área do Pai Vitório / Praia Gorda é tida como sendo área de desembarque de negros africanos no século XIX (antes mesmo da abolição da escravidão). Na região existe uma comunidade quilombola que vem resgatando parte de sua história, inclusive o jongo. Entre as lendas e mitos associados às feições geológicas da região, deve-se resgatar a crença local de que o espelho de falha da Ilha Feia se formou por ação de um raio que “danificou toda a ilha”;

Tem importância Turística – um local tão especial e bonito como a Praia Gorda e seu Mangue de Pedras certamente encanta todos os que conhecem sua história.

Uau!!!!

Fonte: _____



<http://www.agorabuzios.com/index.php/pt/agoranacidade/historia-da-cidade/4666-o-mangue-de-pedras-e-mais-que-bercario-do-mar>. Notícia publicada em 21/01/2012 - 13:58.

Condomínio em Búzios pode ameaçar mangue

Para geólogos, projeto de construção de 221 casas na Praia Rasa põe ecossistema em risco

Por: Luiz Ernesto Magalhães



O pescador Kleber Lopes no Mangue de Pedra, ecossistema que, segundo geólogos, pode ser condenado à morte se condomínio for erguido Felipe Hanover / Agência O Globo

RIO - Praia Rasa, Búzios. Em meio a um tipo raro de mangue, o pescador Kleber Lopes, o Dunga, procura caranguejos que sirvam de isca, numa prática que ele repete há anos. Localizado em Zona de Preservação Ambiental, o Mangue de Pedra, como o ecossistema é conhecido, está no centro da nova polêmica envolvendo os condomínios modernos que vêm sendo erguidos no balneário.

Conforme O GLOBO publicou neste domingo, moradores e entidades de Búzios vêm se organizando contra novos condomínios que estão descaracterizando a arquitetura local e adensando a região. O projeto do Gran Reserva 95 é o novo alvo dos protestos. Aprovado pela prefeitura, os planos preveem 221 casas divididas em cinco blocos. Para as obras começarem, falta só um parecer do Conselho Municipal de Meio Ambiente, que se reúne no início de fevereiro. A previsão é que a construção se inicie no mesmo mês.

Geólogos dizem que o mangue deve ser estudado

Segundo a prefeitura, o projeto atende à legislação local, mas entidades civis de Búzios alegam o contrário. De acordo com os opositores, o projeto está em desacordo com as regras do Plano Diretor, sancionado em 2006, para áreas de preservação. Eles dizem que, na área, o máximo permitido seria de oito casas. Além disso, geólogos da UFRJ têm outra preocupação: como o Mangue de Pedra foi pouco estudado, eles temem que qualquer alteração no ambiente local condene o ecossistema à morte.

O secretário municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão, Ruy Ferreira Borba Filho, ressalta que o Plano Diretor não impede a construção em áreas de preservação. Mas admite que os limites são mais rigorosos que em outros pontos. No Mangue de Pedra, apenas 5% do terreno podem ser ocupados, diz ele.

— As exigências foram cumpridas e o condomínio foi licenciado num trecho do manguezal que está degradado. E será apenas um condomínio — garante Ruy Borba.

A arquiteta Marlene Ettrich, que coordenou as discussões sobre o Plano Diretor, diverge do secretário:

— A limitação da área construída não é o único critério que deve ser levado em conta. O próprio Plano Diretor prevê que, a cada lote com área mínima de 8 mil metros quadrados, apenas oito casas podem ser construídas. Essa regra está valendo, mas isso está sendo ignorado pela prefeitura — argumenta a arquiteta.

O Mangue de Pedra é pouco conhecido entre os próprios moradores. Para se chegar até lá, é preciso caminhar por 15 minutos pela areia. O ponto de partida é a colônia de pescadores num trecho da orla conhecido como Praia da Gorda.

Na avaliação da professora Kátia Mansur, do Departamento de Geologia da UFRJ, trata-se do maior mangue do gênero no Brasil. Ela diz que a área precisa ser preservada:

— Os manguezais brotam onde há mistura de água doce com salgada. Como não existe uma oferta grande de água doce na região, isso indica que ela chega ao Mangue de Pedra infiltrada no solo dos terrenos onde o condomínio será erguido. É um equilíbrio delicado. Qualquer construção impermeabilizaria o solo. E afetaria o fornecimento de água doce para a vegetação. Antes de as obras serem autorizadas, a área deveria ser mais bem estudada por pesquisadores — ressalta Kátia.

Prefeito não vê riscos ambientais

A construção do condomínio Reserva 95, na Praia Rasa, não representa qualquer ameaça para o meio ambiente local, segundo o prefeito de Búzios, Mirinho Braga (PDT). Em relação ao número de unidades licenciadas (221 casas em cinco blocos), ele disse que não participou da decisão e que a questão passa por análise da Secretaria de Orçamento, Planejamento e Gestão.

— O Mangue de Pedra é próximo do condomínio, mas não há nenhum risco. A construção está sendo autorizada porque a legislação permite. Não posso simplesmente rasgar a lei. Tenho que cumpri-la — argumenta Braga.

A previsão é que o Residencial Villa Toscana, primeiro complexo do Reserva 95, com 54 casas, esteja pronto em janeiro de 2014. Um estande de vendas foi montado no local. A construtora Andrade Almeida é a responsável pelo projeto. O presidente da empresa, Fernando Kramer, afirma que as preocupações em relação ao mangue são infundadas.

Para Kramer, o condomínio vai garantir a preservação do ecossistema, evitando a favelização da região, como aconteceu em outros pontos da Região dos Lagos. O empresário promete contrapartidas ambientais que vão valorizar o ecossistema e divulgarão sua importância ambiental:

— Decidimos construir em menos de 5% da área. E num trecho que já está degradado. O Mangue de Pedra se transformará numa referência para Búzios. Teremos um centro de visitação e trilhas, para que a vegetação seja observada por turistas e moradores. O caminho pela areia deixará de ser o único jeito para se chegar até o ecossistema — diz ele.

Os imóveis do Villa Toscana estão sendo oferecidos por preços entre R\$ 195 mil e R\$ 250 mil, conforme a distância até a praia. Ao contrário dos outros condomínios modernos de Búzios que também causaram polêmica, não terá \$geminadas (duas unidades onde, normalmente, só haveria

uma). Todas as unidades serão duplex. Cada bloco do condomínio terá área de lazer com sauna, churrasqueira, bar, restaurante, quadra poliesportiva, sala de jogos, quadra de tênis e piscina.

Kramer acrescentou que ainda não tem uma data para lançar outras fases da obra do condomínio. De acordo com ele, tudo dependerá da demanda do mercado.

Ex-titular de Meio Ambiente critica gestão atual

Ex-secretário de Meio Ambiente de Búzios, Carlos Alberto Muniz reforça o time dos que defendem que a área deve ser mantida intacta. Segundo ele, o problema é que, hoje, não há na administração a cultura de se preservar a cidade, \$das razões que levaram ao movimento de emancipação de Cabo Frio.

—Na década de 90, a proposta para Búzios era ter uma política para conter o adensamento populacional. Qualquer projeto que pudesse aumentar as taxas de ocupação eram analisados com extremo rigor. Outros projetos foram apresentados para a área do Mangue de Pedra, mas sempre foram negados. Eu mesmo cheguei a indeferir um projeto — conta o ex-secretário.

Fernando Kramer, por sua vez, ressalta que todas as exigências dos órgãos públicos foram atendidas. Segundo ele, a taxa de ocupação do terreno chegou a ser reduzida quando o projeto teve a licença renovada no Instituto Estadual do Ambiente (Inea).

Fonte: _____



<http://oglobo.globo.com/rio/condominio-em-buzios-pode-ameacar-mangue-3737623>

Notícia publicada em 22/01/12 - 23h19 e atualizada em 22/01/12 - 23h52.

Justiça suspende obra de condomínio em Búzios

MP alega possível impacto de empreendimento em área de preservação ambiental

Por: Diego Barreto



Justiça aceita denúncia do MP e suspende obra de condomínio em Búzios por possível impacto de empreendimento em área de preservação ambiental Felipe Hanower / O Globo

RIO - Novo capítulo na polêmica envolvendo a construção de um condomínio de 221 casas na Praia da Gorda, em Búzios, na Região dos Lagos. No fim da tarde de segunda-feira, a juíza Alessandra de Souza Araújo, da 1ª Vara de Búzios, deferiu liminar suspendendo as obras do empreendimento Gran Reserva 95. A decisão atendeu a medida cautelar proposta pelo Ministério Público estadual, que, após reportagem

publicada na edição de 23 de janeiro do GLOBO, abriu um inquérito para apurar irregularidades no licenciamento do condomínio. O empreendimento está localizado numa Zona de Preservação Ambiental que abriga o Mangue das Pedras, um tipo raro de ecossistema, segundo pesquisadores.

Embora a empresa responsável pela execução do projeto, a construtora Andrade Almeida, e a prefeitura afirmem que o condomínio está de acordo com a legislação ambiental e urbanística, a sentença proferida na segunda foi baseada nos argumentos de que “nenhum estudo hidrogeológico sobre as águas subterrâneas foi apresentado, bem como nenhum levantamento geológico que embase a utilização das encostas do morro que garantisse a integridade do Mangue das Pedras”. A decisão também destaca que “o empreendimento encontra-se em desacordo com o Plano Diretor de Armação dos Búzios de 2006”.

O prazo estabelecido pela juíza para o cumprimento da sentença é de 48 horas. O descumprimento da decisão pode acarretar em multa diária de R\$ 30 mil e a prisão dos responsáveis pelo empreendimento.

Segundo o promotor Leonardo Kataoka, da 1ª Promotoria de Tutela Coletiva do núcleo de Cabo Frio do Ministério Público, a medida cautelar teve o objetivo de preservar a área até que seja interposta a ação principal pedindo anulação das licenças concedidas pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea) e a prefeitura de Búzios para a construção do empreendimento na Praia da Gorda.

— A medida cautelar está sendo proposta para preservar a área até a ação principal, quando será pedida a nulidade das licenças ambientais e urbanísticas para o empreendimento. Com a liminar paralisando as obras, daqui a 30 dias entraremos com a ação principal — explica Kataoka.

A construção das primeiras 54 casas previstas no condomínio Gran Reserva 95 está em fase inicial. Em abril, moradores de áreas vizinhas ao empreendimento denunciaram à polícia que retroscavadeiras faziam a limpeza e a terraplanagem em parte do terreno próxima à orla. O serviço teria eliminado seixos brancos — pedras raras, fruto da sedimentação geológica durante milhares de

anos — comuns na Praia da Gorda. O caso é investigado por inquérito policial instaurado na 127ª DP(Búzios).

A incorporadora Península, responsável pela venda das unidades do Gran Reserva 95, afirmou que o empreendimento atende a todas as exigências legais ambientais e urbanísticas. Segundo a empresa, as obras foram licenciadas pelo município e pelo Inea. A construtora Andrade Almeida foi procurada pela reportagem, mas até a noite de ontem não havia se pronunciado sobre o assunto.

Secretário diz que prefeitura vai recorrer

O secretário de Planejamento e orçamento de Búzios, Ruy Borba, afirmou ontem que o município vai recorrer para que as licenças emitidas continuem válidas. O secretário acrescenta que o projeto imobiliário está de acordo com a legislação municipal.

— O empreendimento tem todas as licenças urbanísticas e ambientais. As licenças foram renovadas, com base em outras concedidas em gestões anteriores. No caso ambiental, a licença está baseada numa anterior emitida pela antiga Feema (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente) e foi renovada pelo Inea. A prefeitura vai recorrer pela manutenção dos atos administrativos que considera regulares — afirmou Borba.

Casas duplex em área de Mata Atlântica

O site de vendas do empreendimento Gran Reserva 95 traz como um dos diferenciais do condomínio a preservação ambiental, com a promessa de manutenção de 95% da área de reserva. No entanto, segundo o Ministério Público, a construção de 221 casas duplex na área de 17 mil metros quadrados não estaria respeitando os limites estabelecidos para áreas de preservação ambiental no Plano Diretor de Armação dos Búzios. A legislação determina que nessas áreas o máximo de construções permitidas seja de 5% do total do terreno. Outro critério seria que a cada lote de oito mil metros quadrados apenas oito casas poderiam ser construídas. Urbanistas defendem que este requisito estaria sendo descumprido no Gran Reserva 95. Os responsáveis pelo empreendimento, no entanto, sustentam que as construções estão projetadas para a área já degradada e inferior a 5% do total do terreno.

Especialistas em geologia acreditam que a ocupação do local também poderia trazer impactos ao Mangue das Pedras. O ecossistema é considerado extremamente raro por não ser alimentado por grandes corpos hídricos, mas por água doce infiltrada no solo dos terrenos onde o condomínio será erguido. O local também abriga espécies endêmicas e ameaçadas de extinção da Mata Atlântica.

As primeiras 54 casas do empreendimento têm entrega prevista para 2014. O preço das unidades varia de R\$ 195 mil a R\$ 250 mil. As 221 unidades estão divididas em cinco blocos. Cada bloco do condomínio terá área de lazer com sauna, churrasqueira, bar, restaurante, quadra poliesportiva, sala de jogos, quadra de tênis e piscina.

Fonte: _____



<http://oglobo.globo.com/rio/justica-suspende-obra-de-condominio-em-buzios-5051181>

Notícia publicada em 28/05/12 - 23h05 e atualizada em 29/05/12 - 8h40.

Suspensa obra de condomínio em Búzios

Por: Diego Barreto - O Globo



O terreno na Praia da Gorda onde está sendo erguido o condomínio Gran Reserva 95, com 221 casas: MP afirma que há danos à Zona de Preservação Ambiental. Foto: Felipe Hanower/16-01-2011 / O Globo.

RIO - Novo capítulo na polêmica envolvendo a construção de um condomínio de 221 casas na Praia da Gorda, em Búzios, na Região dos Lagos. No fim da tarde desta segunda-feira, a juíza Alessandra de Souza Araújo, da 1ª Vara de Búzios, deferiu liminar suspendendo as obras do empreendimento Gran Reserva 95. A decisão atendeu a medida cautelar proposta pelo Ministério Público estadual, que, após reportagem publicada na edição de 23 de janeiro do GLOBO, abriu um inquérito para apurar irregularidades no licenciamento do condomínio. O empreendimento está localizado numa Zona de Preservação Ambiental que abriga o Mangue das Pedras, um tipo raro de ecossistema, segundo pesquisadores.

Prazo para cumprimento da sentença é de 48 horas

Embora a empresa responsável pela execução do projeto, a construtora Andrade Almeida, e a prefeitura afirmem que o condomínio está de acordo com a legislação ambiental e urbanística, a sentença proferida ontem foi baseada nos argumentos de que “nenhum estudo hidrogeológico sobre as águas subterrâneas foi apresentado, bem como nenhum levantamento geológico que embase a utilização das encostas do morro que garantisse a integridade do Mangue das Pedras”. A decisão também destaca que “o empreendimento encontra-se em desacordo com o Plano Diretor de Armação dos Búzios de 2006”.

O prazo estabelecido pela juíza para o cumprimento da sentença é de 48 horas. O descumprimento da decisão pode acarretar em multa diária de R\$ 30 mil e a prisão dos responsáveis pelo empreendimento.

Segundo o promotor Leonardo Kataoka, da 1 Promotoria de Tutela Coletiva do núcleo de Cabo Frio do Ministério Público, a medida cautelar teve o objetivo de preservar a área até que seja interposta a ação principal pedindo anulação das licenças concedidas pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea) e a prefeitura de Búzios para a construção do empreendimento na Praia da Gorda.

— A medida cautelar está sendo proposta para preservar a área até a ação principal, quando será pedida a nulidade das licenças ambientais e urbanísticas para o empreendimento. Com a liminar paralisando as obras, daqui a 30 dias entraremos com a ação principal — explica Kataoka.

A construção das primeiras 54 casas previstas no condomínio Gran Riserva 95 está em fase inicial. Em abril, moradores de áreas vizinhas ao empreendimento denunciaram à polícia que retroescavadeiras faziam a limpeza e a terraplanagem em parte do terreno próxima à orla. O serviço teria eliminado seixos brancos — pedras raras, fruto da sedimentação geológica durante milhares de anos — comuns na Praia da Gorda. O caso é investigado por inquérito policial instaurado na 127ª DP(Búzios).

A incorporadora Península, responsável pela venda das unidades do Gran Riserva 95, afirmou que o empreendimento atende a todas as exigências legais ambientais e urbanísticas. Segundo a empresa, as obras foram licenciadas pelo município e pelo Inea. A construtora Andrade Almeida foi procurada pela reportagem, mas até a noite de ontem não havia se pronunciado sobre o assunto.

Secretário diz que prefeitura vai recorrer

O secretário de Planejamento e orçamento de Búzios, Ruy Borba, afirmou nesta segunda-feira que o município vai recorrer para que as licenças emitidas continuem válidas. O secretário acrescenta que o projeto imobiliário está de acordo com a legislação municipal.

— O empreendimento tem todas as licenças urbanísticas e ambientais. As licenças foram renovadas, com base em outras concedidas em gestões anteriores. No caso ambiental, a licença está baseada numa anterior emitida pela antiga Feema (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente) e foi renovada pelo Inea. A prefeitura vai recorrer pela manutenção dos atos administrativos que considera regulares — afirmou Borba.

Fonte: _____



<http://extra.globo.com/noticias/rio/suspensa-obra-de-condominio-em-buzios-5052802.html>

Notícia publicada em 29/05/12 - 08:48 e atualizada em 29/05/12 - 08:52.

Anexo II – Metodologia utilizada nas Análises Químicas e Isotópicas.

LABAGUAS – Laboratório de Caracterização de Águas – PUC-Rio.

IRD – Instituto de Radioproteção e Dosimetria.



LABAGUAS - Laboratório de Caracterização de Águas

1) Físico-químico prévios

- 1.1. Aspecto Natural (visual: quanto à cor e à turbidez)
- 1.2. Odor a Frio (Ausente ou Presente)
- 1.3. Sólidos em Suspensão (visual: Ausente ou Presente)

2) Físico-químicos

2.1. Cor

- Cor Aparente (Hz) – Amostra Não Filtrada: cor conferida à amostra não só pelas substâncias dissolvidas, mas, também, pelas substâncias em suspensão.
- Cor Real (Hz) – Amostra Filtrada (Após filtrar a amostra com filtro de 0,45 mm de diâmetro de poro): cor da amostra devido a substâncias dissolvidas, na ausência de turbidez
 - ♦ Medição em Espectrofotômetro Spectroquant® NOVA 60 (Merck) utilizando cubeta retangular de 50 mm (Faixa de Medição: 0,2 a 100 HZ).
 - ♦ Se o valor de cor aparente for $> 0,2$ HZ, filtrar a amostra com seringa de 10 mL e filtro de 0,45 μ m e seguir o mesmo procedimento para determinar a cor real (amostra filtrada).

2.2. Turbidez: é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar uma certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma.

- Turbidez na Amostra Não-Filtrada (uT)
- Turbidez na Amostra Filtrada (uT) (Após filtrar a amostra com filtro de 0,45 μ m de diâmetro de poro)
 - ♦ Medição em Espectrofotômetro Spectroquant® NOVA 60 (Merck) utilizando cubeta retangular de 50 mm (Faixa de Medição: 1 a 100 FAU).
 - ♦ Se o valor de turbidez for > 1 FAU, filtrar a amostra com seringa de 10 mL e filtro de 0,45 μ m e seguir o mesmo procedimento para determinar a turbidez (amostra filtrada). Então:

$\text{Turbidez (uT)} = \text{Turbidez na Amostra Não-Filtrada (uT)} - \text{Turbidez na Amostra Filtrada (uT)}$
--

2.3. pH e Condutividade a 25°C

As determinações de pH e condutividade em amostras de água foram feitas utilizando o sistema de medição multiparamétrico Inolab Multi 740 (WTW)

Definições:

pH – É o co-logaritmo da concentração de íons hidrogênio de uma solução expressa em moles por litro (mol.L⁻¹).

Condutividade (K) – Condutância medida entre as faces de um centímetro cúbico (antigamente chamado de condutância específica). Os valores da condutividade são expressos em Siemens por centímetro (S.cm⁻¹):

$$K = \frac{G \times L}{A}$$

Onde: “G” é a condutância em Siemens, “L” é o comprimento em centímetros e “A” é a área da seção em centímetros quadrados.

As determinações de pH e condutividade foram realizadas em amostras não preservadas.

A faixa de medição para pH é de 0 a 14.

A faixa de medição para condutividade é de 1 µS.cm⁻¹ a 2 S.cm⁻¹.

As determinações de pH e condutividade de cada amostra foram realizadas, simultaneamente, imergindo o eletrodo de pH e o sensor de condutividade a uma profundidade de cerca de 2,5 cm em um copo descartável contendo cerca de 25 mL de amostra.

2.4. Resíduo de Evaporação a 180°C (mg.L⁻¹): calculado a partir da condutividade segundo a equação abaixo:

$$0,633 * \text{Condutividade} + 10,4$$

onde a Condutividade é expressa em µS.cm⁻¹.

2.5. Dureza

- Dureza Total em CaCO₃ (mg/L): calculado a partir das concentrações de Ca e Mg

$$\left(\frac{[Mg]}{24,3} + \frac{[Ca]}{40,08} \right) * 100$$

onde as concentrações de Mg e Ca são expressas em mg.L⁻¹.

- Dureza Permanente em CaCO₃ (mg/L): calculado

Se a Dureza Total for igual à Dureza Temporária, então não há Dureza permanente.

Se a Dureza Total for diferente da Dureza Temporária, então:

$$Dureza_{\text{permanente}} = Dureza_{\text{Total}} - Dureza_{\text{Temporária}}$$

- Dureza Temporária em CaCO_3 (mg/L)

Se a Alcalinidade Total for maior que a Dureza Total, então:

$$Dureza_{\text{Temporária}} = Dureza_{\text{Total}}$$

Se a Alcalinidade Total não for maior que a Dureza Total, então:

$$Dureza_{\text{Temporária}} = Alcalinidade_{\text{Total}}$$

2.6. Alcalinidade

A alcalinidade de uma água é uma medida da sua capacidade de neutralização de ácidos. Correspondem à presença de sais de ácidos fracos, bases fortes e bases fracas. Dentre estes compostos destacaremos os bicarbonatos, carbonatos, fosfatos, silicatos, sais de ácidos orgânicos fracos, amoníaco, carbonatos e hidróxidos.

A alcalinidade à fenolftaleína com viragem em torno de pH 8,3, onde a maior parte do íon CO_3^{2-} é convertido em HCO_3^- mas apenas uma quantidade desprezível de íon bicarbonato é convertida em ácido carbônico. Assim, $Alcalinidade\ à\ fenolftaleína = [\text{CO}_3^{2-}]$



Figura 1: Titulação com fenolftaleína: (a) antes da titulação, (b) após viragem de cor.

Por convenção o alaranjado de metila é o indicador usado na determinação da alcalinidade total com viragem em torno de pH 4,3. Sob tais condições, não apenas todo o íon carbonato foi transformado em bicarbonato, mas certamente todo o íon bicarbonato foi transformado em ácido carbônico.

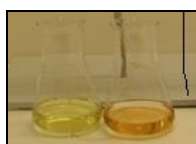
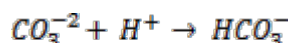


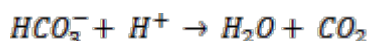
Figura 2: Titulação com alaranjado de metila: (a) antes da titulação, (b) após viragem de cor.

A determinação da alcalinidade é realizada por titulação ácido-base utilizando o equipamento 855 ROBOTIC TITROSAMPLER da Metrohm.

A alcalinidade pode ser determinada pela titulação com um ácido (HCl ou H_2SO_4 até pH 8,3 para neutralizar bases tão forte quanto ou mais fortes que o íon carbonato.



Ou pela titulação até pH 4,5 para neutralizar bases mais fracas do que o íon carbonato, mas tão fortes quanto ou mais fortes que o íon bicarbonato.



3) Cromatografia de Íons

3.1. Preparo das amostras para análise por Cromatografia de Íons

As amostras foram filtradas em filtro com 0,45 µm de diâmetro de poro antes da injeção no Cromatógrafo.

3.2. Preparo das curvas de calibração e “validates” para análise por Cromatografia de Íons

Ânions:

As curvas de calibração foram preparadas a partir de um padrão misto contendo fluoreto, cloreto, nitrato, brometo, sulfato e fosfato da SpecSol e de um padrão de nitrito da SpecSol, ambos com concentração 1000 mg.L⁻¹.

Curvas de calibração:

Curva baixa: 10 µg.L⁻¹ a 1000 µg.L⁻¹

Curva alta: 1000 µg.L⁻¹ a 10 mg.L⁻¹

“Validate”: os “validates” foram preparados a partir de um padrão misto contendo fluoreto, cloreto, nitrato, brometo, sulfato e fosfato da SpecSol e de um padrão de nitrito da SpecSol, ambos com concentração 1000 mg.L⁻¹, e ambos de lotes diferentes dos lotes dos padrões utilizados para preparar as curvas de calibração. São preparadas 2 soluções de “validate”. A concentração menor serve para avaliar a curva baixa e a maior serve para avaliar a curva alta.

Solução padrão com concentração 500 µg.L⁻¹

Solução padrão com concentração 5 mg.L⁻¹

Cátions:

As curvas de calibração foram preparadas a partir de padrões individuais de sódio, potássio, cálcio, magnésio, da Merck, e amônio da SpecSol, todos com concentração 1000 mg.L⁻¹.

Curvas de calibração:

Curva baixa: 10 µg.L⁻¹ a 1000 µg.L⁻¹

Curva alta: 1000 µg.L⁻¹ a 10 mg.L⁻¹

“Validate”: os “validates” foram preparados a partir de padrões individuais de sódio, potássio, cálcio, magnésio, da Merck, e amônio da SpecSol, todos com concentração 1000

mg.L⁻¹. São preparadas 2 soluções de “validate”. A concentração menor serve para avaliar a curva baixa e a maior serve para avaliar a curva alta.

Solução padrão com concentração 600 µg.L⁻¹

Solução padrão com concentração 6 mg.L⁻¹

3.3. Determinação de Cátions por Cromatografia de Íons (Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg⁺² e Ca⁺²)

A determinação dos cátions principais foi feita por Cromatografia de Íons com detecção condutimétrica em equipamento Dionex, modelo DX-120, com supressora eletrolítica CSRS-300, 4 mm, coluna analítica IonPac CS12A e coluna de guarda IonPac CG12A, ambas 4mm. O eluente usado foi ácido sulfúrico 10 mmol.L⁻¹.

3.4. Determinação de Ânions por Cromatografia de Íons (F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ e SO₄²⁻)

A determinação dos ânions foi feita por Cromatografia de Íons com detecção condutimétrica em equipamento Dionex, modelo ICS-2000, com supressora eletrolítica ASRS-300, 4 mm, coluna analítica IonPac AS19 e coluna de guarda IonPac AG19, ambas de 4mm. Eluente: gerador de eluente de KOH com gradiente de eluição variando de 10 a 52 mmol.L⁻¹.

OBSERVAÇÕES:

Todas as soluções (cromatografia de íons e ICP-MS) e diluições de amostras foram preparadas com água ultrapura tipo I (resistividade < 18 MΩ.cm).

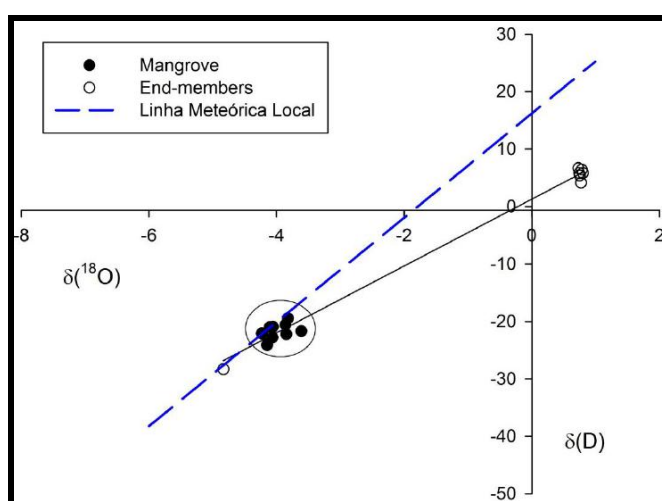
Por: *Ana Cristina M. Almeida*

LABAGUAS – PUC-Rio



A determinação dos deltas do Oxigênio-18 ($\delta^{18}\text{O}$) e do Deutério (δD) foi realizada utilizando-se um analisador isotópico da PICARRO modelo L1102-i (Picarro, Sunnyvale, CA, EUA). Cada amostra foi analisada oito vezes (o que significa, oito injeções consecutivas e processamento), para evitar os efeitos de memória, apenas as últimas três injeções foram consideradas em cada um dos cálculos. Cada uma das amostras foi analisada em conjunto com um grupo de três materiais de referência, VSMOW-2, GISP e SLAP-2, que foram comprados da Agência Internacional de Energia Atômica (Viena, Áustria).

A sequência de medida utilizada é similar ao proposto pelo produtor de equipamentos (que é VSMOW-2, GISP, amostra teste, seis amostras desconhecidas, SLAP-2, amostra teste, 6 amostras desconhecidas, VSMOW-2, GISP, amostra teste, seis amostras desconhecidas, etc.). A calibração original de fábrica é preservada, e os resultados dos materiais de referência são usados para construir uma curva de calibração, e os resultados das amostras então calculados. A amostra teste é utilizada para validar cada uma das sequencia de amostras e para a construção de um gráfico de controle.



Por: *José Marcus de Oliveira Godoy*

LABAGUAS – PUC-Rio.