UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

FELIPE OLIVEIRA TENÓRIO DA SILVA

Caracterização hidrogeológica da localidade de Passagem de Pedras na porção sul do sistema aquífero Tacaratú/Inajá- Bacia do Jatobá - Municípios de Ibimirim/Inajá/Manari-PE

Recife
2018

FELIPE OLIVEIRA TENÓRIO DA SILVA

Caracterização hidrogeológica da localidade de Passagem de Pedras na porção sul do sistema aquífero Tacaratú/Inajá- Bacia do Jatobá - Municípios de Ibimirim/Inajá/Manari-PE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geociências.

Área de concentração: Hidrogeologia e Geologia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. José Geilson Alves Demetrio

Recife

2018

Catalogação na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

S586c Silva, Felipe Oliveira Tenório da.
Caracterização hidrogeológica da localidade de Passagem de Pedras na porção sul do sistema aquífero Tacaratú/Inajá- Bacia do Jatobá - Municípios de Ibimirim/Inajá/Manari-PE / Felipe Oliveira Tenório da Silva – Recife, 2019.
253 f., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. José Geilson Alves Demetrio.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2019.
Inclui referências e anexos.

1. Geociências. 2. Caracterização hidrogeológica. 3. Eficiência de poços tubulares. 4. Sistema aquífero Tacaratu /Inajá. 5. Teste de produção. I. Demetrio, José Geilson Alves (Orientador). II. Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.) BCTG/2019 - 356

FELIPE OLIVEIRA TENÓRIO DA SILVA

Caracterização hidrogeológica da localidade de Passagem de Pedras na porção sul do sistema aquífero Tacaratú/Inajá- Bacia do Jatobá - Municípios de Ibimirim/Inajá/Manari-PE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geociências.

Aprovada em: 09/11/2018

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. José Geilson Alves Demetrio (Orientador)

_____

Prof. Dr. Jaime Cabral (Examinador Interno)

_____

Prof. Dr. José Geraldo de Melo (Examinador Externo)

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido saúde e condições de trabalho. Agradeço também a minha família por todo o apoio concedido.

Ao professor Geilson Demetrio pela orientação e por toda a paciência.

À minha noiva Bárbara por todo incentivo nos momentos difíceis.

A todos os amigos que me apoiaram durante essa jornada. Os amigos geológicos: Ana Gabriela, Lara, Diógenes, Bruno, André, Diego Phelps, Germano, Renan, Marcos, Rodrigo e tantos outros.

RESUMO

Em 1998 foi firmado um convênio entre a CPRM e a FNS que objetivava a construção de dois poços para o abastecimento de água da cidade de Manari e Itaíba, na localidade de Passagem de Pedras. O resultado do trabalho revelou uma baixa vazão para ambos os poços. As baixas vazões desses dois poços despertaram interesse para a realização de uma pesquisa mais detalhada, afinal tratam-se de poços de grandes profundidades (408 e 534 metros), com quantidades inexpressivas de sedimentos finos, ao longo da sequência atravessada, ou seja, uma predominância da fração arenosa, além de espessuras saturadas acima de 400,0 m. O esperado para tais condições seriam poços de alta vazão e aquífero com elevada transmissividade, como já observadas no sistema aquífero Tacaratu/Inajá em outras localidades. O objetivo principal dessa dissertação é a investigação dos motivos que levaram os referidos poços à tais condições. O trabalho desenvolvido consistiu em uma caracterização hidrogeológica de uma área de 150km^2 que enquadra a localidade de Passagem de Pedras, onde se situam os dois poços. O desenvolvimento das atividades contou com uma revisão bibliográfica e posterior etapa de campo. Na qual foi verificada a geologia de superfície e foi atualizado do inventário da CPRM, através do cadastro de poços novos e análise dos parâmetros químicos do pH e condutividade elétrica da água. Os resultados das análises apontam para problemas construtivos dos poços, que acarretam baixas eficiências dos mesmos. Tais problemas influenciaram os rebaixamentos medidos e mascararam os parâmetros hidrodinâmicos reais do aquífero.

Palavras chave: Caracterização hidrogeológica. Eficiência de poços tubulares. Sistema aquífero Tacaratu /Inajá. Teste de produção.

ABSTRACT

In 1998 an agreement was signed between CPRM and FNS, which aimed to build two wells water for supply of the city of Manari and Itaíba, in the locality of Passagem de Pedras. The result of the work revealed a low flow rate for both wells. The low flows of these two wells have aroused interest in conducting a more detailed research, since they are wells of great depths (408 and 534 meters), with inexpressive amounts of fine sediments, along the crossed sequence, that is, a predominance of the sandy fraction, in addition to saturated thicknesses above 400.0 m. The expected for such conditions would be high flow wells and aquifer with high transmissivity, as already observed in the Tacaratu / Inajá aquifer system in other localities. The main objective of this dissertation is the investigation of the reasons that led the mentioned wells to such conditions. The work developed consisted in a hydrogeological characterization of an area of 150km2 that fits the locality of Passage of Pedras, where the two wells are located. The development of the activities counted on a bibliographical revision and later field activity. In the field activity the geology was verified and it was updated the inventory of the CPRM, through the register of new wells and analysis of the chemical parameters of the pH and electrical conductivity of the water. The results of the analyzes point to constructive problems of the wells, which lead to low efficiencies. These problems influenced the drawdowns and masked the actual hydrodynamic parameters of the aquifer.

Keywords: Hydrogeological characterization. Efficiency of tubular wells. Tacaratu /Inajá aquifer system. Production test.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo. 20
Figura 2 – Percentual de dias com déficit hídrico no período 1970 – 1990. Região nordeste. 24
Figura 3 – Perfil de solo exibindo todos seus horizontes. 25
Figura 4 – Classificação de solos do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE) para a área trabalhada 27
Figura 5 – Mapa Geomorfológico do elaborado pelo Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (2001) 30
Figura 6 – Mapa geológico simplificado da Província Borborema, Nordeste do Brasil. 37
Figura 7 – Embasamento do Sistema Rift Recôncavo-Tucano-Jatobá; destaca-se a Bacia Sedimentar do Jatobá assentada sobre o Terreno Pernambuco-Alagoas..... 38
Figura 8 – Mapa geológico da Bacia do Jatobá com destaque para suas principais estruturas. 40
Figura 9 – Linha sísmica no Baixo de Ibimirim exibindo a feição tectônica de hemi-graben; destaca-se o mergulho NW das camadas. 40
Figura 10 – Mapa gravimétrico enfatizando os horsts e grabens da Bacia do Jatobá. 41
Figura 11 – Divisão de blocos da Bacia do Jatobá; destaque para as Falhas de Mata verde Moxotó, ambas com orientação N-NW. 42
Figura 12 – Carta estratigráfica da Sub-Bacia Tucano Norte e Bacia do Jatobá..... 46
Figura 13 – Coluna estratigráfica da Bacia de Jatobá. 49
Figura 14 – Matacões aflorando em maior quantidade no topo da serra. 67
Figura 15 – Matacões cortados por diques pegmatíticos de composição feldspática. 67
Figura 16 – Visão panorâmica do Serrote São João, localizado na localidade de Lagoa do meio. 68
Figura 17 – Rochas da Formação Tacaratu afetadas pela tectônica rúptil. 68

Figura 18 – Estratificações plano-paralelas e cruzadas nos arenitos conglomeráticos da Formação Tacaratu; detalhe para estratificação cruzada e para a textura conglomerático do pacote sedimentar. 69
Figura 19 – Afloramento de camadas de arenito intercaladas com argilitos. ... 70
Figura 20 - Camada argilosa de coloração esbranquiçada 70
Figura 21 – Intenso faturamento observados na Formação Inajá. 71
Figura 22 – A e B. Afloramentos da Formação Inajá compostos por blocos rolados de até um metro de diâmetro e também fragmentos menores formados devido ao intenso faturamento e intemperismo. 72
Figura 23 – Acamamento do pacote sedimentar com mergulho de 40° e sentido SW. Nota-se também a presença de fraturas. 73
Figura 24 – Solo originado da Formação Aliança. Caracteristicamente de coloração amarronzada a avermelhada. 74
Figura 25 – Escavação que possibilitou o afloramento das rochas da Formação Aliança 74
Figura 26 – Folhelhos calcilíferos de coloração esbranquiçada a esverdeada da Formação Aliança. 75
Figura 27 – Gretas de dissecação fósseis e icnofóssil (seta vermelha) em folhelhos da Formação Aliança. 75
Figura 28 – Extensão do recobrimento dos depósitos colúvio-eluviais. 76
Figura 29 – A. Cobertura arenosa de coloração esbranquiçada associada ao intemperismo da Formação Inajá. Observa-se também um poço desativado. B. Cobertura arenosa de coloração avermelhada associada ao intemperismo da Formação Tacaratu. 77
Figura 30 – Provável contato entre a Formação Tacaratu e Inajá, representado pelo solo de coloração avermelhada e esbranquiçada, respectivamente. 77
Figura 31 – Diagrama de roseta indicando a orientação NE como mais persistente das estruturas traçadas através da interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite. 79

Figura 32 – A. Bandas de deformação nos arenitos da Formação Inajá B. Destaque para a estrutura. 80
Figura 33 – Continuidade das bandas de deformação em afloramentos segundo uma orientação NE-SW. 80
Figura 34 – Espelho de falha e um outro afloramento mais a frente se sobressaindo no terreno (seta vermelha) ambos alinhados na direção NE-SW..... 81
Figura 35 – Representação em Mapa das Províncias Hidrogeológicas do Brasil.....83
Figura 36 – Províncias Hidrogeológicas do Nordeste 84
Figura 37 – Distribuição dos pontos de água cadastrados dentro da área delimitada. 94
Figura 38 – A. Gráfico de correlação das temperaturas de Água Branca x Paulo Afonso. Observa-se também a equação do ajuste linear e o coeficiente de determinação. B. Gráfico de correlação das temperaturas de Paulo Afonso x Água Branca. Observa-se também a equação d..... 96
Figura 39 – Ilustração do cálculo da temperatura utilizando a equação do ajuste linear do gráfico da correlação entre as temperaturas de Água Branca e Paulo Afonso 97
Figura 40 – Gráfico de correlação das Precipitações de (A) Manari x Inajá (B) Manari x Ibimirim (C) Manari x Itaíba (D) Manari x Tupanatinga. Observa-se também a equação do ajuste linear e o coeficiente de determinação..... 99
Figura 41 – Ilustração do cálculo da temperatura utilizando a equação do ajuste linear do gráfico da correlação das Precipitações de Manari x Tupanatinga..... 100
Figura 42 – Mapa exibindo os postos pluviométrico dos quais foram utilizadas as precipitações e das estações meteorológicas das quais foram usadas as temperaturas. 101
Figura 43 – Gráfico dos excedentes hídricos calculados para o período de novembro de 1962 e maio de 2017..... 103

Figura 44 – Histograma de excedentes hídricos mensais considerando o período de novembro de 1962 e maio de 2017, aproximado por uma lei de distribuição de probabilidade do tipo Gama. 104
Figura 45 – Mapa potenciométrico do sistema aquífero Tacaratu/Inajá na região de Passagem de Pedras no mês de janeiro de 2017. 109
Figura 46 – Ilustração comparando o mapa potenciométrico e o mapa de vazões. 111
Figura 47 – Mapa comparativo entre a potenciometria do presente trabalho e a potenciometria traçada no projeto UFPE/CPRM/FINEP (2008). 113
Figura 48 – Mapa de transmissividades da Bacia Sedimentar do Jatobá. 118
Figura 49 – Mapa potenciométrico exibindo a frente de escoamento utilizada no cálculo da VEN. 122
Figura 50 – Mapa Geológico simplificado da região trabalhada exibindo a localização do poço de monitoramento da CPRM SRI-04-PE..... 126
Figura 51 – Perfil construtivo e litológico do poço SRI-04-PE 126
Figura 52 – Registro fotográfico do Poço de Monitoramento SRI-04-PE no mês de janeiro de 2017. 127
Figura 53 – Gráfico da profundidade do nível da água x tempo para o período de julho de 2011 até novembro de 2017 do poço SRI-04-PE. As setas vermelhas indicam os períodos de recuperação. .. 129
Figura 54 – Gráfico das precipitações mensais do postos pluviométricos de Inajá. 129
Figura 55 – Gráfico das precipitações mensais do postos pluviométricos de Manari. 130
Figura 56 – Mapa apresentando a distribuição dos pontos destoantes na área trabalhada, o valor em uS/cm da CE e o número de ordem do ponto. 134
Figura 57 – A. Ajuste dos dados de pH à lei de distribuição normal. B. Ajuste dos dados de CE à lei de distribuição Log-normal. 135
Figura 58 – Gráfico de setores dos valores de pH. 136

Figura 59 – Mapa de condutividade elétrica da água do sistema aquífero Tacaratu/Inajá na região trabalhada. 138
Figura 60 – Gráfico de correlação entre a profundidade dos poços com a CE. É exibido também o Coeficiente de determinação (R2) e de correlação (R). 139
Figura 61 – Localidade de Flexeiras representada no mapa geral da área de 140
Figura 62 – Leito do Riacho Umbuzeiro exibindo o afloramento do freático recoberto por uma vegetação aquática 140
Figura 63 – Ilustração do curso do Riacho Umbuzeiro onde foi medida a CE da água. 141
Figura 64 – Sedimento aluvionar exibindo crostas de sal. 142
Figura 65 – Mapa de pH do sistema aquífero Tacaratu/Inajá na região trabalhada 143
Figura 66 – Gráfico de correlação entre a profundidade dos poços com a CE. É exibido também o Coeficiente de determinação (R2) e correlação (R). 143
Figura 67 – Interpretação do teste de aquífero do poço 3IB-05-PE. Método de Cooper/Jacob. 148
Figura 68 – Interpretação do teste de aquífero do poço 3IB-07-PE. Método de Cooper/Jacob. 148
Figura 69 – Interpretação do teste de aquífero do poço 3IB-05-PE. Método de Theis 149
Figura 70 . Interpretação do teste de aquífero do poço 3IB-05-PE. Método de Theis 149
Figura 71 – Poço 3IB-07-PE - Superposição do teste de aquífero com a 1º etapa do teste de produção. Destaque para os três trechos detectados. 152
Figura 72 – Poço 3IB-05-PE - Superposição do teste de aquífero com a 1º etapa do teste de produção. 152
Figura 73 – Gráfico exibindo os rebaixamentos medidos no teste de aquífero e os rebaixamentos calculados. Poço 3IB-05-PE. 158

Figura 74 – Gráfico exibindo os rebaixamentos medidos no teste de aquífero e os rebaixamentos calculados. Poço 3IB-07-PE. 159
Figura 75 – Influência da eficiência de um poço na forma da curva rebaixamento versus tempo de um teste de vazão contínua. Poço 3IB-05-PE e Poço 3IB-07-PE. 160

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de classificação utilizada pela Embrapa. 26
Tabela 2 – Quadro comparativo entre os principais agrupamentos do pacote sedimentar da Bacia de Jatobá de acordo com suas características hidrogeológicas. 89
Tabela 3 – Principais parâmetros estatísticos dos dados de excedente hídrico. 103
Tabela 4 – Probabilidade do excedente hídrico mensal na área de estudo, segundo o Balanço hídrico de Thorntwaite. 105
Tabela 5 – Relação dos poços onde foram obtidas as informações dos níveis estáticos e cálculos das respectivas cargas hidráulicas. ... 107
Tabela 6 – Comparação entre as cargas hidráulicas dos poços do presente trabalho com as cargas hidráulicas e do projeto da UFPE/CPRM/FINEP (2008). 114
Tabela 7 – Informações de transmissividade utilizadas na elaboração do mapa da figura 41. Todas as coordenadas foram compatibilizadas para Sirgas 2000 117
Tabela 8 – Informações de coeficientes de armazenamento levantadas de trabalhos já publicados. Coordenadas compatibilizadas para SIRGAS 2000. 120
Tabela 9 – Análise estatística do conjunto de dados dos coeficientes de armazenamento. 120
Tabela 10 – Relação de valores de CE, STD e pH obtidos em cada ponto de água visitado. Pode-se observar também as profundidades desses poços. Na coluna da CE encontram-se na cor vermelha 6 valores destoantes do conjunto de dados. 131
Tabela 11 – Parâmetros estatísticos da CE com os valores anômalos e sem os valores anômalos. 134
Tabela 12 – Parâmetros estatísticos básicos referentes a qualidade das águas 135

Tabela 13 – Parâmetros químicos disponíveis do poço SRI-04-PE. Fonte: CPRM, RIMAS. 145
Tabela 14 – Tabela expositiva dos valores de transmissividade e condutividade hidráulica calculados por Leite et al., (1999) e pelo autor do presente trabalho. 150
Tabela 15 – Comparação das equações dos poços para o momento dos referidos ensaios de bombeamento e para 5, 10 e 15 anos. 154
Tabela 16 – Rebaixamentos medidos e os rebaixamentos teóricos. 157
Tabela 17 – Vazões de explotação calculadas para 5, 10 e 15 anos para os poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE. 162

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA 17
2 OBJETIVOS 19
3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E ACESSO 20
4 MATERIAIS UTILIZADOS E METODOLOGIA 21
5 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO 22
5.1 CLIMA 22
5.2 SOLOS 24
5.3 GEOMORFOLOGIA 28
5.4 VEGETAÇÃO 30
6 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS 32
7 HIDROGRAFIA 33
8 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ 35
8.1 GENERALIDADES 35
8.2 ARCABOUÇO ESTRUTURAL DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ 39
8.3 TECTONO-ESTRATIGRAFIA DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ 42
9 LITOESTRATIGRAFIA DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ 50
9.1 EMBASAMENTO CRISTALINO 50
9.2 FORMAÇÃO TACARATU 52
9.3 FORMAÇÃO INAJÁ 54
9.4 FORMAÇÃO ALIANÇA 55
9.4 FORMAÇÃO SERGI 56
9.5 FORMAÇÃO CANDEIAS 58
9.6 GRUPO ILHAS 59
9.7 FORMAÇÃO SÃO SEBASTIÃO 60
9.8 FORMAÇÃO MARIZAL 62
9.9 FORMAÇÃO CRATO 62
9.10 FORMAÇÃO ROMUALDO 63
9.11 FORMAÇÃO EXU 64
9.12 COBERTURAS CENOZÓICAS. 65

10 GEOLOGIA LOCAL 66
10.1 EMBASAMENTO CRISTALINO 66
10.2 FORMAÇÃO TACARATU 68
10.3 FORMAÇÃO INAJÁ 71
10.4 FORMAÇÃO ALIANÇA 73
10.5 DEPÓSITOS COLÚVIO-ELUVIAIS 76
11 GEOLOGIA ESTRUTURAL 78
12 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO REGIONAL 82
12.1 HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ 89
13 HIDROGEOLOGIA LOCAL 93
13.1 CADASTRAMENTO DE PONTOS DE ÁGUA 93
13.2 BALANÇO HÍDRICO 95
13.3 USO DOS RECURSOS HÍDRICOS 105
13.4 POTENCIOMETRIA 106
14 PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS 115
15 VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL 121
16 RESERVAS 123
17 POÇO DE MONITORAMENTO 125
18 HIDROQUÍMICA 131
19 DISCUSÃO ACERCA DOS POÇOS 3IB-05-PE E 3IB-07-PE (PASSAGEM DE PEDRAS) 146
20 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 163
REFERÊNCIAS 166
ANEXO A – MAPA GEOLÓGICO 178
ANEXO B – PLANILHA DOS POÇOS CADASTRADOS 179
ANEXO C – PERFIS LITOLÓGICOS E CONSTRUTIVOS 182
ANEXO D – GRÁFICOS INTERPRETATIVOS DOS ENSAIOS DE BOMBEAMENTOS 195
ANEXO E – TABELAS DE DADOS DOS ENSAIOS DE BOMBEAMENTOS. 218
ANEXO F – INFORMAÇÕES REFERENTES AOS POÇOS 3IB-05-PE E 3IB-07-PE. 250

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A água é um elemento essencial para a continuidade da vida de qualquer ser em nosso planeta. É o único recurso natural presente em todos os segmentos da vida humana, desde os primórdios das civilizações até o desenvolvimento das atividades agrícolas e industriais. Na sociedade moderna as demandas por recursos hídricos atendem principalmente as necessidades industriais e agrícolas. No primeiro caso a quantidade de água necessária pode superar o volume produzido e no segundo caso a água pode representam 90% da composição física das plantas.

Os recursos hídricos são um tema importante e muito delicado para o desenvolvimento da região do nordeste brasileiro. A região que compreende o clima semiárido se estende por oito estados do Nordeste cobrindo quase toda essa região, onde o balanço hídrico é negativo em quase todo o ano, acarretando secas prolongadas. As atividades econômicas e especificamente a agricultura torna-se arriscada pois depende da disponibilidade de recursos hídricos.

A explotação de águas subterrâneas assume grande importância para a região nordeste pois representa a obtenção de recursos hídricos necessários não só para as atividades econômicas, mas também para o abastecimento humano. Dentro desse contexto o nordeste brasileiro apresenta bacias sedimentares de grandes dimensões e de grande importância hidrogeológica devido à existência de bons sistemas aquíferos, dentro desta perspectiva se pode destacar a Bacia Sedimentar do Jatobá. Melo (1980) ressaltou a potencialidade para o aproveitamento de águas subterrâneas dessa bacia sedimentar e trabalhos mais recentes como Leite *et al*., (2001), UFPE/CPRM/FINEP (2008) vem lançando mais luz sobre essa questão.

Em 1998 foi firmado um convênio entre a CPRM e a FNS (Fundação Nacional de Saúde) (002/CPRM/98) que objetivava a construção de poços para o abastecimento de água da cidade de Manari e dos povoados de Cercadinho e de Negras pertencentes aos municípios de Manari e Itaíba, respectivamente, na localidade de Passagem de Pedras. Tal convênio possibilitou o levantamento de várias informações relevantes sobre o sistema aquífero Tacaratu /Inajá. Os

resultados das pesquisas realizadas revelaram uma baixa vazão para ambos os poços do referido convênio. As baixas vazões desses dois poços despertaram interesse para a realização desse projeto de pesquisa, afinal, tratam-se de poços de grandes profundidades (408 e 534 metros), com quantidades inexpressivas de sedimentos finos, ao longo da sequência atravessada, ou seja, uma predominância da fração arenosa, além de espessuras saturadas acima de 400,0 m (Leite, *et al*., *op cit.*). O esperado para tais condições seriam poços de alta vazão e aquífero com elevada transmissividade, porém o observado foi exatamente o contrário. Deve-se acrescentar também as altas vazões já observadas no sistema aquífero Tacaratu/ Inajá em outras localidades, chegando a ordem de 250 m^3/h (Diniz *et al*., 2012). Conforme o exposto, existem várias questões que podem ser esclarecidas através de uma caracterização hidrogeológica.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral dessa pesquisa é a caracterização hidrogeológica da localidade de Passagem de Pedras, já os objetivos específicos podem ser expressos em:

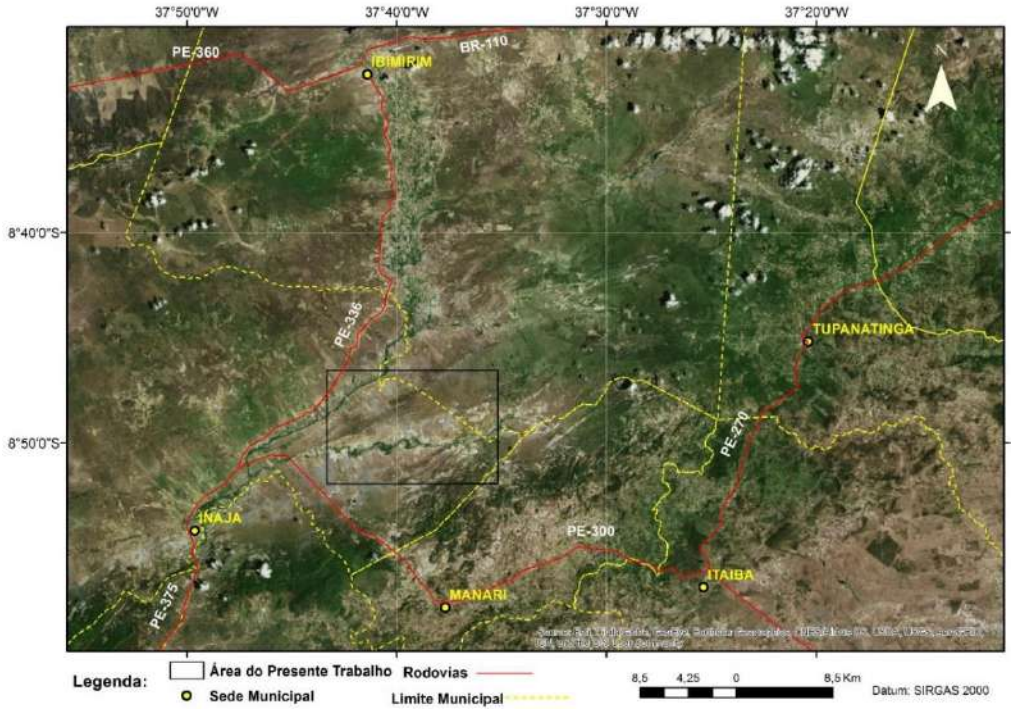
a) Compreender o comportamento hidrogeológico do sistema aquífero Tacaratu/Inajá na área estudada;
b) Analisar as características hidroquímicas das águas do sistema aquífero Tacaratu/Inajá;
c) Avaliação das reservas do sistema aquífero Tacaratu/Inajá na área estudada;
d) Mapeamento Geológico;
e) Elaborar hipóteses sobre as baixas transmissividades do aquífero Tacaratu, e as consequentes baixas vazões dos poços, na localidade de Passagem de pedras.

3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E ACESSO

A área objeto de estudo do presente trabalho situa-se no entorno da localidade de Passagem de Pedras, predominantemente entre os municípios de Ibimirim e Inajá, se estendendo em uma pequena porção do noroeste do Município de Manari, Estado de Pernambuco. Em termos geológicos ocorre na porção sudoeste da Bacia Sedimentar do Jatobá.

A área de trabalho se estende por 150 km^2 correspondendo a uma forma retangular de 15 km por 10 km, limitada pelas coordenadas 8°46’30’’- 8°51’11,7’’ S e 37°34’42,5’’-37°43’20’’ W (Datum SIRGAS 2000), conforme é ilustrada na Figura 1. O acesso para a localidade de Passagem de Pedras, a partir do Recife, se faz pela BR-232 até o povoado de Cruzeiro do Nordeste (Município de Sertânia) seguindo depois para sudoeste pela BR-110 até a cidade de Ibimirim, de onde se deve direcionar-se para sul, percorrendo aproximadamente 50 km, pela BR 336 e a PE 300, para que se chegue à localidade de Passagem de Pedras.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Software ArcGis 13.1.

4 MATERIAIS UTILIZADOS E METODOLOGIA

Para que fossem atingidos os objetivos aqui propostos foi necessário o cumprimento de atividades previamente estabelecidas, sendo elas:

a) Levantamento bibliográfico: essa etapa inicial se constituiu da reunião de relatórios, estudos, projetos e pesquisas realizadas na área de estudo, desde os mais antigos até os mais recentes. Tais publicações podem abordar a hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Jatobá como também apenas seus aspectos sedimentológicos e estratigráficos. Serão de grande auxílio as informações dos poços perfurados pela CPRM na localidade na ocasião do convênio firmado em 1998, mas principalmente as informações dos poços construídos posteriormente, inclusive, as informações do poço de monitoramento, também construído pela CPRM, nas proximidades da região;

b) Análise de fotografias aéreas e imagens de satélites: foram analisadas fotografias áreas e imagens de satélites da CPRM e EMBRAPA, respectivamente, com o principal intuito de encontrar estruturas geológicas;

c) Levantamento de um banco de dados: foram levantadas informações através de cadastros de poços do SIAGAS (CPRM) e de relatórios e publicações disponíveis;

d) Atividades de campo: mapeamento da geologia da área e também a coleta de dados para caracterização hidrogeológica. Foram cadastrados os poços encontrados que não constavam dos cadastrados pesquisados bem como fontes de água naturais. Nesses pontos foram medidos o nível estático, condutividade elétrica d'água e pH;

e) Análise e interpretação dos dados de campo: foi analisada a consistência dos dados levantados em campo e partir dos mesmos foram confeccionados os seguintes mapas temáticos: geológico, potenciométrico, de pH e de condutividade elétrica da água;

f) Elaboração da dissertação: a etapa final consistiu na elaboração da dissertação e apresentação da mesma.

5 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

Aqui serão abordados aspectos fisiográficos da região trabalhada no presente trabalho.

5.1 CLIMA

A área delimitada para o presente trabalho está inserida no clima semiárido, que abrange oito estados do nordeste brasileiro (exclui-se apenas o Maranhão) correspondendo à 86% dessa região; inclui-se aqui também o norte de Minas Gerais. Tal região também é conhecida por Polígono das Secas, por enfrentar problemas crônicos de falta de água e por concentrar 15% da população do Brasil correspondendo à região seca mais populosa do mundo (Marengo, 2009). Segundo a classificação de Koppen, criada em 1900, a região trabalhada se encaixa no grupo BSh – Clima Semiárido quente. Tal grupo é caracterizado pela carência de chuvas e imprevisibilidade em sua distribuição. As pequenas taxas de precipitação costumam girar em torno de 250 – 750 mm por ano e concentram-se em um curto período de tempo ocasionando enchentes. As temperaturas médias são consideradas elevadas (27°C) e a umidade relativa do ar é baixa. Os meses mais comuns de chuvas são de novembro a abril podendo ocorrer períodos de anos sem precipitações (Embrapa, 1986 e 1988). Outro fator relevante acerca do grupo BSh é a grande disponibilidade de energia solar que leva à grande taxa de evaporação da água.

A região nordeste brasileira apresenta ao longo de toda sua extensão grande variabilidade nas taxas de precipitação. No litoral leste as médias anuais de precipitação acumulada são 1.500 mm maiores do que no interior, que é inferior a 500 mm (NAE, 2005, Marengo e Silva Dias, 2007). O regime chuvoso que afeta o semiárido tem como sistema causador de chuvas o Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que acarreta precipitações entre os meses de fevereiro e maio. A região nordeste apresenta ainda dois regimes chuvosos. Um desses tem influência no sul-sudoeste, onde as chuvas ocorrem devido às frentes frias

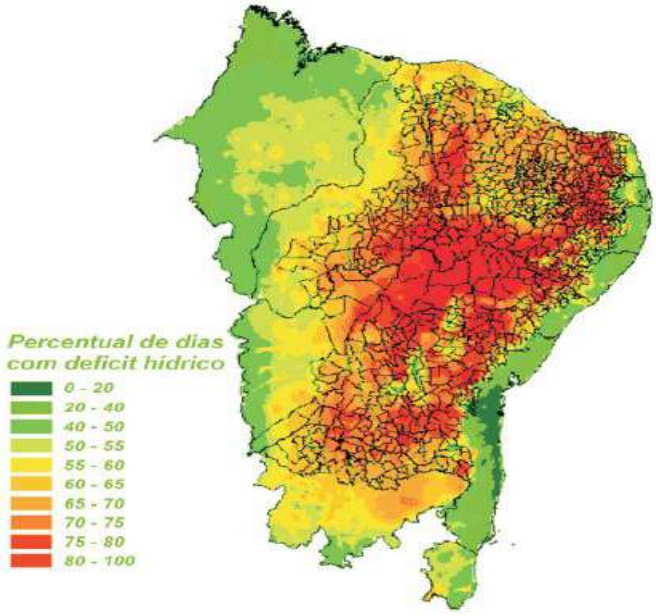
originadas no sul do país. O principal período de chuva é de outubro a fevereiro e são comuns chuvas no início da noite por conta do aquecimento durante o dia. O terceiro regime de chuvas da região nordeste se dá à leste, área litorânea conhecida por Zona da Mata. As precipitações se formam dos ventos soprados do oceano para o continente levando grande umidade.

A análise do balanço hídrico na região atribuída ao semiárido também expõe sua grande vulnerabilidade climática. O INPE calcula o balanço hídrico diário para o período de 1970 até 1990 e constata que pelo menos 60% dos dias houve déficit hídrico (Figura 2). Dessa forma o estudo do balanço hídrico contribuí para a delimitação da região compreendida por semiárida e corrobora a frequência dos longos períodos de estiagem.

Fenômenos como El Niño e La Niña exercem influência no nordeste do Brasil, pois representam anomalias climáticas formadas pela interação da atmosfera com o oceano. O El Ninõ modifica a regularidade dos ventos alísios entre a Costa Peruana e o Pacífico, assim como também a temperatura da superfície do mar. Tais alterações afetam o padrão de vento em nível global influenciando o regime de chuvas nas regiões tropicais. A pressão diminui no Oceano Pacífico levando ao movimento ascendente dos ventos alísios no pacífico e descendente nas regiões tropicais, o que inibe a formação de nuvens e consequente chuvas no nordeste brasileiro. A La Ninã, também conhecida como episódio frio, tem efeitos climáticos contrários ao El Niño e é associado ao esfriamento das águas do Pacífico Equatorial.

A circulação atmosférica e oceânica do Atlântico Tropical tem grande influência na região nordeste do Brasil. A variação da temperatura da superfície no oceano Atlântico acarreta circulações atmosféricas anômalas afetando o posicionamento da ZCIT, que por sua vez afeta a distribuição das chuvas na região nordeste.

Figura 2 – Percentual de dias com déficit hídrico no período 1970 – 1990. Região nordeste.



Fonte: Proclima-www.cptec.impe.br/proclima.

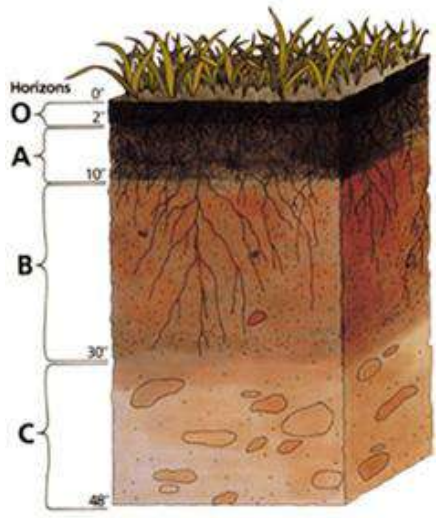
5.2 SOLOS

O solo corresponde à superfície da Terra onde são realizadas a maioria das atividades humanas. Os solos são formados a partir da decomposição das rochas pela ação de diversos agentes. Os agentes considerados ativos são clima e organismos vivos. O clima é extremamente importante pois está ligado aos processos meteorológicos que por sua vez determinam as precipitações, as variações de temperaturas e os ventos. Tais fatores são responsáveis pelas reações químicas na formação de solos. Os organismos vivos possuem uma atuação mais continua sobre o solo alterando sua composição físico-química. Micro-organismos como fungos, algas e bactérias podem alterar a composição mineralógica dos solos. Nesse contexto algumas plantas podem atuar na contenção do solo, impedindo seu transporte. Agentes como o relevo, tempo e material de origem podem ser considerados como passivos. O relevo determina como se dará o escoamento das águas superficiais. Quanto menores as inclinações das morfologias maior será a infiltração das águas; em áreas rebaixadas o acúmulo de água acelera a ação intempérica. Morfologias mais inclinadas além de desfavorecerem a infiltração de águas podem levar à erosão

do solo. O tempo de exposição da rocha é proporcional a desagregação e decomposição da mesma. Regiões formadas em períodos geológicos mais recentes estão por menos tempo sobre os efeitos dos agentes intempéricos. O material de origem corresponde à rocha, com todas as suas feições originais, que depois de sua intemperização resultou em algum tipo de solo. Dependendo da classificação da rocha, a mesma pode apresentar constituintes minerais muito ou pouco resistentes ao intemperismo (Pena, 2018).

A estrutura de um solo é formada por horizontes que constituem o perfil de solo. Os horizontes possuem características distintas e nem sempre um perfil de solo se apresenta completo. Um perfil de solo completo é exibido na Figura 3.

Figura 3 – Perfil de solo exibindo todos seus horizontes.



Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Solo

O Horizonte O possui cor mais escura devido a maior quantidade de matéria orgânica. O Horizonte A é formado por matéria orgânica e alguns constituintes minerais. O Horizonte B é composto por óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio originados pelo intemperismo químico. No horizonte C é possível observar a existência de fragmentos da rocha mãe. Em alguns casos pode-se acrescentar a esse perfil o horizonte D, que corresponde à rocha mãe, sem alterações. A classificação dos solos é uma tarefa árdua pois na prática seus horizontes não são tão bem definidos. No Brasil os solos são bem estudados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, que os vem mapeando desde 1960. Os diversos trabalhos desenvolvidos pela Embrapa levaram à criação

do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, que pode ser sintetizado através da tabela abaixo.

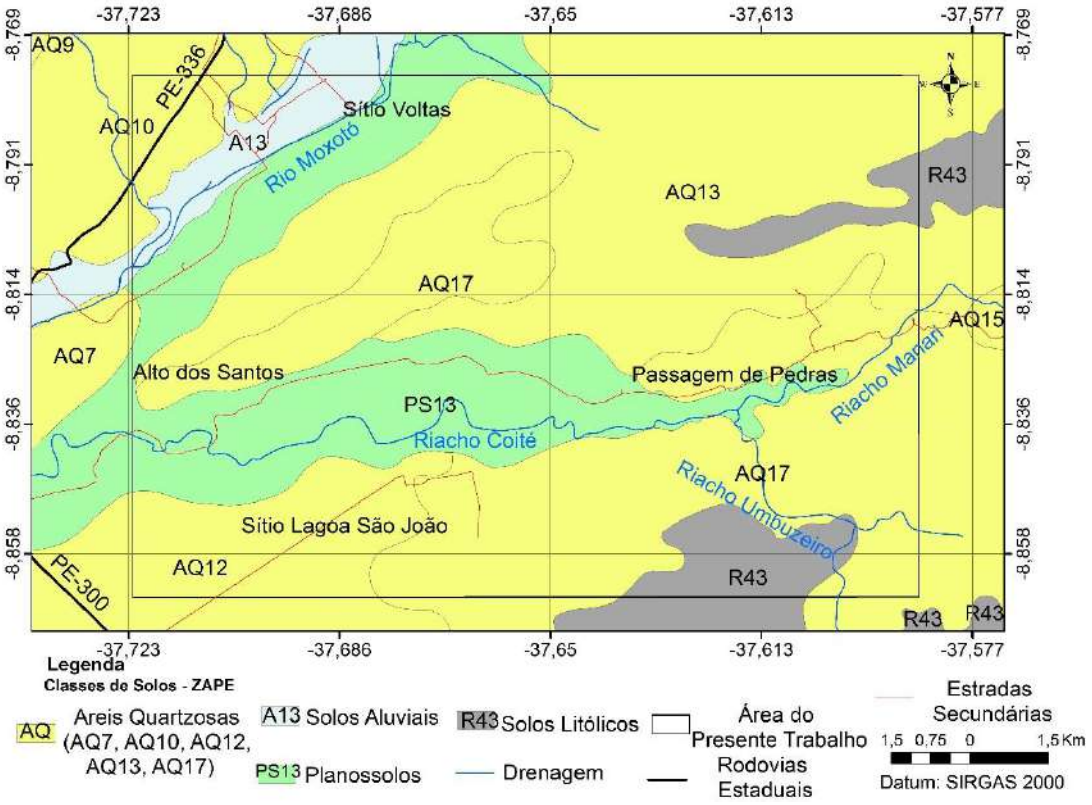
Tabela 1 – Tabela de classificação utilizada pela Embrapa.

Solo	Características
Neossolo	Solo pouco evoluído, com ausência de horizonte B. Predominam as características herdadas do material original.
Vertissolo	Solo com desenvolvimento restrito; apresenta expansão e contração pela presença de argilas 2:1 expansivas.
Cambissolo	Solo pouco desenvolvido, com horizonte B incipiente.
Chernossolo	Solo com desenvolvimento médio; atuação de processos de bissialitização, podendo ou não apresentar acumulação de carbonato de cálcio.
Luvissolo	Solo com horizonte B de acumulação (B textural), formado por argila de atividade alta (bissialitização); horizonte superior lixiviado.
Alissolo	Solo com horizonte B textural, com alto conteúdo de alumínio extraível; solo ácido.
Argissolo	Solo bem evoluído, argiloso, apresentando mobilização de argila da parte mais superficial.
Nitossolo	Solo bem evoluído (argila caulinítica – oxi-hidróxidos), fortemente estruturado (estrutura em blocos), apresentando superfícies brilhantes (cerosidade).
Latossolo	Solo altamente evoluído, laterizado, rico em argilominerais 1:1 e oxi-hidróxidos de ferro e alumínio.
Espodossolo	Solo evidenciando a atuação do processo de podzolização; forte eluviação de compostos aluminosos, com ou sem ferro; presença de humus ácido.
Planossolo	Solo com forte perda de argila na parte superficial e concentração intensa de argila no horizonte subsuperficial.
Plintossolo	Solo com expressiva plintitização (segregação e concentração localizada de ferro).
Gleissolo	Solo hidromórfico (saturado em água), rico em matéria orgânica, apresentando intensa redução dos compostos de ferro.
Organossolo	Solo essencialmente orgânico; material original constitui o próprio solo.

Fonte: EMBRAPA, 2019

No âmbito do presente trabalho foi levado em consideração O Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE), empreendido pela Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária de Pernambuco em convênio com a Embrapa Solos UEP Recife. Esta parceria originou mapas de classificação de solos em escala de 1:100.000 e o boletim de pesquisa: “Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Pernambuco”, publicado em 2000. De acordo com esse trabalho são registrados os seguintes grupos de solos na área da presente pesquisa: litólicos, planossolos, aluviais e areias quartzosas. O mapa da Figura 4 exibe a distribuição desses grupos.

Figura 4 – Classificação de solos do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE) para a área trabalhada no presente trabalho



Fonte: ZAPE, 2000

Os solos litólitos (R43) compreendem solos pouco desenvolvidos, onde ainda se encontram constituintes minerais; normalmente pouco profundo, não passando dos 50 cm. É possível observar o horizonte mais superficial, o A, sobrejacente ao horizonte B em princípio de formação como também ao horizonte C ou sobre a rocha propriamente dita. Outras características morfológicas, físicas, químicas desse grupo podem variar de acordo com a rocha de origem e condições climáticas. No caso da área trabalhada os solos litólitos são originados de granitos. Podem ser distróficos ou eutróficos. Possuem textura arenosa média e fragmentos de rochas com textura cascalhosa.

O grupo planossolos (PS13) é essencialmente mal drenado. Ocorre associado às areias quartzosas em relevos planos e também ondulados. A principal característica distintiva é o horizonte B plânico. Trata-se de um horizonte especial; quando ocorre subjacente ao A percebe-se uma mudança textural abrupta. Sua estrutura é prismática, colunar e por vezes apresentam-se blocos médios a grandes.

Os solos aluviais (A13) são formadas pela deposição de sedimentos aluvionares por isso a dinâmica das águas dos rios tem importância nesse processo. Não apresentam feições que indiquem pedogênese. Tratam-se de solos hidromórficos, ou seja, possuem excesso de umidade devido a saturação em água. Ocorre geralmente em planícies fluviais, ambientes de várzeas e terraços aluvionares.

Por fim, as areias quartzosas (AQ7, AQ10, AQ12, AQ13, AQ17) é um grupo da classificação de solos essencialmente arenoquartzoso com menos de 4% de minerais primários. Feições que indiquem pedogênese quase não são observadas. São derivados das unidades sedimentares da Bacia Sedimentar do Jatobá, porém em outros contextos, no próprio Estado de Pernambuco, podem se originar de rochas do embasamento cristalino. Costumam ser solos profundos chegando a 150 cm de profundidade, onde há o contato com uma rocha. Sua textura é arenosa e são não hidromórficos. O grupo das areias quartzosas são divididos em duas classes: Areias Quartzosas e Areias Quartzosas Marinha. A área do presente trabalho pertence ao primeiro grupo por não estar no contexto das planícies litorâneas.

5.3 GEOMORFOLOGIA

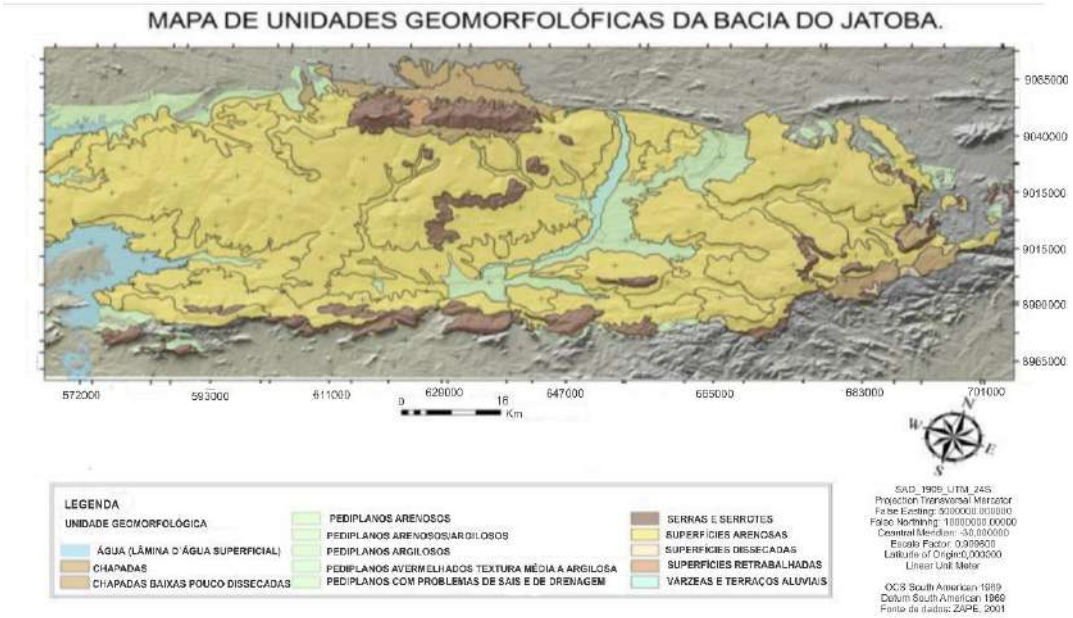
De uma forma sucinta, a Bacia Sedimentar do Jatobá é morfologicamente formada por serras íngremes com abruptas escarpas cercando uma planície central onde os processos de dessecação do relevo são intensos. As grandes estruturas da bacia, as principais drenagens bem como os processos de diagênese são responsáveis pelas formas de relevo observadas (UFPE/CPRM/FINEP, 2008).

Podem ser separados cinco planos de erosão de acordo com o dessecamento. O mais inferior possui altitude entre 300 a 400 metros; seus exemplos são a Baixa de Alexandra, Baixa do Nazaro, Baixa do Feijão. É associada ao patamar inferior da Superfície Sertaneja (Mabesoone e Castro,1975). O segundo plano possui cotas entre 400 a 600 metros; o Alto do Peba é um exemplo. Corresponde ao patamar superior da Superfície Sertaneja.

O terceiro plano é associado ao nível inferior da Superfície Sul-americana; suas cotas estão entre 600 e 800 metros (King, 1956). O quarto plano é representado pela Serra Negra, Serra Buíque outras serras com cotas atingindo de 800 a 1000 metros; é associado ao nível superior da Superfície. O quinto plano ocorre de forma isolada em pontos que ultrapassam o 1000 metros de altitude (Mabesoone e Castro,*op.cit.*).

A proposta de classificação do relevo proposta pelo Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (2001) considera principalmente a influência da pedogênese. São propostas as seguintes unidades: Serras e Serrotes, chapadas e chapadas baixas pouco dissecadas, Pediplanos, Superfícies arenosas, dissecadas e retrabalhadas, Várzeas e terraços fluviais (Figura 5). Serras e Serrotes são encontrados nas áreas de planaltos rodeando os pontos de maior altitude. Chapadas e chapadas baixas pouco dissecadas encontram-se nos topos dos planaltos formando áreas planas. Pediplanos são superfícies planas que podem apresentar suave inclinação; são recobertos por depósitos colúvio-eluviais; é comum a ocorrência de *inselbergs* destacando-se topograficamente. As superfícies arenosas são as unidades de maior ocorrência na bacia. As superfícies dissecadas ocorrem na porção nordeste do Planalto. As superfícies retrabalhadas são encontradas à leste do planalto entre as serras Negra e do Periquito (Missura, 2013).

Figura 5 – Mapa Geomorfológico do elaborado pelo Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (2001)



Fonte: ZAPE, 2001

Entre a Serra Branca, localizada a sul da Bacia Sedimentar do Jatobá e a Serra do Manari a norte tem-se o *graben* de Passagem de Pedras, que representa uma superfície de aplainamento onde as Formações Inajá e Aliança afloram. Na área correspondente aos afloramentos da Formação Tacaratu o relevo é ondulado e forma cristas expondo arenitos extremamente fraturados. A Serra Branca e do Manari são exemplos de serras íngremes que exibem grande escarpas. As escarpas das serras da Formação Tacaratu possuem direção predominante NW-SE e E-W. Com o passar do tempo a erosão levou a dissecação do relevo com a passagem gradativa de cotas de 680 metros na Serra Branca, 560 metros na Serra do Manari a 400 metros no do Rio Manari (Leite, *et al*., 1999).

5.4 VEGETAÇÃO

O bioma brasileiro observado em toda paisagem da Bacia Sedimentar do Jatobá e consequentemente na área delimitada no presente trabalho é o da caatinga. Sua vegetação é essencialmente arbustiva-arbórea com a predominância de espécies arbustivas que podem chegar a até 7 metros e se

distribuem de uma forma pouco adensada. No substrato ocorrem de forma mais abundante cactáceas e bromeliáceas. Em alguns pontos de cotas mais elevadas bem como em suas encostas e também nas áreas baixas que circundam as serras é identificada uma vegetação da caatinga com predominância de elementos do cerrado. Nestes locais o solo é arenoquartzoso e a vegetação é arbustiva e de baixo porte. Em pontos de menor altitude a vegetação pode ser mais densa se assemelhando à uma restinga litorânea. Nos platôs entre cotas de 800 a 1.100 metros abundam espécies arbustivas perenifólias de pequeno porte. Nos topos das serras onde afloram rochas areníticas com pequena espessura de solo ocorre uma vegetação rupícola além de cactáceas, herbáceas e micro orquídeas brotando das fendas das rochas (Missura, 2013).

6 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Ao longo de toda região compreendida pela Bacia Sedimentar do Jatobá atividades agrícolas principalmente de subsistência e também pastagens para criação de gado predominam, porém sempre ameaçadas pelos problemas de escassez de água. Em alguns lugares os sedimentos aluvionares acumulam água viabilizando sua utilização na irrigação. Proprietários de grandes áreas vem aproveitando o as águas subterrâneas da região através de poços profundos de alto custo. Porém a grande parte da população fica à margem de projetos de irrigação amargando sérias dificuldades devido à falta de recursos próprios e também de ações públicas que viabilizassem a exploração dos aquíferos (UFPE/CPRM/FINEP, 2008).

7 HIDROGRAFIA

A principal bacia hidrográfica que se estende pela Bacia Sedimentar do Jatobá é a do Rio Moxotó. Grande parte desta bacia hidrográfica se concentra no Estado de Pernambuco e se estende para o Estado de Alagoas até o rio São Francisco. De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) elaborado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco em 1998 a bacia hidrográfica do Rio Moxotó constitui uma das 29 unidades de planejamento hídrico do estado. É limitada ao norte pelo Estado da Paraíba; a leste, com as bacias dos rios Ipojuca e Ipanema; a oeste, com a bacia do rio Pajeú e ao sul, com o Estado de Alagoas e com o grupo de bacias de pequenos rios interiores. (APAC, http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5).

A cabeceira do Rio Moxotó localiza-se no município de Sertânia e sua foz se dá no Rio São Francisco percorrendo 226 km. De montante para jusante os principais efluentes de sua rede hidrográfica são: são riacho do Saquinho, riacho do Lajedo, riacho da Custódia, riacho do Capiti e riacho Juazeiro. Pela margem esquerda, destacam-se riacho do Feliciano, rio Piutá, riacho Salgado, riacho do Pioré, rio Priapé e riacho do Parafuso. O rio Piutá é o afluente mais relevante pois desde sua nascente possui uma trajetória de 54 km até o reservatório Poço de Cruz. (PERH, 1998).

No contexto da Bacia do Jatobá o rio Moxotó se estende da cidade de Ibimirim à montante até o município de Inajá à jusante, percorrendo 60 km. Seu sistema de drenagem se estendem em uma área de 3.400km^2, nessa área os efluentes mais importantes são intermitentes, sendo: Rio Pioré, Riacho Gameleira, Manari, Alexandra e Juazeiro (Melo, 1980). Além do Rio Moxotó a Bacia Sedimentar do Jatobá é banhada na borda ocidental pelos riachos dos Mandantes, da Chapada e das Barreiras que são afluentes do Rio São Francisco; a oeste e leste pelas bacias hidrográficas de Ipanema e Pajeú, respectivamente aquíferos (UFPE/CPRM/FINEP, 2008).

A área de estudo é cortada pelo Rio Moxotó orientado a NE-SW e pelos seus afluentes de caráter intermitente: Riacho Coité segundo orientação E-W que se desmembra no Riacho Manari (NE-SW) e Riacho do Umbuzeiro (NW-SE).

8 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ

Aqui serão abordadas informações gerais com relação à Bacia Sedimentar do Jatobá.

8.1 GENERALIDADES

A Bacia Sedimentar do Jatobá se estende por uma área de 5,941 km^2 possuindo um formato retangular orientado segundo ENE-WSW, tendo um comprimento aproximado de 155 km e 55 km de largura (UFPE/CPRM/FINEP, 2008). O panorama geológico da Bacia do Jatobá não pode ser dissociado da evolução geológica do nordeste brasileiro. Tal região corresponde à Província Borborema que em suas rochas registra a articulação do Gondwana e posteriormente a formação do oceano Atlântico através da ruptura do continente sul americano com o africano, evidenciada pela formação das bacias sedimentares (Brito Neves *et al.* 1995; Magnavita *et al.* 2012; Guzmán *et al.* 2015).

A Província Borborema ocupa uma área de aproximadamente 450.000 km^2, seus limites são definidos a oeste pelas rochas sedimentares paleozóicas da Bacia do Parnaíba, a sul pelo Cráton São Francisco e a norte e leste pela Margem Continental Atlântica, onde está recoberta pelos sedimentos costeiros meso-cenozóicos. Segundo Jardim de Sá (1994) tal província representa um segmento crustal de uma extensa faixa denominada Trans-Saara, originada pela colisão entre os Crátons do Oeste Africano/São Luís e São Francisco/Congo-Kasai, que viriam a constituir massas continentais consolidadas em tempos pré-brasilianos.

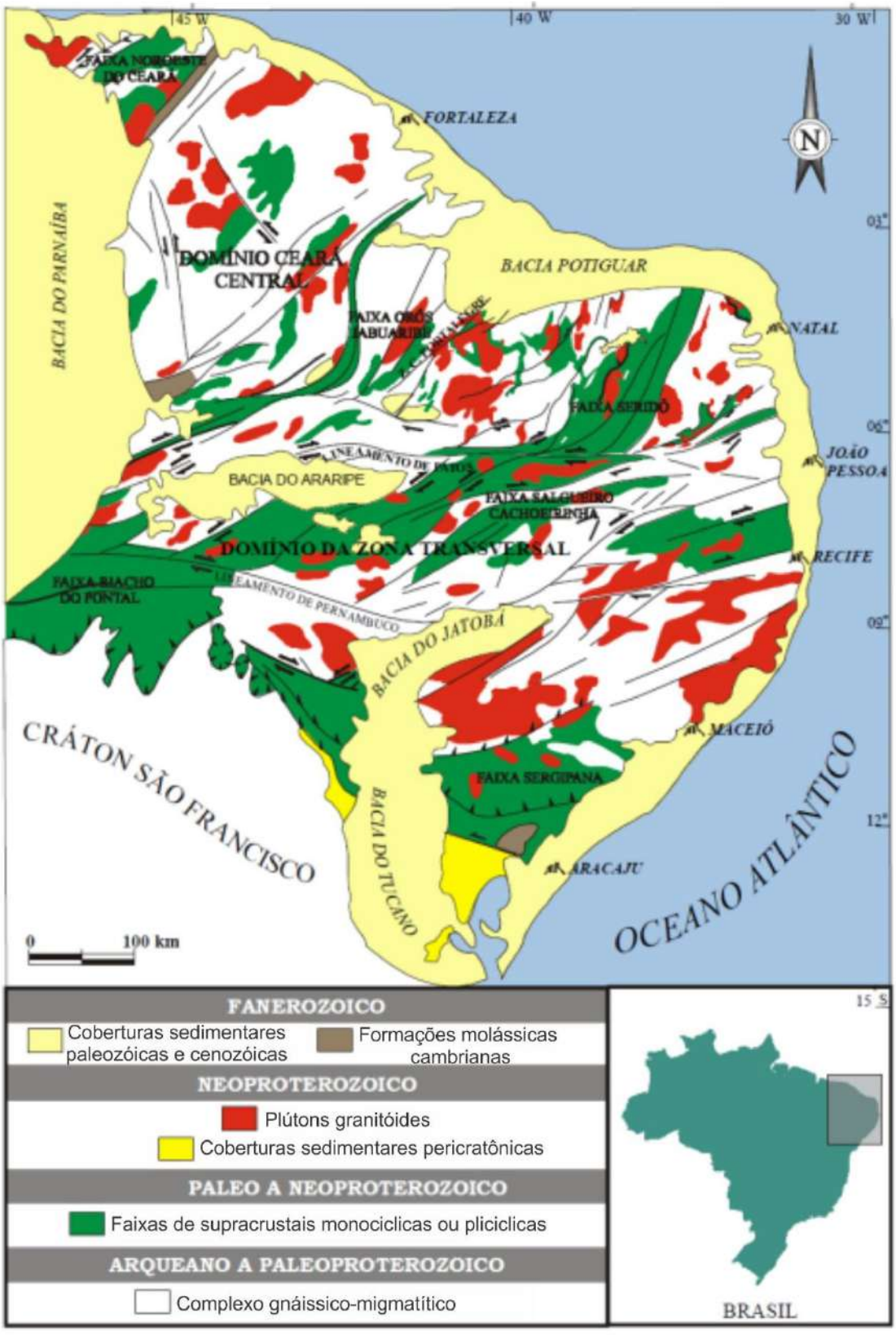
Jardim de Sá *op. cit.* discorre que as rochas metamórficas de fácies anfibolítica e granulítica, migmatitos e granitóides diversos do contexto litológico pré-cambriano do Nordeste acusam marcas profundas da Orogênese Brasiliana (600 ± 100 Ma). A estruturação regional da A Província Borborema é constituída por um mosaico de diversos blocos arqueanos e paleoproterozóicos que, em

conjunto, compõem um embasamento gnáissico migmatítico, capeados ou separados entre si por sequências supracrustais deformadas, metamorfisadas e segmentadas por extensas zonas de cisalhamento transcorrente, associadas a volumoso plutonismo neoproterozóico gerado durante a atuação da Orogênese Brasiliana. Depósitos de molassas correlatas a esta orogênese desenvolveram-se localmente em *grabens* no interior da província e nas margens dos Crátons São Francisco e São Luís (Figura 6).

Segundo Brito Neves (1975) e Mello *et al*., (1977), as feições tectôno-estruturais mais relevantes da região da Província Borborema são as mostradas pelos extensos lineamentos, como o Lineamento Transbrasiliano, a Zona de Cisalhamento de Senador Pompeu, o Lineamento Paraíba (Patos) e o Lineamento Pernambuco. Há também falhamentos importantes como o de Itabaiana e Goiana. As bacias sedimentares formadas na Provícia Borborema tem sua evolução associada ao surgimento e evolução das estruturas regionais.

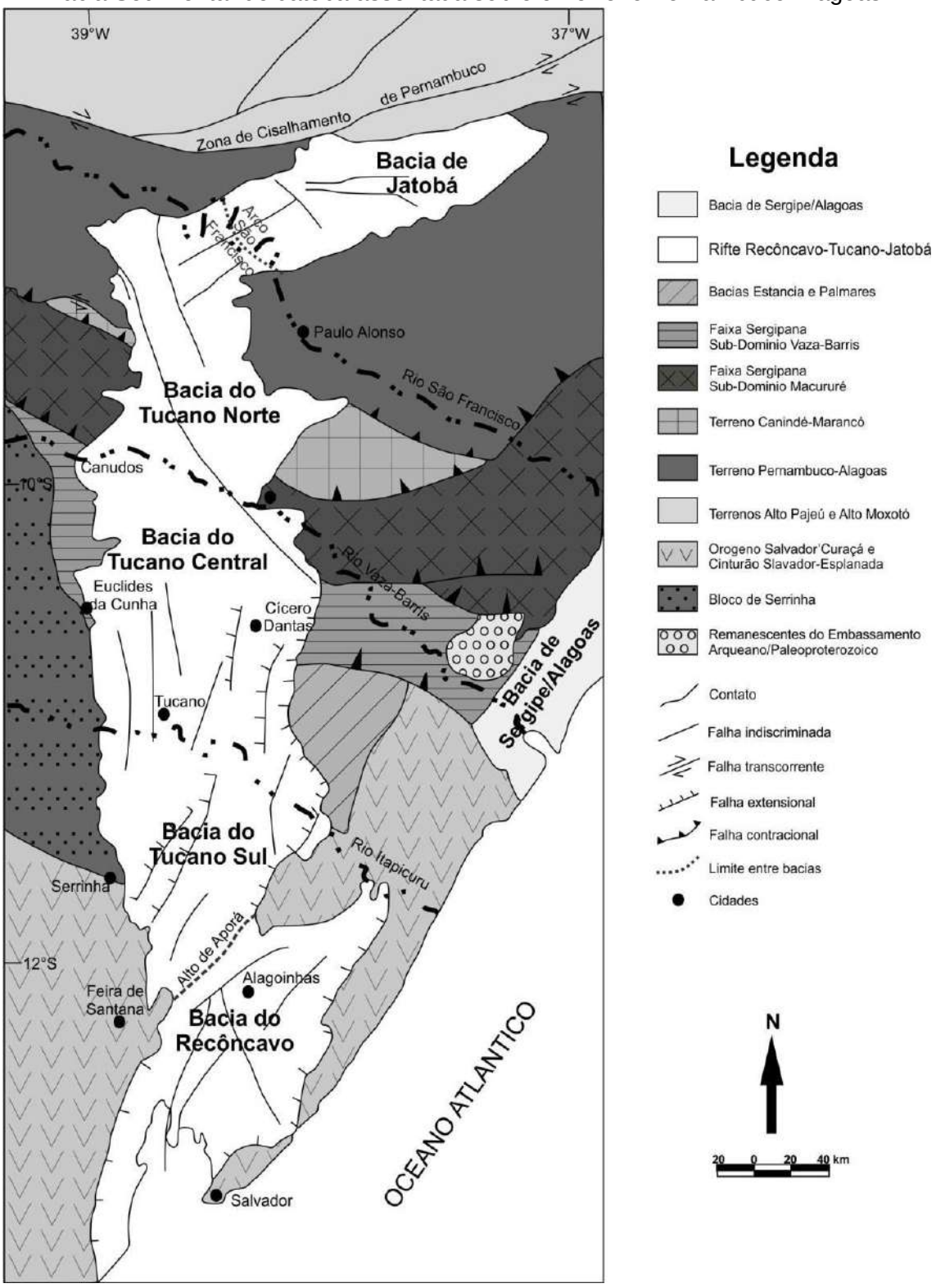
A Bacia do Jatobá assenta-se de modo completo sobre o Terreno Pernambuco-Alagoas da Província Borborema (Figura 7). De acordo com Delgado *et al.*(2003) o Terreno Pernambuco-Alagoas é composto por rochas metavulcânicas e metassedimentares de idade mesoproterozóicas (1.2-1.0 Ma), nestas ocorrem intrusões de idade mesoproterozóicas (1.0 Ma) e neoproterozóicas (650-600 Ma) representadas por plutóns e batólitos. As rochas metavulcânicas e metassedimentares são reunidas no Complexo Cabrobó. No Complexo São Francisco se enquadram as rochas mais recentes de idade mesoproterozóicas e neoproterozóicas constituído por granitos (geralmente de composição tonalítica) e devido aos processos de metamorfismo e deformações é comum observar também ortognaisses e migmatitos; dentre os corpos graníticos deve-se destacar as suítes Xingó e Chorochó, por conta de suas grandes dimensões (Costa *et al.* 2007).

Figura 6 – Mapa geológico simplificado da Província Borborema, Nordeste do Brasil.



Fonte: Jardim de Sá, 1994.

Figura 7 – Embasamento do Sistema Rift Recôncavo-Tucano-Jatobá; destaca-se a Bacia Sedimentar do Jatobá assentada sobre o Terreno Pernambuco-Alagoas.

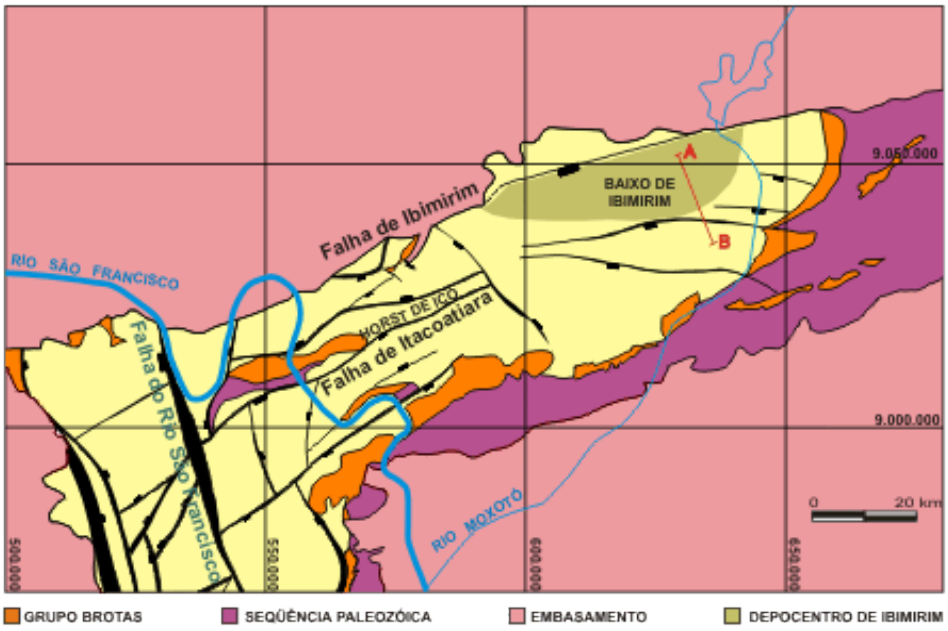


Fonte: Aragão et al. 1999 modificado por Guzmán *et al*. 2015.

8.2 ARCABOUÇO ESTRUTURAL DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ

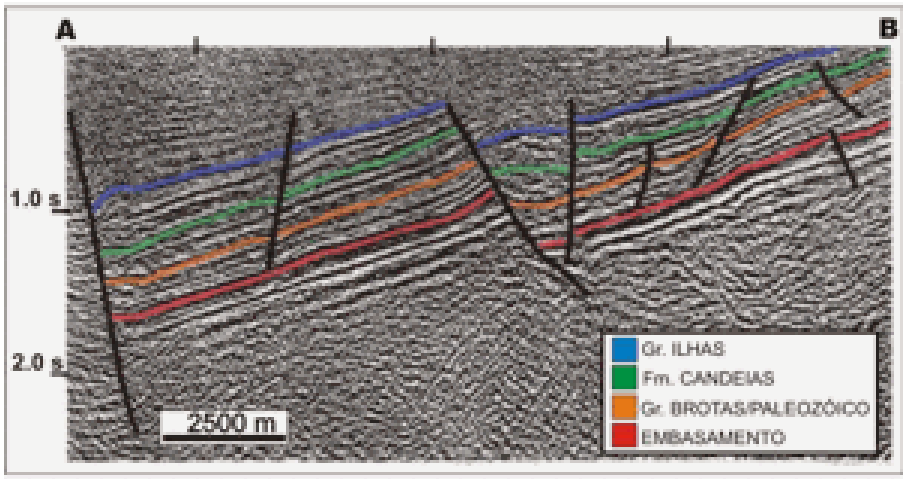
A Bacia do Jatobá constitui o sistema Rift Recôncavo-Tucano-Jatobá representando a extremidade setentrional abortada do rifteamento que criou o oceano Atlântico Sul (Costa *et al.* 2003). A Zona de Cisalhamento de Pernambuco exerce grande influência no arcabouço estrutural da Bacia de Jatobá através de ramificações, como é a Falha de Ibimirim. Tal falha representa o limite norte da bacia e exerce controle sobre seu depocentro (Magnavita e Cupertino, 1987; Magnavita, 1987). A falha de São Francisco possui orientação N-NW e é o limite com a sub-bacia Tucano Norte (Figura 8). A evolução das Bacias de Tucano e Jatobá é intensamente influenciada por processos de estiramento crustal, cisalhamentos, transcorrências; nesse contexto destacam-se os regimes de esforços transtrativos que originou feições características como são os *hemi-grabens* ou *semi-grabes*, como também são conhecidos. Na Bacia de Jatobá os *hemi-grabens* correspondem à blocos cuja assimetria é formada por uma falha normal de bordas que condiciona um mergulho para NW, conforme pode ser observado na linha sísmica da Figura 9 (Rocha 2011; Costa *et al.* 2003). Falhas normais com mergulho para NW são sintéticas em relação a falha de borda.

Figura 8 – Mapa geológico da Bacia do Jatobá com destaque para suas principais estruturas.



Fonte: Costa et al., 2003

Figura 9 – Linha sísmica no Baixo de Ibimirim exibindo a feição tectônica de hemi-graben; destaca-se o mergulho NW das camadas.

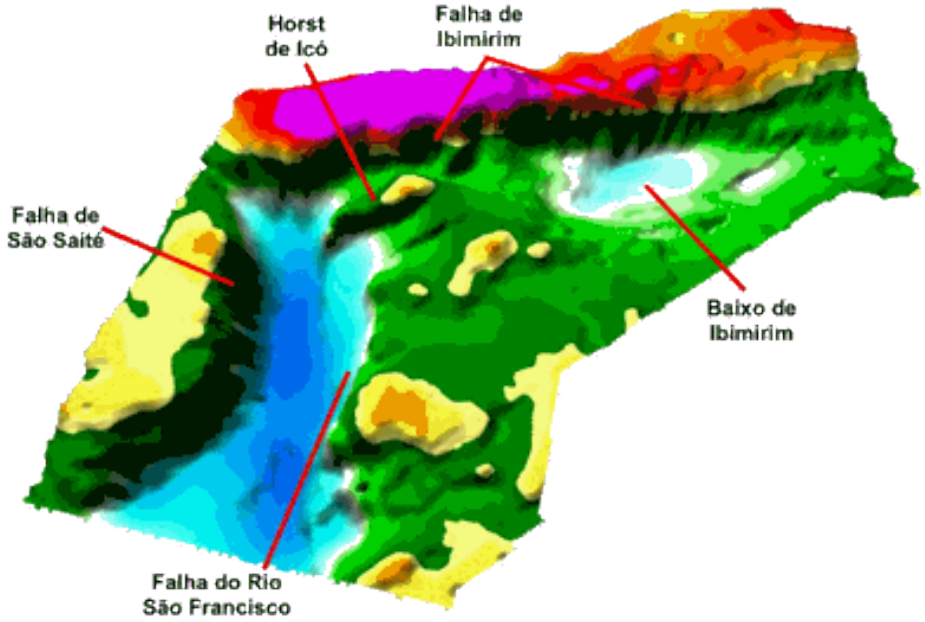


Fonte: Costa et al., 2003

Costa (*et al.* 2003) através de dados gravimétricos destacou elementos estruturais na Bacia do Jatobá (Figura 10). A Falha de Ibimirim constitui a borda da bacia é associada ao lineamento Pernambuco e seu depocentro, o baixo de Ibimirim, se estende por uma área de 360 km^2 e atinge uma profundidade de 3 km. Na Falha de São Francisco são constatadas feições compressivas. O *Horst* de Icó se dispõe em uma orientação NE-N, conforme o direcionamento da bacia;

suas proporções são de 60 km por 7 km e a sul é limitado pela falha de Itaquatiara.

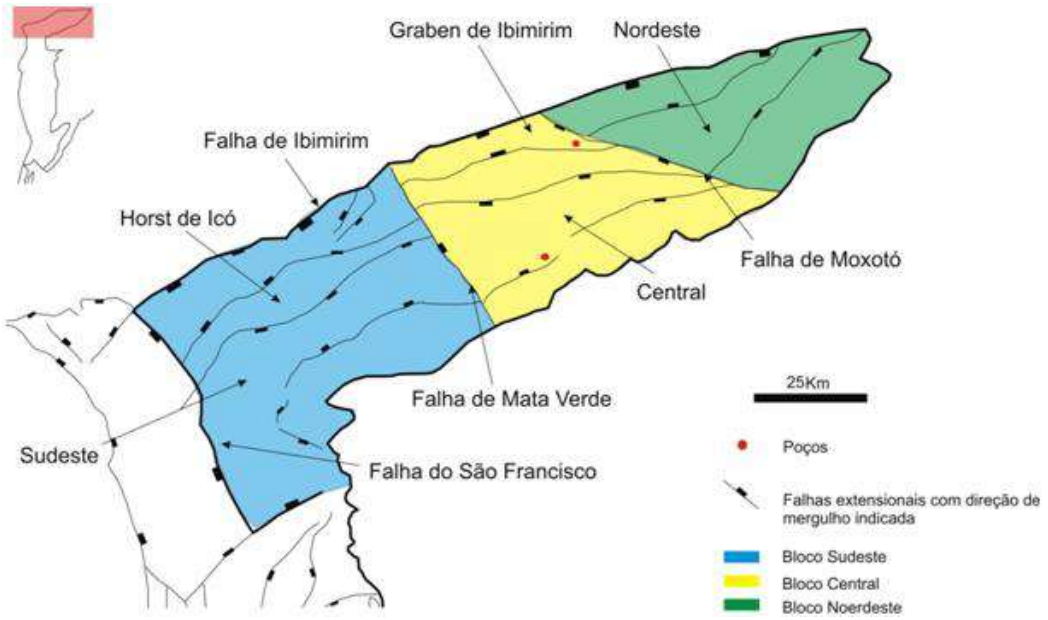
Figura 10 – Mapa gravimétrico enfatizando os horsts e grabens da bacia.



Fonte: COSTA et al., 2003

Magnavita (1992) analisando a evolução do Sistema Rift Tucano-Recôncavo-Jatobá propõe que a separação dos continentes sulamericano e africano podem ser divididas em duas fases. A primeira se dá no Berriasiano, em aproximadamente 130 Ma, quando o regime de esforços distensivos orientaram-se segundo E-W tem maior influência no rifteamento. A segunda fase se dá em aproximadamente 107 Ma, durante o Aptiano, e é associada à implantação de um polo de rotação que é responsável pela mudança na orientação de deformação para NW-SE. Magnavita *op. cit*. utilizando interpretações fotogeológicas e a distribuição das unidades litológicas propôs a existência de 3 blocos na Bacia do Jatobá, separados pelas falhas de Moxotó e Mata verde, ambas de orientação N-NW; o bloco central possui mergulho maior quando comparado com os outros (Figura 11).

Figura 11 – Divisão de blocos da Bacia do Jatobá; destaque para as Falhas de Mata ver e Moxotó, ambas com orientação N-NW.



Fonte: Magnavita, 1992 modificado por Lima Filho 2011.

8.3 TECTONO-ESTRATIGRAFIA DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ

Ponte *et al.* (1997) correlacionou a Bacia do Jatobá com a Bacia do Araripe analisando a sequência de deposição de suas unidades e seus respectivos ambientes tectono-sedimentares. Desta forma a Bacia do Jatobá foi dividida em cinco sequências tectônicas: a Tectono-sequência Beta, a Tectono-sequência Pré-Rifte, a Tectono-sequência Sin-Rifte, a Tectono-sequência Pós-Rifte e a Tectono-sequência Zeta.

a) A Tectono-sequência Beta compreende as formações Tacaratú e Inajá; idade siluro-devoniana. Originada por um ciclo regressivo-transgressivo completo depositando os primeiros sedimentos nas bacias intracratônicas em condições ortoplataformais.
b) A Tectono-sequência Pré-Rifte compreende as formações Aliança e Sergi de idade neojurássica. Corresponde a sedimentações flúvio-eólicas e lacustres do início do rifteamento do sistema Recôncavo-Tucano-Jatobá.
c) A Tectono-sequência Sin-Rifte compreende as formações Candeias e São

Sebastião de idade eocretácica. Corresponde a depósitos sedimentares que ocorreram ao longo do processo de rifteamento onde são observados sistemas deposicionais estritamente continentais: lacustres, fluviais e eólicos.

d) A Tectono-sequência Pós-Rifte compreende a Formação Marizal de idade mesocretácica. Neste momento estabelece-se uma sedimentação continental, transicional e marinha onde ocorrem depósitos de origem de leques aluviais, fluvio-eólicos e lacustrinos com influência marinha.

e) A Tectono-sequência Zeta compreende os depósitos eluviais/coluviais e aluvionares; de idade cenozóica. Corresponde aos sedimentos originados pelos diversos processos de intemperismo e erosão mais recentes.

O Boletim de Geociências da Petrobras, através dos diversos volumes já publicados, representa o resultado de décadas de pesquisas e aprimoramento das informações acerca das bacias sedimentares brasileiras, com o principal intuito de entender o potencial petrolíferos das mesmas. Em seu volume mais recente, do ano de 2007, há um capítulo destinado a Sub-bacia de Tucano Norte e Bacia de Jatobá. Neste capítulo é proposto um modelo de sequência tectono-estratigráfica e uma correspondente carta estratigráfica (Figura 12). Costa *et al*, (2007) subdivide a Bacia do Jatobá em quatro Supersequências, sendo essas: Supersequência Sinéclise, Supersequência Pré-Rifte, Supersequência Rifte, Supersequência Pós-Rifte. O grande grupo chamado de “Supersequência” é subdividido em “Sequências”, estas por sua vez podem englobar unidades apenas da Sub-bacia Tucano Norte ou apenas da Bacia do Jatobá. Aqui só serão abordadas as Sequências que forem compostas por unidades da Bacia do Jatobá.

a) Compondo a Supersequência Sinéclise há a Sequência Siluro-Devoniana que é representada pelas formações Tacaratu e Inajá e data dos períodos que compõe seu nome. A Sinéclise trata-se de uma estrutura deprimida de uma plataforma continental formada pela subsidência, nesse contexto formaram-se sistemas deposicionais de leques aluviais coalescentes

evoluindo para sistemas fluviais (Ghignone, 1979; Menezes Filho et al. 1988);

b) Formando a Supersequência Pré-Rifte a Sequência J20-K05 compreende as formações Aliança e Sergi e data dos períodos jurássico e cretáceo. É formada essencialmente por sedimentos neojurássicos e associa-se ao Andar Dom João. A Formação Aliança representa porções distais dos sistemas fluviais depositados em climas áridos. A Formação Sergi é associada a ciclos flúvio-eólicos;

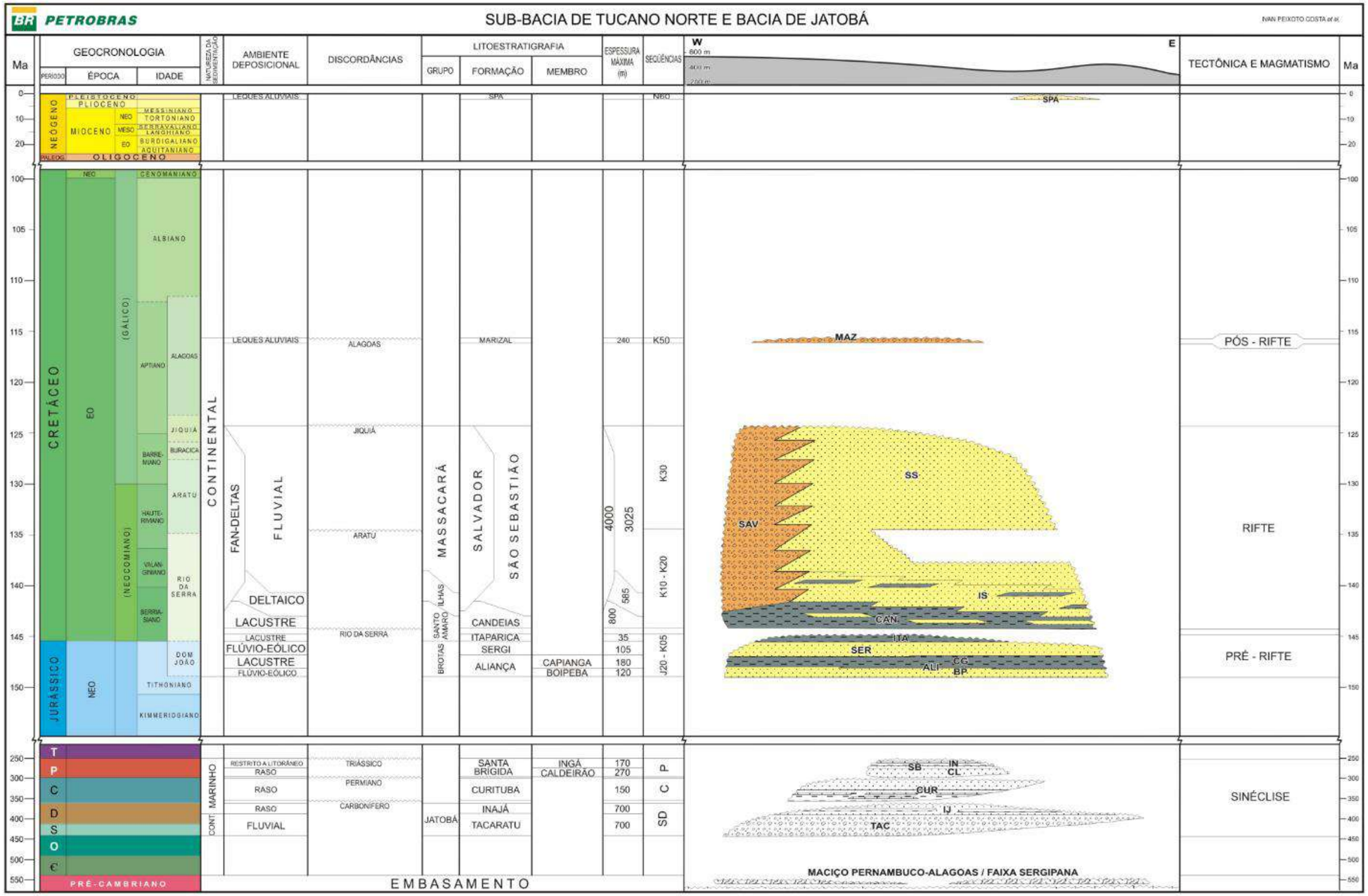
c) A Supersequência Rifte engloba a Sequência K10-K20 de idade Eoberriasiano/Eohauteriviano. A feição que marca o fim da fase pré-rifte e início da rifte é a discordância encontrada sobreposta a Formação Itaparica iniciando o registro sedimentar da Formação Aliança ou até mesmo da Formação Sergi. Os pacotes sedimentares indicam o preenchimento das bacias de todo Sistema Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá. A caracterização estratigráfica dessa sequência foi árdua pois se deu essencialmente pelas interpretações de dados sísmicos, devido a pequena quantidade de poços perfurados e também pela escassez de microfósseis, uma vez que os ambientes deposicionais são pouco favoráveis a preservação dos mesmos. A Sequência K10-K20 compreende as formações Candeias, São Sebastião e grupo Ilhas, cada uma dessas unidades não apresenta grande variação interna. O sistema lacustre associado a Formação Candeias é consequência de uma crescente umidade no clima e das condições estruturais. Em ambientes de bordas flexurais é comum a intercalação de arenitos com camadas pelíticas; a oscilação do nível de base dos lagos também exercia influência nesta variação de camadas; a subsidência do substrato é tida como irrelevante. O Grupo Ilhas originou-se do primeiro ciclo tectônico associado a formação de um grande ambiente lacustre ao longo do Andar Rio da Serra. Neste período deu-se início ao assoreamento da bacia sedimentar através da diminuição da atividade tectônica que permitiu a progradação de deltas. Neste contexto de um tectonismo ameno, no Neo-

Rio da Serra, foram intensificados os sistemas fluviais dando origem à registros sedimentares da Formação São Sebastião;

d) A Supersequência Pós-Rifte representada pela Formação Marizal de idade Neo-aptiano. Os registros sedimentares estão ligados à subsidência térmica, em bacia do tipo *sag*, típica de períodos pós estiramentos, quando a subsidência térmica se sobrepõe à subsidência mecânica. A fase pós-rifte é evidencia em toda sub-Bacia Tucano Norte e Bacia Jatobá através de uma discordância angular sobreposta à Formação São Sebastião.

Costa *et al*, (2007) acrescenta ainda a Sequências do Neógeno que representa os depósitos colúvio-eluviais observados recobrindo toda a bacia. Os aluviões quaternários encontrados nos rios da região também se enquadram aqui.

Figura 12 – Carta estratigráfica da Sub-Bacia Tucano Norte e Bacia do Jatobá.



Fonte: Costa et al., 2007

Devido as correlações existentes entre o registro sedimentar das bacias Jatobá e Araripe foi proposto por Fambrini *et al.* (2010, 2011) com base no modelo de Prosser (1993) para a Bacia do Araripe e a modificação de Kuchle (2010) uma divisão das unidades sedimentares nas seguintes sequências: Sequência Sinéclise, Sequência de Início de Rifte, Sequência de Clímax de Rifte e Sequência Pós-Rifte. Tal divisão é destrinchada por Gusmán *et al*. (2015) (Figura 13).

A Sequência Sinéclise corresponde ao Grupo Jatobá. Tal grupo foi utilizado primeiramente por Barreto (1968) e era composto pelas formações Manari, Inajá, Ibimirim e Moxotó. Com as modificações propostas por Caixeta *et al.* (1994) foram englobados a este grupo as formações Tacaratu e Inajá que abundam na porção sul da Bacia de Jatobá e na Sub-Bacia de Tucano Norte afloram no *Graben* de Santa Brígida. A Sequência Sinéclise situa-se na cronologicamente no siluriano e devoniano. Corresponde a um ambiente deposicional continental de leques aluviais que evoluem para sistemas fluviais, posteriormente há uma transição para ambientes marinhos rasos.

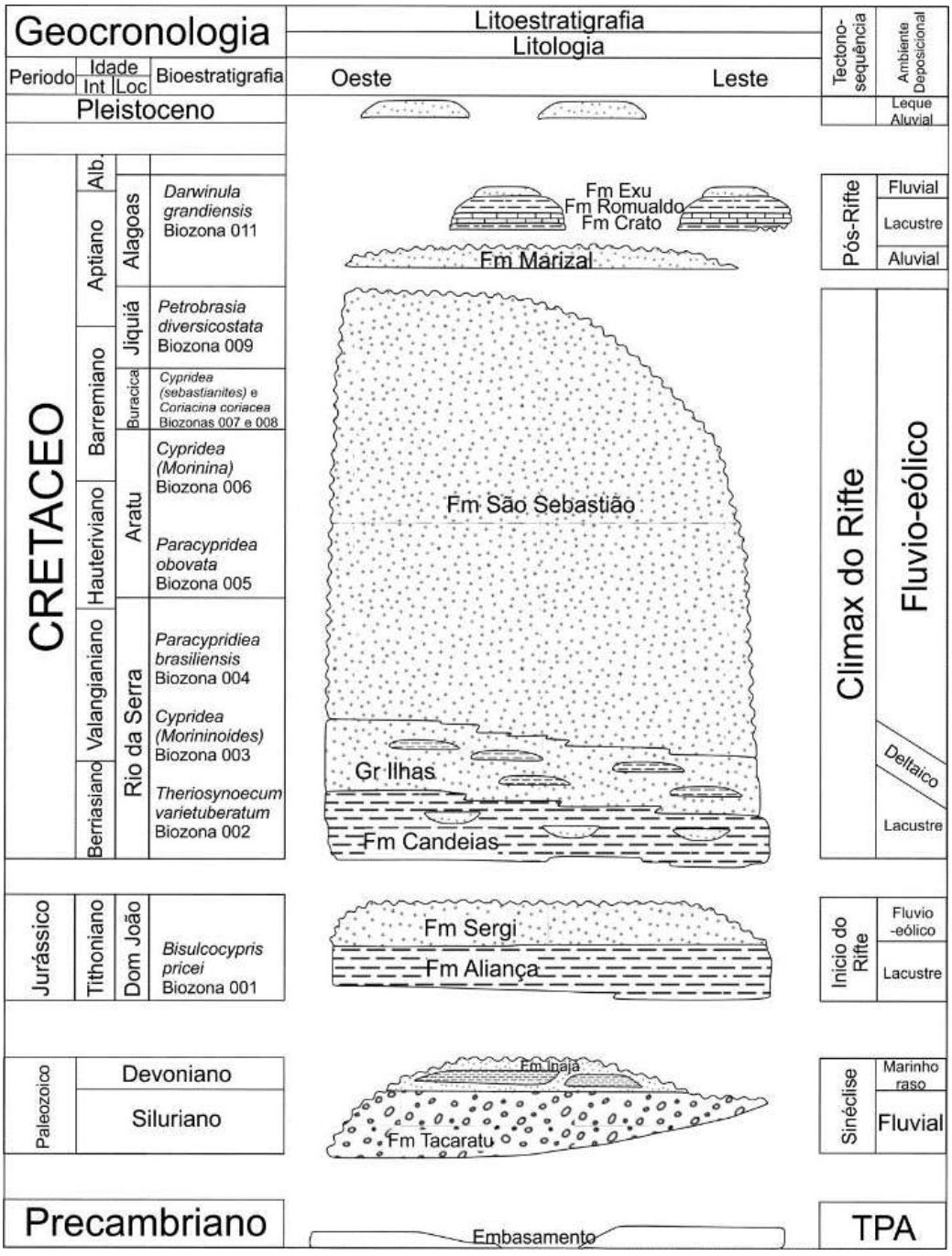
A Sequência de Início de Rifte é representada pelo Grupo Brotas que foi a princípio foi denominado formação e posteriormente elevado à categoria de grupo e composto pelas formações Aliança e Sergi pelo "*Estudo da Bacia*" da Petrobras (1958, segundo Viana *et al.* 1971). O Membro Aflingidos foi retirado da Formação Aliança seguindo a proposição de Caixeta *et al., op. cit*. A Sequência Início de Rifte é associada à Depressão Afro-Brasileira que representa o princípio da fragmentação do Supercontinente Gondwana no neojurássico (Ponte e Asmus 1978; Ponte 1992; Ponte e Ponte Filho 1996a, 1996b). A Depressão Afro-Brasileira é registrado em várias bacias do Nordeste do Brasil, como as Bacias do Recôncavo-Tucano-Jatobá, do Araripe e de Sergipe-Alagoas (Ponte 1994).

A Sequência de Clímax de Rifte é representada pela Formações Candeias, Grupo Ilhas e Formação São Sebastião compreendendo desde o Barreasiano até o início do Aptiano, período esse associado aos andares: Rio da Serra, Aratu, Buracica e Jiquiá. O início do registro sedimentar, representado pela Formação Candeias, foi colocado como cretáceo inferior de acordo com o estudo de fósseis

de ostracodes, peixes e conchostráceos realizado por Viana *et al.* (1971). Porém os estudos em ostracodes elevaram a Formação Candeias ao Andar Rio da Serra (Eo/Neoberriasiano) segundo Costa *et al.* (2007). Período esse notável pelo aumento da umidade e tectonicamente com maiores taxas de subsidência (Campos Neto *et al.* 2007).

A Sequência Pós-Rifte corresponde à Formação Marizal, o Grupo Santana e a Formação Exu. Localmente se relaciona ao Andar Alagoas e cronologicamente é aptiana-albiana. O início dessa sequência é marcada por sistemas de leques aluviais e fluvial proximal evoluindo para um ambiente essencialmente lacustre com contribuições flúvio-deltaicas. Cabe aqui também considerações acerca das coberturas cenozóicas que se estendem em grande extensão na Bacia do Jatobá dificultando muitas vezes a exposição de afloramentos.

Figura 13 – Coluna estratigráfica da Bacia de Jatobá.



Fonte: Guzmán et al., 2015

9 LITOESTRATIGRAFIA DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ

A nomenclatura litoestratigráfica se harmoniza as revisões propostas por Braun (1966) e Viana *et al.* (1971) da Bacia Recôncavo/Tucano, Caixeta *et al.* (1994) de todo o sistema Rifte Recôncavo Tucano Jatobá e de Costa *et al.* (2007) se referindo à Sub-Bacia de Tucano Norte e Bacia de Jatobá. Devido as especificidades estruturais que individualizam a Bacia de Jatobá em relação as do Recôncavo e Tucano Rocha e Leite (1999), Neumann *et al.* (2010) incorporaram modificações nas propostas até então publicadas. A descrição litológica é conduzida com base na literatura acerca da Bacia do Jatobá com uma ênfase nos trabalhos de Rocha e Amaral (2007), Rocha (2011) e na contribuição mais recente de Guzmán *et al. (*2015). As unidades que compõe a Bacia do Jatobá são: Formações Tacaratu, Inajá, Aliança, Sergi, Candeias, Grupo Ilhas, Formações São Sebastião, Marizal, Grupo Santana (Formações Crato e Romualdo) e Exu, além das rochas cenozoicas representadas pelas coberturas detríticas coluviais e os aluviões dos rios.

9.1 EMBASAMENTO CRISTALINO

O embasamento cristalino é representado pelo Complexo Cabrobó, comumente associado as rochas supracrustais e pelo Complexo São Francisco relacionado as rochas ortoderivadas migmatizadas (Santos, 1995; Medeiros, 1998; Carmona, 2000; Silva Filho et. al. 2002). Remanescentes supracrustais podem ser observados em rochas ortoderivadas indicando que o Complexo Cabrobó é mais antigo do que o Complexo São Francisco.

O primeiro autor a se referir ao Complexo Cabrobó como uma unidade foi Leal (1970) na própria cidade de Cabrobó. Para tal autor esta unidade faria parte da faixa Pajeú-Paraíba no domínio da Zona Transversal da Província Borborema.

Um dos trabalhos mais relevantes no contexto das rochas supracrustais da região foi o de Santos (1995), neste, o autor identifica duas sequências para o Complexo Cabrobó, sendo elas: Sequências Lagoa das Contendas e Sequência

Serra do Sítio. A primeira é representada por intercalações de metassedimentos clásticos, químicos e formações ferríferas com rochas metavulcânicas e metavulcanoclásticas de composição intermediária a básica. Através do método U/Pb em zircões foi possível obter uma idade de 1.012 ± 18 Ma para tal sequência. A Sequência Serra do Sítio é composta por metapelitos intercalados com meta-psamitos e por vezes cálcisilicáticas e metacarbonatos.

O mapeamento geológico em escala de 1:250.000 realizado por Medeiros (1998) define o Complexo Cabrobó, em primeiro plano, como metassedimentos que incluem biotita-gnaisses quartzo-feldspáticos com granada, muscovita gnaisses, metagrauvacas, paragnaisses por vezes migmatizados, mica xistos, migmatitos e meta-arcóseos, além de lentes de anfibolitos, quartzitos e mármores. Em menores proporções podem aflorar tanto rochas metavulcanicas quanto metassedimentares com lentes de anfibolitos. Atribui-se a formação das rochas supracrustais a processos de fusão parcial *in situ* em fácies anfibolito alto.

Silva Filho *et al*. (2007) em um mapeamento em uma escala de 1:100.000 identificou o Complexo Cabrobó na forma de quartizitos que constituíam serras de 1.000 metros de altitude segundo orientação NEE-SWW. Os quartizitos possuíam coloração bege e, nas partes mais alteradas exibem coloração marrom avermelhada; sua granulação era média a grossa. Tais rochas se intercalavam com camadas centimétricas a decimétricas enriquecidos em minerais feldspáticos alterados para caulim de coloração esbranquiçada, definindo um bandamento. Presumisse que esse bandamento originou-se de uma tectônica compressional e possui uma direção preferencial segundo NEE/SWW e mergulho suave de baixo ângulo tanto para SE como para NW.

O Complexo Belém do São Francisco é descrito por Santos (1995) como ortognaisses e migmatitos com estruturas schlieren e nebulíticas que incluem remanescentes das rochas supracrustais do Complexo Cabrobó. Os estudos geocronológicos indicam um magma juvenil mesoproterozóico ou uma idade mista entre um magma juvenil e uma crosta paleoproterozóica através da datação em diatexitos pelo método Sm/Nd obtendo-se uma idade modelo (TDM) de 1,33 Ga.

Medeiros (1998) identifica o Complexo Belém do São Francisco por biotita ortognaisse leucocrática de coloração cinza, comumente migmatizado, cujas composições podem variar de tonalítica a granodiorítica. Os migmatitos por sua vez possuem composições de diorítica a tonalítica contendo anfibólio e/ou biotita e porções anfibolíticas também são comuns. O autor traz ainda avanços ainda com relação as fácies dos leucossomas dos migmatitos. Foi constatado um fácies composto principalmente por plagioclásio, de coloração cinza róseo a branco e composição cálcio-sódico. Um outro fácies identificado é composto principalmente por feldspato potássico, tem coloração rosa a rosa avermelhado e composição potássica.

As relações entre os Complexos Cabrobó e Belém do São Francisco não foram bem esclarecidas, carecendo mais trabalhos para que se chegue a um melhor entendimento, porém a existência de xenólitos de supracrustais como quartzitos, mármores e rochas calcissilicáticas em rochas ortoderivadas indicam que o Complexos Cabrobó é mais antigo do eu o Belém do São Francisco.

9.2 FORMAÇÃO TACARATU

Aflora no Parque Nacional do Catimbau, nas proximidades do povoado de Moxotó, na borda oriental e sul da Bacia de Jatobá, estende-se desde a porção sul da cidade de Inajá até as proximidades da cidade de Arcoverde. As formas do relevo desta unidade são bastante acidentadas, escarpas íngremes são comuns. Por se tratarem de rochas que apresentam forte diagênese e uma composição de arenítica a conglomerática, somando-se à isso a existência de intenso faturamento, o intemperismo pode ocasionar formas inusitadas com aspecto ruiniforme (Rocha e Amaral, 2007).

O nomenclatura Tacaratu atribuída a uma unidade ocorreu primeiramente por Braun (1966). Posteriomente, devido aos bons afloramentos dessa unidade na Serra do Manari, Barreto (1968) propôs chamá-la Formação Manari, porém Braun (1970) retoma a nomenclatura criada por Braun (1966) sem que houvessem mais modificações doravante.

Os estratos basais da Formação Tacaratu são bem compactados chegando a no máximo 2 metros e constituídos por conglomerados grossos com seixos subarredondados a arredondados de até 2 cm (Barreto, *op cit,.*). Acima destas camadas tem-se arenitos grossos a médios com cores variando de vermelho-ferruginosa, róseo-avermelhada a amarelada, cinza até esbranquiçada. Foi possível identificar duas fácies principais para os arenitos e conglomerados. A primeira é composta por arenitos com granodecrescência ascendente e granulação média a grossa com níveis conglomeráticos; seixos representam níveis de paleopavimentos; as cores mais comuns são cinza a creme. Em termos de estruturas sedimentares são evidentes as estratificações cruzadas acanaladas de médio a grande porte e estratificações cruzadas tabulares com sentidos de paleocorrentes variando de 340° Az a 350° Az. O segundo fácies é representado por camadas de pequena espessura de arenitos de granulação média a grossa, texturalmente imaturos a submaturos e moderadamente selecionados. As cores mais comuns são róseo a avermelhado e as estruturas observadas são estratificação plano-paralela e estratificação cruzada acanalada de médio a pequeno porte; as direções das paleocorrentes são em sua maioria de SSE para NNW.

O sistema deposicional da Formação Tacaratu trata-se inicialmente de um ambiente de leques aluviais evidenciado pelos registros sedimentares de conglomerados, posteriormente os leques evoluíram para sistemas fluviais, o que levou a formação de arenitos estratificados. Ainda nesse contexto as rochas de granulação mais finas são atribuídas as planície de inundação, adjacentes aos cursos fluviais, que por ocasião do transbordamento dos rios ocasionavam a deposição de pelitos (Rocha e Leite, 1999; Rocha e Amaral, *op. cit*).

O contato da Formação Tacaratu com o embasamento cristalino é evidenciado por discordâncias angulares e erosivas; o contato com A Formação Inajá, sobrejacente, é concordante e gradativa. Ghignone (1979) propõe a idade siluro-devoniana tendo por base dados palinológicos.

Braun (1966) correlaciona a Formação Cariri da Bacia do Araripe com a Formação Tacaratu, devido a semelhança litológica. O Grupo Serra Grande da Bacia de Parnaiba também é associado à Formação Tacaru (Caputo e Crowell,

1985; Ghignone, 1972; Caixeta *et al.,* 1994). Por fim, a formação aqui discutida é correlacionada com a Formação Batinga da Bacia Sergipe-Alagoas (Souza Lima *et al.,* 2011).

9.3 FORMAÇÃO INAJÁ

Os afloramentos mais contundentes da Formação Inajá se situam a Sul da Serra do Manarí, nas proximidades do povoado de Moxotó e no Sítio Trocado a E-SE de Frutuoso. De maneira geral se estende desde a região a SW do povoado de Moderna até o extremo norte da bacia sedimentar. Foi no Vale do Rio Moxotó, estudando aflroramentos de folhelhos, siltitos e arenitos finos que Barreto (1968) designou a Formação Inajá.

Trata-se de uma unidade caracterizada essencialmente pelos arenitos finos, siltitos e folhelhos. Os siltitos contêm concreções limoníticas e intercalações de argilito; sua coloração é rosa a esverdeada. Os folhelhos apresentam fraturas preenchidas por aragonita e sua cor é cinza esverdeado. Os arenitos têm granulação fina e composição arcoseana e micácea; suas cores variam de cor cinza a rósea, violácea, creme amarelada e vermelho ferruginosa; são frequentes estratificação cruzada e intercalações de arenitos grossos a conglomeráticos, além de folhelhos, margas e lâminas de calcário. Em menores proporções ocorrem níveis calcíferos e bolsões de argila (Dantas e Lima Filho, 2007).

Em termos de sistemas de deposição os sedimentos da Formação Inajá e também a fauna fossilifica encontrada (bivalves e braquiopódes) indicam uma origem em ambiente marinho de plataforma rasa de águas moderadamente quentes de salinidade normal; cronologicamente associada ao devoniano em condições ortoplataformais (Pereira *et al.,* 2012). Como citado no tópico anterior, o contato com a unidade sotoposta, a Formação Tacaratu, se dá de forma gradativa e o contato superior com a Formação Aliança é discordante. (Rocha e Amaral, 2007). Correlaciona-se a referida unidade com parte do Grupo Canindé da Bacia do Parnaíba (Caixeta *et al.* 1994; Rocha e Amaral *op. cit.*).

9.4 FORMAÇÃO ALIANÇA

As rochas caraterísticas dessa unidade são folhelhos, argilitos e siltitos vermelhos a roxo e esverdeados que se intercalam com calcários esbranquiçados a marrom claro. Os calcários assumem formas de lentes e são ricos em fósseis. Essas rochas ocorrem comumente associadas a arenitos calciferos finos, além de calcarenitos e calcissiltitos. Lâminas centimétricas de evaporitos são observadas apresentando diagênese média a fraca, compactos, ricos em micas e contendo em seu interior clastos de silexito e de arenitos finos silicificados. Os carbonatos têm forte diagênese e em alguns pontos são silicificados; bioturbações são recorrentes. São classificados como calcarenitos finos e calcários fossilíferos e suas cores são claras. Santos (2015) relata a existência de níveis de gipsita em alguns locais. As rochas rigorosamente arenosas dessa unidade são representados por arenitos de seleção regular, granulometria fina a média, colorações creme a róseos e mesmo que em pequenas quantidades podem apresentar constituintes calcíferos (Rocha e Amaral, 2007).

A cronologia da Formação Aliança, está ligada desde o princípio, ao avanço nos estudos dos gêneros de ostracodes. Tais pesquisas se iniciaram quando e Sanguinetti (1958) identificaram ostracodes em folhelhos no município de Petrolândia (Pernambuco) na Bacia de Jatobá. Posteriormente Viana (1966) e Viana *et al.* (1971) analisaram os gêneros *Darwinula* e *Bisulcocypris* nas rochas dessa unidade. Conchostráceos também passaram a guiar estudos poaleontológicos da Formação Aliança. Em Cardoso (1966) há registros da espécie *Cyzicus brauni* de conchostráceos no munícipio de Petrolândia. Silva *et al.* (2011) pode corroborar a abundância de outros fósseis que podem identificar os sedimentos da Formação Aliança, propostos por Derby (1878, 1880), são esses: fragmentos ósseos de peixes celacantos e do gênero *Lepidotes*, além de dentes isolados e escamas de *Lepidotes*, espinhos de nadadeira dorsal e dentes isolados de tubarões hibodontideos, bem como uma placa dentaria de dipnoico.

A relação com a unidade sotoposta é discordante, enquanto que o contato com a Formação Sergi, sobrejacente, é gradacional. É possível observar o contato entre a Formação Aliança com a Candeias, embora ambas unidade tenham características muito semelhantes. De idade neojurássica a Formação Aliança apresenta registros sedimentares que indicam a primeira fase lacustre da Bacia de Jatobá (Rocha, 2011).

Por ter se formado no contexto da Depressão Afro-Brasileira, estrutura essa precursora do sistema de riftes sul-atlântico responsável pela quebra do supercontinente Gondwana e pela separação dos continentes sul-americano e africano, existem várias unidade correlatas a Formação aliança, sendo elas: Membro Capianga da Bacia do Recôncavo, Formação Bananeiras nas bacias de Sergipe-Alagoas, Brejo Santo na Bacia do Araripe e Formação M'Vone na Bacia de Gabão, na África (Kuchle *et al.* 2011; Braun, 1966; Schaller, 1969; Ponte, 1994; Valença *et al.* 2003; Assine, 2007; Campos Neto *et al.* 2007; Costa *et al.* 2007; Fambrini *et al.* 2011, 2013a; Scherer *et al.* 2014; Davison, 1999; Mounguengui *et al.* 2008; Teisserenc e Villemin, 1990).

9.5 FORMAÇÃO SERGI

É atribuído à Taylor (1948) as primeiras referências dessa unidade aflorando próximo da cidade de Santo Amaro da Purificação, no vale do Rio Sergi, Bacia do Recôncavo. Inicialmente Taylor *op cit*., propôs o Membro Sergi como componente da Formação Brotas, posteriormente Viana *et al. (*1971) elevou o Membro Sergi para categoria de Formação do Grupo Brotas.

Os mais representativos afloramentos da Formação Sergi tendem para as regiões W e SW da Bacia do Jatobá e não na porção NE. Isso pode estar relacionado com basculhamento de blocos para SW afetados pela; a exposição desses blocos intensificou os processos erosivos que impossibilitaram as exposições na região NE (Correia, 1965).

É representada por arenitos de granulação fina a grossa, por vezes conglomeráticos de coloração creme com tons avermelhados. Intercalações com siltitos podem ocorrer. As estruturas sedimentares mais recorrentes são as

estratificações cruzadas acanaladas. O conteúdo fossilífero é de grande relevância na identificação dessa unidade. Concreções de silexito, troncos fósseis silicificados de médio e grande porte são comuns. Grande quantidade de troncos fósseis são encontrados nas margens do rio São Francisco, em Petrolândia (Pernambuco), próximo à chapada de Tacaratu (Braun, 1966; Silva, 2003; Freitas *et al.* 2008). Rocha e Amaral (2007) e Guzmán *et al.* (2015) registraram a existência de troncos fósseis em pacotes arenosos sobrepostos aos pelitos lacustres da Formação Aliança no Graben do Puiú.

Os depósitos e as estruturas sedimentares indicam uma formação em sistema fluvial entrelaçado com posterior retrabalhamento eólico. Nesse contexto, as mudanças climáticas eram comuns e oscilavam propiciando o desenvolvimento de florestas e posteriormente se iniciava um clima árido a desértico, daí a existência de rios e depois a ação mais acentuada dos ventos (Rocha, 2011). Viana *et al. (*1971) define de forma indireta, através do estudo de ostracodes, uma idade neojurássica-eocretacea para a Formação Sergi. Scherer *et al.* (2007) observou feições sedimentares da Formação Sergi na Bacia do Recôncavo que possuem implicações na Bacia do Jatobá. À sul sistema Rifte Recôncavo Tucano Jatobá ocorre uma associação entre fácies de canais de fluxos com fácies eólicas, tais associações se dispõem para norte do sistema rifte com as mesmas características, porém com espessura cada vez menor. A menor espessura dessas associações para norte corrobora o fato da Formação Sergi não ter grandes áreas de afloramento na Bacia do Jatobá, já que se trata o membro mais setentrional do sistema Rifte Recôncavo Tucano Jatobá.

A unidade aqui referida faz contato gradacional com a Formação Aliança. Quanto ao seu contato com a Formação Candeias, sobrejacente, cabem algumas considerações. Não há registro em afloramentos de campo com contato entre as Formações Sergi e Candeias, porém como nas Bacias de Recôncavo e Tucano existe uma unidade sobreposta a Sergi, chamada de Formação Itaparica, com contato gradacional e por tal unidade não existir na Bacia de Jatobá o contato entre Sergi e Candeias deve ser discordante (Guzmán *et al*. *op. cit.*).

Devido a existências dos troncos fósseis correlaciona-se a Formação Sergi com a Formação Missão Velha da Bacia do Araripe (Freitas *et al.* 2008). É possível associá-la também a Formação Serraria Bacia Sergipe-Alagoas (Arai, 2006; Braun, 1966; Schaller, 1969; Ponte, 1994; Valença *et al.* 2003; Assine, 2007; Campos Neto *et al.* 2007; Costa *et al.* 2007; Fambrini *et al.* 2011, 2013a; Kuchle *et al.* 2011; Scherer *et al.* 2014).

9.6 FORMAÇÃO CANDEIAS

Aflora geralmente em áreas arrasadas formando-se suaves ondulações devido ao caráter dominantemente pelítico. Se estende desde povoado de Campos, na borda norte da Bacia do Jatobá até Sítio Varas a oeste de Moxotó, acompanhando a direção do rio Moxotó (Rocha e Amaral, 2007).

O primeiro registro na literatura sobre a Formação Candeias foi do Conselho Nacional do Petróleo (1944, 1945, segundo Viana *et al.* 1971) para se referir à um folhelho quebradiço no município Candeias, Bahia. Taylor *op cit*., defendeu o rebaixamento de Formação para Membro Aliança e o Estudo da Bacia (1958) redefiniu a Formação Candeias de uma forma mais próxima ao que se é concebido hoje.

A unidade aqui referida é composta essencialmente por finas lâminas de pelitos, folhelhos e siltitos argilosos, sua coloração é amarronzada a cinza esverdeada. Alternando camadas com essas rochas ocorrem arenitos finos a médios, contendo níveis de arenitos calcíferos, calcareintos e calcissiltitos silicificados. Níveis de gipsita e fósseis também são característicos, dos fósseis destacam-se fósseis de peixes, ostracodes e plantas carbonizadas ou silicificadas (Sousa *et al.* 2013). Rochas essencialmente arenosas, sem constituintes carbonáticos também são observados. Tratam-se de arenitos finos, médios e em menor proporção grossos intercalados por horizontes de siltitos e argilitos, contendo lâminas e nódulos ferruginosos. Os arenitos possuem coloração avermelhada a creme amarelados. Tais rochas arenosas apresentam estratificação plano-paralela, estratificação ondulada, em alguns pontos estratificação cruzada acanalada e tabular de pequeno a médio porte. As

camadas de arenitos podem ter passado por contorções sobre efeito de cisalhamento da superfície e liquefação do sedimento originando estruturas convolutas (fluidização).

As características sedimentares da Formação Candeias indicam um ambiente de formação lacustre. Para Rocha (2011) a unidade neste tópico referida representa a fase do clímax de rifte e a segunda fase lacustre que incursionou na Bacia de Jatobá, período esse marcado pelo aumento na taxa de subsidência da bacia e variações climáticas mais úmidas. Dessa forma, é associada ao Andar Rio da Serra (Eo/Neoberriasiano) (Costa *et al.,* 2007).

A Formação Candeias se relaciona com a unidade sobreposta, Grupo Ilhas, através de uma gradação dos sedimentos, enquanto que é marcada por uma discordância com a Formação Sergi, sotoposta. É correlacionada com a Formação Abaiara da Bacia do Araripe e com Formação Barra de Itiúba da Bacia Sergipe-Alagoas (Schaller, 1969; Viana *et al.* 1971; Menezes Filho 1988).

9.7 GRUPO ILHAS

Amaral (1936) pesquisando os afloramentos na Baía de Todos os Santos, mais especificamente nas das Ilhas de Maré e Frades, propõe a Formação Ilhas como unidade litoestratigráfica dos arenitos ali observados. Em 1958 um trabalho intitulado “O estudo da bacia” da Petrobras divide a Formação Ilhas em membros Inferior e Superior. Viana *et al. (*1971) eleva Formação Ilhas para categoria de Grupo e propõe que a mesma é composta pelas formações Pojuca e Marfim.

Litologicamente Rocha e Amaral (2007) descrevem duas associações comuns para o registro sedimentar do grupo aqui referido. O primeiro trata-se de uma alternância entre argilitos, siltitos e arenito finos (forma delgada); as colorações costumam ser creme com porções avermelhadas; estruturas como laminações plano-paralelas e marcas onduladas são notáveis. A segunda associação comum é formada por arenitos médios com níveis grossos, em lentes amalgamadas; a riqueza de estruturas sedimentares chama a atenção e sugere uma sequência turbidítica tipo Tb-c de Bouma, as principais estruturas seriam:

convolutas, ondulações cavalgantes e estratificação tangencial, cruzada sigmoidal, cruzada acanalada de pequeno porte. De acordo com as características sedimentares o Grupo Ilhas se originou de um sistema fluvial que desembocava em um lago, possivelmente o “Lago Candeias”. O aporte sedimentos do rio constituiu as frentes deltaicas com regimes de fluxo superior e inferior (Menezes Filho *et al.* 1988; Rocha e Amaral, 2007). Costa *et al. (*2007) atribui idade neoberriasiano-eovalanginiano a unidade trata neste tópico

Na Bacia do Recôncavo o Grupo Ilhas aflora de uma forma mais expressiva, tanto que foi subdividido nas formações Marfim e Pojuca (Viana *et al.* 1971). O mesmo não ocorre na Bacia de Jatobá; os estratos dessa unidade constituem faixas estreitas e descontínuas. Seu mapeamento é tão árduo que em muitos trabalhos antigos foi tratada em conjunto com a Formação Candeias. Em seu mapa geológico da Bacia do Jatobá Rocha e Amaral (2007) propõe a associação entre essas duas unidades.

A relação com entre o Grupo Ilhas e sua unidade sotoposta, a Formação Candeias, é marcada por uma granocrescencia ascendente, na qual a fração arenosa passa a predominar. Em relação ao seu contato com a Formação São Sebastião, sobrejacente, há uma discordância angular regional (Rocha e Amaral, *op.cit*.). A Formação Penedo da Bacia de Sergipe-Alagoas correlaciona-se com o Gripo Ilhas (Schaller, 1969; Menezes Filho *et al.* 1988; Rocha, 2011).

9.8 FORMAÇÃO SÃO SEBASTIÃO

Seus afloramentos se distribuem ao longo de uma área orientada segundo NE-SW ao longo da Bacia de Jatobá; boas exposições de suas rochas são encontradas no povoado de Campos, no município de Ibimirim. Geomorfologicamente constitui morrotes ondulados e serras arredondadas; dificilmente é encontrada em escarpas (Rocha e Amaral *op.cit*.; Rocha *op.cit*.).

Na Bahia, mais especificamente na cidade de São Sebastião do Passé surge essa unidade de nome homônimo através da proposição de Taylor (1948). Pontes e Ribeiro (1964) subdividiram a formação aqui discutida em São Sebastião Inferior, São Sebastião Médio e São Sebastião Superior. Em 1971

Viana *et al*. desmembra a Formação São Sebastião nos seguintes membros: Paciência, Passagem dos Teixeiras e Rio Joanes. Publicações mais recentes apresentam a Formação São Sebastião como indivisa (Rocha e Amaral 2007; Rocha 2011).

Litologicamente podem ser observadas características distintas nas sequências da base e do topo. Na base são comuns arenitos de grossos a finos, de seleção regular, com coloração avermelhada e com pontuais frações mais grossas. No topo predominam sedimentos finos a muito finos; tratam-se de arenitos com grãos bem selecionados, bimodais; suas cores são róseo-avermelhados com manchas de coloração creme. Tais sedimentos finos se assemelham a ritmitos e neles ocorrem também estratificações cruzadas acanaladas com paleocorrentes indicando diversas orientações (Rocha *op.cit*.; Fambrini *et al.,* 2013b).

As características sedimentares das sequências da base indicam um sistema fluvial de alta energia, enquanto que os estratos do topo apontam para sistemas eólicos desenvolvidos em ambientes desérticos (Rocha e Amaral *op.cit*.; Fambrini *et al.* 2006, 2007, 2013b). Muitos esclarecimentos sobre os depósitos eólicos foram trazidos por Fambrini *et al.* (2013b); neste trabalho o autor detalha as feições características dos depósitos de dunas eólicas, depósitos de lençóis de areia eólica e depósitos de interdunas. Arenitos bem selecionados com estratos plano-paralelos são indicativos de dunas eólicas, enquanto que arenitos bem selecionados com estratos plano-paralelos apontam para os lençóis de areia eólica.

A Formação São Sebastião compreendendo os andares Rio da Serra, Aratu, Buracica e Jiquiá da estratigrafia local se estendendo do Berriasiano até o início do Aptiano; representa a fase climax do rifte (Costa *et al.* 2007).

Como já dito no tópico anterior o contato da Formação São Sebastião com os sedimentos do Grupo Ilhas é transicional. Segundo Bruni *et al. (*1976) há uma discordância erosiva e angular entre as formações São Sebastião e Marizal. Devido as semelhanças litológicas as formações Penedo, Coqueiro Seco e Morro do Chaves da Bacia Sergipe-Alagoas são relacionadas à unidade em questão aqui (Ponte e Appi, 1990); Ponte *et al.* 1997).

9.9 FORMAÇÃO MARIZAL

Se estende em uma vasta área na Bacia do Jatobá; pode-se destacar a porção norte central ao oeste do município de Ibimirim. Viana *et al.* (1971) uniu as formações Marizal e a Formação Cicero Dantas, já criadas anteriormente, em uma formação de nome Marizal de uma forma próxima ao que se concebe hoje.

Na Bacia do Jatobá suas rochas possuem cor esbranquiçada; tratam-se de arenitos médios a grassos, raramente finos. As intercalações mais comuns são com siltitos e argilitos Rocha (2011). Costa *et al. (*2003) destaca a existência de arenitos conglomeráticos estratificados (cruzadas e acanaladas), ademais também ocorrem estruturas de sobrecarga e fluidificação.

Os depósitos sedimentares não deixam dúvidas que foram formados em leques aluviais evoluindo para um sistema fluvial proximal, de alta energia. (Neumann *et al.* 2009). Os polinomorfos indicam idade aptiana para a Formação Marizal, momento de modificações na tectônica global, devido ao início da fase pós-rifte que se instalou depois da ruptura do Continente Gondwana (Viana *et al.* 1971). São correlatas da unidade aqui em questão: Membro Carmópolis da Formação Muribeca da Bacia Sergipe-Alagoas (Viana *et al. op. cit.*), Formação Itapecuru da Bacia Parnaíba, Formação Urucuia da Bacia do São Francisco, Formação Santana da Bacia do Araripe (Viana *et al. op. cit.*; Ghignone, 1979; Assine, 2007; Bueno, 1996; Magnavita *et al.* 2003).

9.10 FORMAÇÃO CRATO

Foi na Bacia do Araripe em pesquisas relacionadas aos calcários que Beurlen (1971) propõe o Membro Crato pertencente à Formação Santana. Apenas em 1999 Neumann e Cabrera formalizam a Formação Crato.

Rocha *op. cit.* descreve a unidade aqui em questão como sendo representada por uma alternância entre calcários, siltitos, folhelhos e arenitos finos. As colorações mais frequentes dos calcários são bege-claro e bege-escuro a marrom e de acordo com a classificação de tamanho de grãos de Folk (1962)

tratam-se de calcilutitos. As rochas carbonáticas possuem lâminas de 0,5 a 1,5 mm e as principais estruturas encontradas destes são: microestruturas do tipo *loop-bedding* que apresentam um apertamento das lâminas assemelhando-se a uma *boudinage* sedimentar, estruturas de escorregamento (*slumps*) e algumas fraturas nas lâminas dos calcários causadas pelos pseudomorfos de sal (Neumann *et al.* 2010; Lima *et al.* 2011).

O abundante conteúdo fossilífero é uma atributo da Formação Crato. Nesse contexto destacam-se os ostracodes, dos quais as espécies do gênero *Pattersoncypris* e *Damonella grandiensis* constituem fósseis guia indicando idade Aptiano-Eoalbiano. A partir do conteúdo paleontológico e das características sedimentares Rocha *op. cit.* associa a unidade aqui referida à um essencialmente lacustre com contribuições flúvio-deltaicas. Pode ser correlacionada com as formações Riachuelo e Codó das bacias sedimentares Sergipe-Alagoas e Parnaíba, respectivamente (Braun, 1966; Bruni *et al.* 1976).

9.11 FORMAÇÃO ROMUALDO

Seus afloramentos se concentram nas serras Negra e do Periquito; as espessuras tem em média 30 metros. De forma semelhante ao Membro Crato, Beurlen (1971) também estabeleceu o Membro Romualdo na Bacia do Araripe em 1999 Neumann e Cabrera o elevaram a categoria de formação.

As associações litológicas mais comuns ocorrem entre siltitos, folhelhos, argilas na base, seus estratos possuem mergulho de 50° para NNW e também são falhados e rotacionados com estrutura em dominó; no topo afloram calcários intercalados com folhelhos pouco espessos e raramente pirobetuminosos. Devido a riqueza de bioclastos os calcários quando classificados segundo o critério de Dunham (1962), que considera a composição do carbonato, se enquadraram no grupo dos Packstone, quando o arcabouço da rocha é suportado pelos grãos(bioclastos) e matriz. Os bioclastos mais recorrentes são: fragmentos de bivalves, ostracodes, gastrópodes, além de formas sugestivas de algas e foraminíferos. (Rocha, 2011; Lima *et al.* 2011).

A fauna fossilífera e o registro sedimentar indica um ambiente de formação lacustre sem evidencias de influência marinha e uma idade aptiano-eoalbiana para a Formação Romualdo (Coimbra *et al.* 2002; Rocha *op.cit.*). O contato entre formações Crato e Exu não é aparente em afloramentos, o que dificulta sua definição.

9.12 FORMAÇÃO EXU

Tal unidade foi descrita pela primeira vez na Bacia do Araripe por Beurlen (1966). Até os trabalhos de Neumann *et al.* (2009, 2010) e Rocha (2011) a Formação Exu não era considera como uma unidade mapeável no contexto da Bacia do Jatobá. Tais trabalhos registraram essa unidade nas serras Negra e do Periquito, onde é responsável por uma morfologia aplainada; observam-se também fragmentos de rochas erodidos e depositados na base da vertente, conhecidos por depósitos de tálus.

Litologicamente é composta por arenitos grossos de coloração creme a lilás que pontualmente são conglomeráticos e se intercalam com argilas e siltes. No que tange as estruturas sedimentares dos arenitos, são encontradas: estratificações cruzadas, planares e acanaladas. A existência de arenitos estratificados indica a deposição em canais fluviais. A intercalação desses arenitos estratificados com camadas de argila é indicativo de um ambiente de planície de inundação, adjacentes aos cursos fluviais, que por ocasião do transbordamento dos rios ocasionou a deposição de sedimentos finos sobre tais planícies (Rocha *op.cit.*).

Correlaciona-se com as seguintes unidades: Formações Açu, da Bacia Potiguar, Formação Itapecuru da Bacia do Parnaíba e com sua formação homônima na Bacia do Araripe (Assine, 2007).

9.13 COBERTURAS CENOZÓICAS.

Formam imensos areais e se constituem de coberturas arenosas, com rara contribuição pelítica. São provenientes do intemperismo das formações Tacaratu, Sergi, Candeias, São Sebastião e Marizal.

Os depósitos arenosos apresentam geralmente colorações esbranquiçada e avermelhada, onde muitas vezes é possível identificar um provável contato entre as unidades geológicas. Colorações mais avermelhadas são associadas aos sedimentos da Formação Tacaratu, enquanto as cores mais claras indicam o resultado do intemperismo da Formação Inajá.

Também representam essas coberturas os depósitos inconsolidados geralmente formados em sopés de elevações abruptas. Tais depósitos são constiuídos por blocos de rochas, geralmente angulosos. As escarpas que apresentam arenitos muito fraturados tendem a intensificar o processo de formação de tálus.

10 GEOLOGIA LOCAL

A atividade de campo proveu um reconhecimento da geologia da área pesquisada com o fim de verificar e atualizar o mapeamento geológico realizado no âmbito do projeto da UFPE/CPRM/FINEP (2008). O Anexo I representa a versão final do mapa geológico produzido para a área delimitada no presente trabalho e neste podem ser observadas algumas atualizações em relação ao projeto anterior. A área mapeada repousa sobre as seguintes unidades geológicas: Formação Tacaratu, Formação Inajá, Formação Aliança e depósitos Colúvio-eluviais. Também foi possível constatar a existência de uma pequena área onde aflorava o embasamento cristalino. Trabalhos anteriores da CPRM apontam a existência da Formação Candeias/Grupo Ilhas aflorando de forma tímida no extremo noroeste do mapa, porém as etapas de campo não comtemplaram essa pequena área; não obstante essa unidade é apresentada no mapa do Anexo 1.

10.1 EMBASAMENTO CRISTALINO

No extremo leste da região trabalhada ocorre o afloramento do embasamento cristalino. A rocha do cristalino começa a ser percebida nas partes baixas de uma serra através de fragmentos de cristais de quartzo, feldspato e minerais máficos. Subindo a serra pode-se confirmar a existência de matacões intemperizados sofrendo esfoliação esferoidal, que afloram em maior quantidade no topo da serra (Figura 14). Alguns matacões chegam a ter dois metros de diâmetro e são cortados muitas vezes por diques pegmatíticos de composição feldspática (Figura 15). Algumas estruturas como fraturas também podem ser observadas nesses matacões, porém como as posições originas desses blocos já foram modificadas a medição dessas atitudes não foram realizadas. A litologia trata-se possivelmente de uma rocha granítica com granulação grossa. Foram identificados cristais de feldspato, quartzo e de minerais máficos. Não foram encontradas feições de deformação que indicassem a existência de gnaisses ou migmatitos. O afloramento desse pequeno corpo ígneo localizado no meio da

bacia sedimentar deve-se à existência de uma falha de empurrão que deslocou verticalmente um bloco do embasamento cristalino. A atuação da falha de empurrão referida é possivelmente posterior à da falha normal que atravessa toda área estudada.

Figura 14 – Matacões aflorando em maior quantidade no topo da serra.

Fonte: o autor, 2017

Figura 15 – Matacões cortados por diques pegmatíticos de composição feldspática.

Fonte: o autor, 2017

10.2 FORMAÇÃO TACARATU

A Formação Tacaratu representa aproximadamente 25% da área delimitada no presente trabalho e se orienta na direção NE-SW influenciada pelas grandes estruturas que cortam a região. Seus melhores afloramentos situam-se na localidade de Lagoa do Meio ao longo da escarpa do Serrote São João, soerguido devido à ação de uma falha normal regional de orientação NE-SW (Figura 16). Neste ponto as rochas se apresentam extremamente afetadas pela tectônica rúptil exibindo planos de fraturas horizontais, verticais e inclinadas tendo orientação preferencial de mergulho para NE e SE (Figura 17).

Figura 16 – Visão panorâmica do Serrote São João, localizado na localidade de Lagoa do meio.

Fonte: o autor, 2017

Figura 17 – Rochas da Formação Tacaratu afetadas pela tectônica rúptil.

Fonte: o autor, 2017

Litologicamente tratam-se de rochas predominantemente arenosas de granulometria grossa, possuem cor esbranquiçada a avermelhada e são

compostas por grãos de quartzo subangulosos e subarredondados. Rochas conglomeráticas também são comuns exibindo seixos subarredondados de até 3 centímetros sustentados por uma matriz arenosa grossa. As estruturas sedimentares mais frequentes são as estratificações plano-paralelas e cruzadas com sentido de paleocorrente para NW (Figura 18).

Figura 18 – Estratificações plano-paralelas e cruzadas nos arenitos conglomeráticos da Formação Tacaratu; detalhe para estratificação cruzada e para a textura conglomerático do pacote sedimentar.

Fonte: o autor, 2017

A leste da região trabalhada, na localidade do Sítio Toro, há um afloramento representativo da Formação Tacaratu (Figura 19). Neste, é observado na base uma camada de um arenito de granulometria média a fina, coloração esbranquiçada, exibindo estratificações plano-paralelas. Acima do mesmo há uma camada argilosa de coloração esbranquiçada, apresentando localmente uma textura mosqueada (Figura 20). No topo é constatada a presença um arenito de granulometria média e coloração mais amarronzada a avermelhada. Os pacotes sedimentares convergem para SW com um mergulho médio de 30°.

Figura 19 – Afloramento de camadas de arenito intercaladas com argilitos.

Fonte: o autor, 2017

Figura 20 – Camada argilosa de coloração esbranquiçada

Fonte: o autor, 2017

As estruturas sedimentares e características litológicas dos pacotes sedimentares da Formação Tacaratu, observadas na área trabalhada, apontam para um sistema deposicional de leques aluviais, evidenciado pelas rochas conglomeráticas, que posteriormente evoluiu para um sistema fluvial de alta energia caracterizado pelos arenitos grossos estratificados. Dentro desse

contexto ocorrem também camadas de argilitos formadas em planícies de inundações representando os ambientes deposicionais de menor energia.

10.3 FORMAÇÃO INAJÁ

A Formação Inajá assim como a Formação Tacaratu ocorre orientada na direção NE-SW graças as grandes estruturas existentes na região e ocupa 34% da área estudada. A principal feição observada nas rochas dessa unidade é a intensa influência sofrida pela tectônica rúptil. Em grande parte dos afloramentos da Formação Inajá foram observadas famílias de fraturas (Figura 21) e espelhos de falhas; essas feições representaram um reflexo de estruturas observadas em imagens de satélites e fotografias aéreas. Grande parte das fraturas observadas são de alto ângulo e possuem uma orientação NE-SW; com uma menor expressividade ocorrem fraturas horizontalizadas. Devido ao intenso fraturamento e também ao intemperismo é comum encontrar blocos rolados de até um metro de diâmetro e também fragmentos menores compondo os afloramentos estudados dessa unidade (Figura 22).

Figura 21 – Intenso faturamento observados na Formação Inajá.

Fonte: o autor, 2017

Figura 22. A e B. Afloramentos da Formação Inajá compostos por blocos rolados de até um metro de diâmetro e também fragmentos menores formados devido ao intenso faturamento e intemperismo.

Fonte: o autor, 2017

Litologicamente é constituída por arenitos finos e médio exibindo uma cor cinza a rósea e também avermelho devido à oxidação. Não foram observadas estruturas sedimentares tais como estratificações plano-paralelas ou cruzadas. O acamamento do pacote sedimentar possui um mergulho médio de 40° e aponta para SW (Figura 23). O mergulho moderado do acamamento permite inferir a forte influência da tectônica movendo o pacote sedimentar. As

características litológicas permitem associar as rochas da Formação Inajá à um ambiente deposicional marinho de plataforma rasa.

Figura 23. – Acamamento do pacote sedimentar com mergulho de 40° e sentido SW. Nota-se também a presença de fraturas.

Fonte: o autor, 2017

10.4 FORMAÇÃO ALIANÇA

Representa aproximadamente 20% da área mapeada. Durante as etapas de campo não foram encontrados muitos afloramentos expressivos da Formação Aliança. O que norteou o mapeamento dessa unidade foram as associações com o solo originado pelo intemperismo de suas rochas. O solo característico da Formação Aliança possui frações argilosas e tons mais escuros passando de uma cor marrom até avermelhada (Figura 24).

A leste da área trabalhada, na localidade de Manari Velho, foi possível ter acesso à um bom afloramento graças a uma escavação que expos as rochas da referida unidade (Figura 25). Neste ponto foram observados folhelhos calcilíferos de coloração esbranquiçada a esverdeada (Figura 26). Nesses folhelhos haviam

também gretas de dissecação fósseis e em menor quantidade icnofósseis (Figura 27)

Figura 24 – Solo originado da Formação Aliança. Caracteristicamente de coloração amarronzada a avermelhada.

Fonte: o autor, 2017

Figura 25 – Escavação que possibilitou o afloramento das rochas da Formação Aliança.

Fonte: o autor, 2017

Figura 26 – Folhelhos calcilíferos de coloração esbranquiçada a esverdeada da Formação Aliança.

Fonte: o autor, 2017

Figura 27 – Gretas de dissecação fósseis e icnofóssil (seta vermelha) em folhelhos da Formação Aliança

Fonte: o autor, 2017

10.5 DEPÓSITOS COLÚVIO-ELUVIAIS

Esses depósitos correspondem à aproximadamente 13% da área trabalhada e se distribuem por toda região, ocorrendo em maior abundancia à SW (Figura 28). São originados do intemperismo das unidades sedimentares e também do embasamento cristalino. A existência dessa cobertura sobre os afloramentos, propriamente ditos, dificulta a caracterização das unidades geológicas assim como o contato entre elas.

Os depósitos são essencialmente arenosos e quartzosos podendo ocorrer granulometrias médias e finas. Suas colorações são avermelhadas e esbranquiçadas associados ao intemperismo das Formações Tacaratu e Inajá, respectivamente (Figura 29). Na localidade de Lagoa do Meio observou-se o possível contato entre a Formação Tacaratu e Inajá, inferido pela coloração dos depósitos colúvio-eluviais. Ao longo do Serrote São João afloram as rochas da Formação Tacaratu; as águas das chuvas ao cair ao longo de sua escarpa carreiam vários elementos químicos, dentre os quais destaca-se o ferro, para as áreas rebaixadas, ocasionando colorações avermelhadas na cobertura arenosa. Forma-se dessa forma um contato irregular com os depósitos arenosos de coloração esbranquiçada da Formação Inajá (Figura 30).

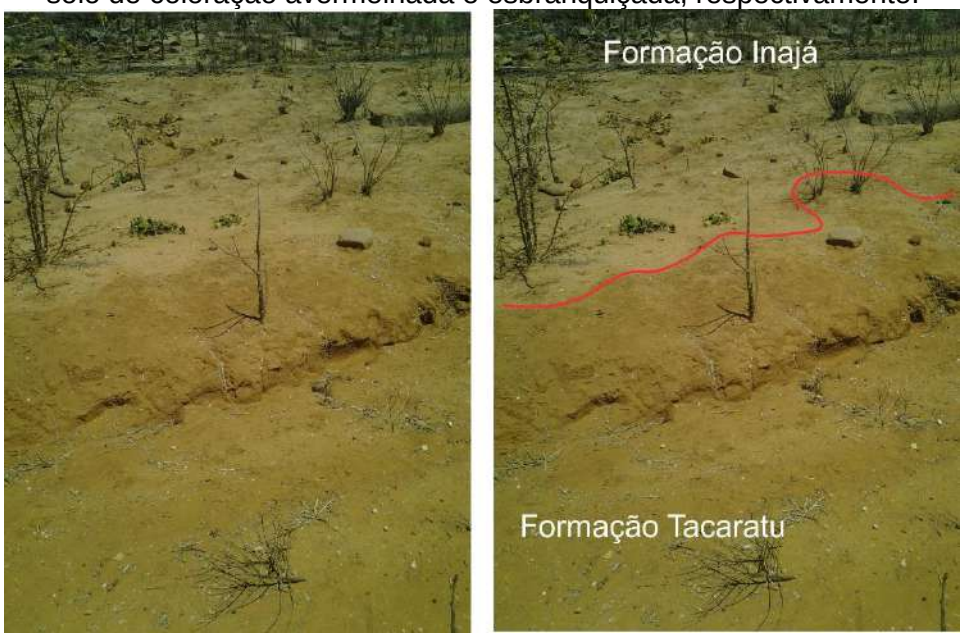
Figura 28 – Extensão do recobrimento dos depósitos colúvio-eluviais.

Fonte: o autor, 2017

Figura 29 – A. Cobertura arenosa de coloração esbranquiçada associada ao intemperismo da Formação Inajá. Observa-se também um poço desativado. B. Cobertura arenosa de coloração avermelhada associada ao intemperismo da Formação Tacaratu.

Fonte: o autor, 2017

Figura 30 – Provável contato entre a Formação Tacaratu e Inajá, representado pelo solo de coloração avermelhada e esbranquiçada, respectivamente.

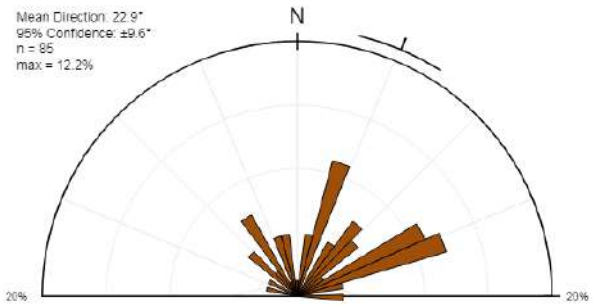


Fonte: o autor, 2017

11 GEOLOGIA ESTRUTURAL

A partir da análise de fotografias aéreas e imagens de satélite é possível constatar que a área do presente trabalho é cortada por quatro estruturas regionais, todas com orientação NE-SW. Três correspondem a estruturas indiscriminadas; duas dessas são do tipo riacho-fenda, que é quando a drenagem tem seu curso controlado pela fratura ou zona fraturada. As duas drenagens controladas por essas estruturas são: Rio Moxotó, à noroeste e Riacho Coité na porção mais central da área trabalhada. A quarta estrutura também corta a região mais central do mapa; tem caráter normal e é responsável pela formação de uma escarpa de em média sessenta metros de altura, na qual afloram rochas da Formação Tacaratu. Estruturas de menor continuidade também foram observadas. A análise das fotografias aéreas e imagens de satélite permitiu corroborar as grandes estruturas traçadas pela UFPE/CPRM/FINEP (2008) e acrescentar uma série de estruturas indiscriminadas que possivelmente encontram-se recobertas e não foram observadas em campo. Como já comentado anteriormente aqui é sustentada a hipótese de uma falha de empurrão soergue um bloco do embasamento cristalino no sudoeste da área pesquisada, portanto tal estrutura encontra-se cartografada. O mapa final deste trabalho (Anexo 1) exibe as estruturas traçadas pela UFPE/CPRM/FINEP (2008) e também aquelas fruto das interpretações do presente trabalho. Um diagrama de rosetas dessas estruturas foi elaborado e encontra-se na figura 31. A anáise do diagrama corrobora o *trend* preferencial NE das estruturas traçadas na área trabalhada.

Figura 31 – Diagrama de roseta indicando a orientação NE como mais persistente das estruturas traçadas através da interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite.



Fonte: o autor, 2018

Nos afloramentos das unidades sedimentares é comum a ocorrência de estruturas associadas a uma reologia rúptil; mais precisamente nos arenitos conglomeráticos da Formação Tacaratu e no arenitos da Formação Inajá. A observação de famílias de fraturas, espelhos de falhas e bandas de deformação permite inferir uma proximidade das grandes estruturas. A maioria das estruturas é de alto ângulo e possui orientação NE-SW indicando sua associação com as feições regionais.

A leste da área trabalhada foram identificadas bandas de deformação nos arenitos da Formação Inajá, estas são classificadas como aglomeradas (clusters) por serem largas e anastomosadas devido às suas diversas orientações observadas (Figura 32). A figura 33 exibe a continuidade dessa estrutura nos afloramentos e seu alinhamento NE-SW.

Na porção centro-sul da área trabalhada há um expressivo afloramento da Formação Inajá extremamente fraturado, tais fraturas possuem orientação NE-SW. Devido as dimensões do afloramento foi possível identificá-lo em imagens de satélite e fotografias aéreas. A Figura 34 exibe um espelho de falha e um outro afloramento mais a frente se sobressaindo no terreno (seta vermelha) ambos alinhados na direção NE-SW corroborando a influência das grandes estruturas nas formações sedimentares aflorantes. Devido à não existência de ressaltos nesse espelho de falha acredita-se tratar-se de uma junta, uma vez que não houve deslocamento.

A falha normal e as demais falhas indiscriminadas regionais podem estar associadas ao aptiano quando segundo Costa *et al.,* (2007) a Bacia do Jatobá passou por uma subsidência termal (sag basin), durante o pós-rifte.

Figura 32 – A. Bandas de deformação nos arenitos da Formação Inajá B. Destaque para a estrutura.

Fonte: o autor, 2017

Figura 33 – Continuidade das bandas de deformação em afloramentos segundo uma orientação NE-SW.

Fonte: o autor, 2017

Figura 34 – Espelho de falha e um outro afloramento mais a frente se sobressaindo no terreno (seta vermelha) ambos alinhados na direção NE-SW.

Fonte: o autor, 2017

12 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO REGIONAL

A divisão de grandes regiões que possuem um modo de similar de ocorrência das águas subterrâneas representa um grande avanço na compreensão dos recursos hídricos de um determinado país, continente ou limite geográfico mais amplo. Nos Estados Unidos da América, no ano de 1923, sob a orientação do hidrogeólogo Oscas Meinzer, surgiram as primeiras subdivisões de regiões com aspectos higrogeológicos comuns, que originaram o conceito de Província Hidrogeológica. No Brasil, as subdivisões em Províncias Hidrogeológicas representaram um avanço na definição de unidades representativas de reservatórios aquíferos subterrâneos.

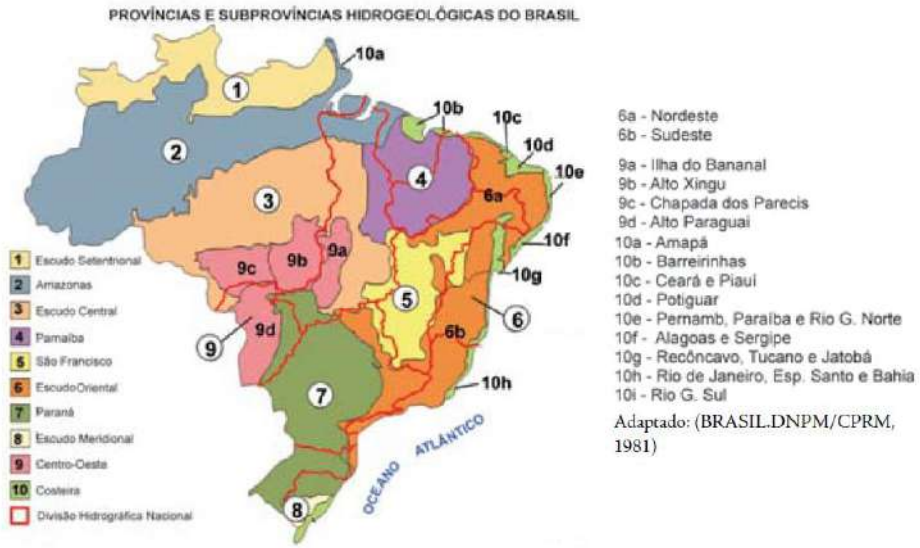
O conceito de Província Hidrogeológica leva em consideração características mais generalizadas e relevantes a respeito do comportamento das águas subterrâneas em uma extensa região. Todo o aspecto geológico possui grande controle nas condições de ocorrência, movimento e qualidade das águas dos aquíferos, seja ele em escala de afloramento caracterizando as litologias e as estruturas das mesmas ou em um contexto mais regional identificando os regimes tectônicos que influenciaram a atual configuração da bacia sedimentar ou do embasamento cristalino. De forma secundaria em relação ao aspecto geológico, mas de grande relevância para o condicionamento das águas subterrâneas estão os aspectos fisiográficos. Estes compreendem o clima e as formas do relevo, que controlam a infiltração de água nos solos e nos aquíferos (Pessoa *et al*.,1980).

No Brasil, o Estado do Rio Grande do Sul foi comtemplado de forma propulsora com o primeiro mapa de Províncias Hidrogeológicas, trabalho este elaborado por Hausman (1963). Brito Neves e Manoel Filho (1972) propuseram baseados no conhecimento da época e com ênfase nos avanços desenvolvidos nos Estados Unidos por Meinzer (1923) um mapa de províncias hidrogeológicas para o Estado da Bahia, neste trabalho foram cartografadas sete províncias.

O território brasileiro foi dividido em províncias hidrogeológicas por Pessoa *et al*. (1980). Neste trabalho o autor apresenta um mapa na escala de 1:2.500.000 classificando dez províncias e quinze subprovíncias (Figura 35); a

análise das condições hidrogeológicas do Brasil foram comparadas com as dos Estados Unidos.

Figura 35 – Representação em Mapa das Províncias Hidrogeológicas do Brasil. Fonte: Águas Subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido, 2007.

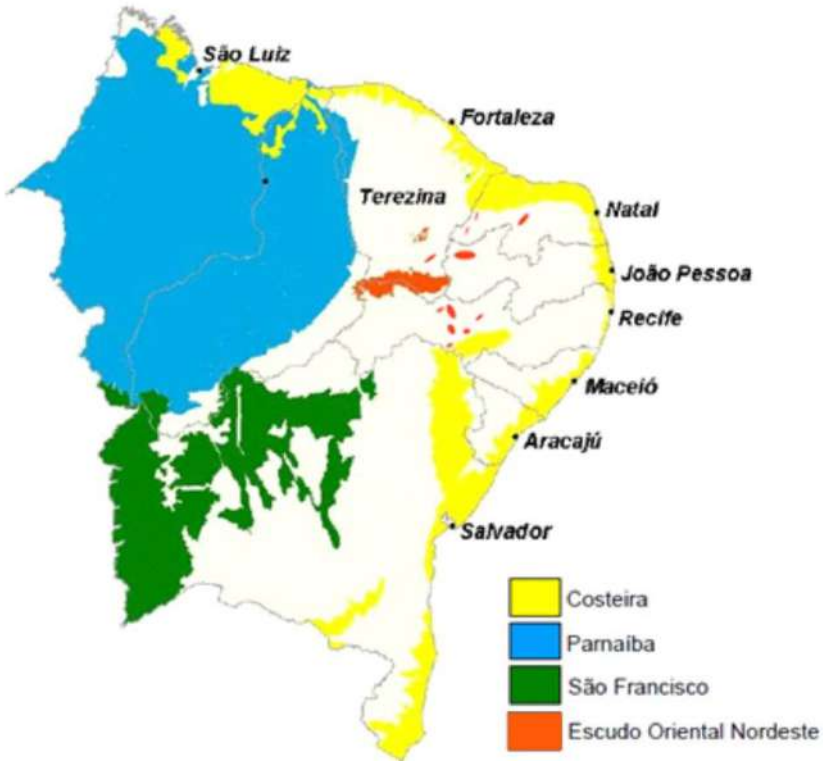


Fonte: Adaptado. Brasil. DNPM/CPRM, 1981.

Depois do avanço ocorrido no Brasil no entendimento do conceito de Províncias Hidrogeológicas e na divisão do território brasileiro, a CPRM publica em 2004 o Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, trazendo o conceito de domínio hidrogeológico como uma unidade cujas características litológicas foram o fator mais relevante na definição do comportamento das águas subterrâneas. Tal trabalho traz informações mais atualizadas sobre os aquíferos, porém, no tocante ao mapa de Domínios Hidrogeológicos é notável a semelhança com o traçado das linhas gerais quando comparado com o mapa de Províncias Hidrogeológicos de Pessoa *et al*., *op. cit*.

De acordo com a classificação de Pessoa *et al*., *op. cit*. quatro províncias hidrogeológicas se estendem na região nordeste, são elas: Costeira, Parnaíba, São Francisco e Escudo Oriental Nordeste (Subprovíncia) (Figura 36).

Figura 36 – Províncias Hidrogeológicas do Nordeste



Fonte: Adaptado Feitosa et al, 2004

A Subprovíncia Escudo Oriental Nordeste representa um subdivisão que junto com a Subprovíncia Escudo Oriental Sudeste compõe a Províncias Escudo Oriental. De maneira mais genérica é composto por rochas cristalinas de idades arqueanas a proterozóicas; algumas das litologias mais recorrentes são: gnaisses, xistos, migmatitos, granitos, quartizitos. A compreensão dos regimes tectônicos que estruturaram tais rochas é de grande importância porque o aquífero é representado pelas diversas famílias de fraturas conectadas. A província aqui referida apresenta um baixo potencial hídrico explorável, o trabalho da Feitosa *et al,* (2008) o classifica como fraco. As razões para o baixo potencial hidrogeológico se relacionam com as condições deficientes de circulação das águas subterrâneas e com as baixas taxas de precipitações anuais, que muitas vezes levam à períodos de secas típicos do semiárido. Tal contexto também propicia a alta salinidade dessas águas. Os índices de Sólidos Totais Dissolvidos indicam a não potabilidade dessas águas, variando entre

1.000 e 35.000 mg/L e as vazões tem médias entre 1 e 3 m³/h. Desde que as locações de poços sejam criteriosamente feitas a probabilidades de construção de poços com maiores vazões e com uma melhor qualidade podem aumentar, atendendo necessidades do uso doméstico e de abastecimento de pequenas comunidades. Deve-se enfatizar que no interior da Subprovíncia Escudo Oriental Nordeste situam-se bacias sedimentares com maior potencial hidrogeológico, um exemplo é a Bacia do Araripe que tem uma extensão de 11.000 Km^2, com poços de vazões da faixa de 5 a 150 m^3/h para profundidade de 50 a 300 m (Feitosa *et al,* (2008); Águas Subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido, 2007).

A Província Costeira é representada por uma faixa estreita e descontínua cujo início se situa no Amapá e sua extensão chega no Rio Grande do Sul. Em alguns trechos ocorrem penetrações para o interior, as bacias Potiguar e Recôncavo-Tucano-Jatobá são exemplos. Os aquíferos mais bem aproveitados devido à demanda e também à maior potencialidade hídrica são os Aluviões, Sedimentos flúvio-marinhos e eólicos e Barreiras que apresentam sedimentos clásticos inconsolidados e de idade cenozóica. A província aqui referida dispõe de nove divisões em subprovíncias, que são: Amapá; Barreirinhas e São Luis; Piauí/Ceará; Potiguar; Rio Grande do Norte/Paraíba/Pernambuco; Alagoas/Sergipe; Recôncavo-Tucano-Jatobá/Chapada do Araripe; Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia; Rio Grande do Sul (Feitosa *et al*., *op. cit*.).

O Aquífero Barreiras ocupa o maior espaço da Província Costeira se estendendo em diversas subprovíncias, que abastecem Belém, Recife, São Luiz, Fortaleza e Natal; em Maceió, por exemplo, corresponde a 80% do abastecimento público. Em meados dos anos 90, no Rio Grande do Norte, um projeto de abastecimento de água principalmente para capital, Natal, foi desenvolvido pela Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte construindo aproximadamente 366 poços, dos quais mais da metade encontram-se nos sedimentos do Barreiras. Tal aquífero possui o maior potencial hídrico explorável apresentando alguns resultados médios para um cadastro de 1.880 poços, que são: profundidade 65 m, nível estático 13,8 m, vazão dos poços 8,7 m³/h, capacidade específica 3,16 m³/h/m (Feitosa *et al*., *op. cit*.).

Na cidade de Mossoró, no Rio Grande do Norte, o aquífero Açu, de caráter confinado, possui grande importância. Até 2008, quando foi construída a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, a cidade de Mossoró era exclusivamente abastecida por uma bateria de poços que captavam este aquífero. Ainda em Mossoró, na região da Maisa, foi constatado um rebaixamento dos níveis dinâmicos em poços devido à intensa extração de água (Feitosa *et al*., *op. cit*.).

Os aquíferos formados por sedimentos equivalentes aos sedimentos do Barreiras tem grande importância nos estados do Maranhão, Pará e Amapá. Trata-se do aquífero das Formação Alter do Chão, que se dispõe ao longo de toda a faixa litorânea na região metropolitana de Belém e Marajá. Nesta região os poços têm profundidade média de 150 metros com vazões de dezenas de m^3/h, geralmente com valores de pH, quase sempre, inferiores a seis (Feitosa *et al*., *op. cit*.).

No Estado da Bahia, área geologicamente correspondente à Bacia Recôncavo-Tucano, o potencial hidrogeológico é atribuído à Formação São Sebastião, Grupo Ilhas e Formação Sergi. A Formação São Sebastião possui as melhores características para exploração de água, destaca-se dela: as grandes vazões que alcançam 200 m^3/h; sua grande espessura saturada, que pode chegar à 3.000 metros e sua excelente qualidade química até cerca dos 900 metros de profundidade. O Grupo Ilhas possui espessuras que vão de 600 até 1.500 metros e pelos 800 metros as águas tem melhor qualidade química. Na porção centro ocidental da bacia sedimentar o Grupo Ilhas aflora e o aquífero apresenta surgências. O aquífero dos sedimentos da Formação Sergi aflora e é livre em parte da bacia, em faixas alongadas na direção Norte-Sul. Suas espessuras não são grandes variando entre 100 e 400 m. Na Bacia de Jatobá as formações com importância hidrogeológica são as Inajá e Tacaratu. O Aquífero Tacaratu possui o maio potencial hídrico com vazões entre 5 a 30 m^3/h e profundidades entre 50 e 250 m (Feitosa *et al,* 2008).

Os sedimentos clásticos de granulometria média a grossa apresentam grandes contribuições na exploração de águas subterrâneas, mas se restringem a algumas subprovíncias (Feitosa *et al*., *op. cit*.).

A Província Parnaíba apresenta equivalência com a Bacia Sedimentar do Parnaíba. Pode-se destacar nessa bacia a sua forma circular e os mergulhos das camadas geológicas dirigidas para o interior da bacia. Em termos estruturais três feições são proeminentes e tem influência na morfologia do relevo, são as seguintes: Zona de Falha Transbrasiliana, Lineamentos Picos-Santa Inês e Marajó-Parnaíba, dessas, a primeira se sobressai atravessando toda sua porção nordeste e sul-sudeste. Uma característica distintiva foram os eventos de magmatismo associados às zonas de falhas reativadas durante a abertura do Oceano Atlântico. A totalidade da área da bacia é de aproximadamente de 600.000 km^2, destes 90% recaem no Estado do Piauí, que por sua vez vem usufruindo do potencial hidrogeológico desta bacia para a suprir suas necessidades. O abastecimento público, propriedades particulares e industriais vem utilizando o manancial subterrâneo. Um exemplo de trabalhos realizados nos aquíferos das formações Cabeças e Serra Grande foi o de Feitosa (1990) no Vale do Gurguéia, sul do Estado do Piauí. Nesta pesquisa, a partir da análise da bateria de poços foi sugerida uma descarga global e sustentável de 3.577 m^3/h para irrigar uma área de 8,5 km^2. No Estado do Maranhão onde também aflora a Bacia do Parnaíba o problema com relação ao aproveitamento das águas subterrâneas é a grande profundidade dos sistemas aquíferos que pode atingir 2 quilômetros em decorrência da topografia da região. Neste contexto as perfurações de poços acabam ocorrendo nos aquíferos de menor potencial hidrogeológico, como Corda-Motuca e Itapecuru que são menos profundos (100 a 400 metros) e produzem descargas que giram em torno de 20 m^3/h (Feitosa *et al, op. cit*).

As unidades geológicas possuem características de rochas ora permeáveis ora impermeáveis e a alternância dessas origina aquíferos livre, confinados e surgentes. Os aquíferos com menor importância hídrica são os das formações Motuca, Corda e Itapecuru. Os aquíferos Cabeças, Serra Grande e Poti-Piauí possuem de maneira geral águas com boa qualidade e grande relevância hidrogeológica. As vazões dos poços que captam os aquíferos Cabeças e Serra Grande podem chegar a centenas de m^3/h e as profundidades dos poços costumas ir de 400 a 700 metros, respectivamente (Feitosa *et al*., 2008).

A Província São Francisco é representado por aquíferos fraturados cársticos, as litologias mais recorrentes são: quartzitos, metagrauvacas, metaconglomerados, calcários e dolomitos. Os processos de dissolução são frequentes, por se tratarem de rochas carbonáticas. Os melhores aquíferos se associam aos materias porosas do manto de intemperismo. Os poço podem produzir vazões de dezenas de m^3/h e geralmente alcançam uma profundidade de 60 a 200 metros. Os sistemas aquíferos mais importantes são o Bambuí e o Urucuia. Os aquíferos menos expressivos são: Salitre, Jacaré, Uruçuí, Mata da Corda e Paranoá. Pode-se ainda acrescentar os sedimentos aluviais e colúvio-aluviais que podem ser aproveitados na exploração de águas, estes são compostos por arenitos, limos, areias e cascalhos (Feitosa *et al*., *op. cit*.).

Sistema Aquífero Bambuí é representado pelo Grupo Bambuí, Grupo Una e Formação Caatinga que são constituídos por metassedimentos, em sua maioria de natureza carbonática. Geograficamente se estende pelo Estado da Bahia na região da Chapada de Irecê. As zonas mais promissoras para a exploração do referido aquífero são aquelas que possuem fácies sedimentares com estratificações e que foram submetidos à fraturamentos e dobramentos (Pessoa *et al*., 1980). A principal necessidade de água na região é para projetos de irrigação e abastecimento de localidades, somam-se mais de 2.000 poços tubulares construídos para atender tal demanda (Feitosa *et al*., *op. cit*.).

Outro importante sistema aquífero é a Formação Urucuia que se estende nos Estados da Bahia e Goiás, nessa região as formas do relevo são tabuleiros elevados. Tal sistema aquífero tem ligação com as águas do São Francisco e regulam seu escoamento. É constituído por sedimentos mesozóicos que podem ter espessuras de até 1.500 metros; as litologias mais frequentes são arenitos muito finos a médios, com intercalações de conglomerados, folhelhos e siltitos. A exploração desse aquífero vem impulsionando a agroindústria. A vazão dos poços menos profundos é de até 60 m^3/h, enquanto os mais profundos chegam em 600 m^3/h (Feitosa *et al*., *op. cit*.; Águas Subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido., *op. cit*.).

12.1 HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ

O tipo de aquífero recorrente na Bacia Sedimentar do Jatobá é o intersticial, constituído por sedimentos granulares consolidados ou inconsolidados dotado de interstícios, poros, como também são chamados. Aquíferos fissurais também podem ocorrer no entorno da bacia sedimentar e em pontos isolados onde o embasamento aflora em meio as unidades sedimentares, geralmente em *Horsts*, como o da Serra Manari. Nesses aquíferos o reservatório e o fluxo da água se dá pelas descontinuidades das rochas que compõem o embasamento cristalino, uma vez que tais litotipos possuem baixa permeabilidade. Tais sistemas perdem a importância diante do potencial hidrogeológico das formações sedimentares (Leite *et al,*. 2001).

Ao longo do tempo a Bacia Sedimentar do Jatobá foi alvo de pesquisas que visavam entender o comportamento de suas sequências sedimentares com relação a sua capacidade de fornecer água para diversos fins, sendo os mais comuns o abastecimento humano e os sistemas de irrigação. Desse modo, o pacote sedimentar foi agrupado em sistemas que apresentavam características hidrogeológicas semelhantes. Merecem destaque a classificação de Melo (1980), Leite *et al*., (2001) e a mais recente de Costa Filho *et al*., (2005). O Quadro comparativo abaixo exibe essas proposições.

Tabela 2 – Quadro comparativo entre os principais agrupamentos do pacote sedimentar da Bacia de Jatobá de acordo com suas características hidrogeológicas.

Melo (1980)	**Leite *et al*., (2001)**	**UFPE/CPRM/FINEP (2008)**
Sistema Aluvião	**Sistema Aluvial**	**Aquífero aluvial**
Sistema Eluvião	**Sistema Coberturas Cenozóicas**	**Aquífero coberturas recentes**
Sistema Marizal	**Sistema Marizal/Santana/Exu**	**Sistema Santana/Exu**
Sistema Aliança/Candeias/Inajá/Grupo Ilhas	**Sistema Aliança/Sergi/Candeias/Ilhas**	**Sistema Marizal/São Sebastião/Ilhas**
Sistema Tacaratu	**Sistema São Sebastião**	**Sistema Candeias/Sergi/Aliança**
Sistema Inajá/Tacaratu	**Sistema Inajá/Tacaratu**	**Sistema Tacaratú/Inajá**

Fonte: o autor, 2017

Aqui será seguida a classificação proposta por UFPE/CPRM/FINEP (2008), que subdivide a Bacia do Jatobá nos seguintes grupos: Aquífero aluvial, Aquífero coberturas recentes, Sistema Aquífero Santana/Exu, Sistema Aquífero Marizal/São Sebastião/Ilhas, Sistema Aquífero Candeias/Sergi/Aliança, Sistema Aquífero Tacaratú/Inajá.

O Aquífero Aluvial ocorre ao longo das principais drenagens e é constituído por materiais areno-argilosos e sílticos. As recargas se processam nos períodos de cheias dos rios ou pela água das chuvas. A qualidade das águas armazenadas nesses aquíferos é má devido a elevada salinidade, que decorre das altas taxas de evapotranspiração e as desfavoráveis condições de circulação e recarga nesses sedimentos. O aquífero aluvial de maior expressividade é o do Rio Moxotó que se estende desde a cidade de Ibimirim até a região do Sítio Varas a oeste do povoado de Moxotó, numa extensão de 25 km. Ao longo desta drenagem é constatada uma largura aflorante de 2 a 3 km e uma espessura média de 10 m. A principal utilização desse aquífero é atender a demanda do perímetro irrigado do Moxotó (Leite *et al*., 2001; UFPE/CPRM/FINEP, 2008; Melo, 1980).

O Aquífero Coberturas recentes, também conhecido por depósitos colúvio-eluviais são constituídos por sedimentos inconsolidados de granulometria arenosa e argilosa, as vezes conglomerática, de coloração avermelhada e esbranquiçada. A origem desse recobrimento sedimentar é o intemperismo das unidades geológicas, sejam sedimentares ou cristalinas. Se estendem de forma irregular por toda a bacia mas tendem a se concentrar nos platôs e chapadas. A espessura desses depósitos é variável e dificilmente ultrapassará 12 metros. Devido as pequenas espessuras e à irregularidade na distribuição dessa cobertura não é viável seu aproveitamento na captação de águas subterrâneas. A relevância desses depósitos está na elevada porosidade que propicia à infiltração das precipitações pluviométricas que nele caem ocasionando a recarga dos aquíferos sotopostos, desde que esses não sejam confinados. A elevada porosidade diminui o *run-off* e potencializa as infiltrações (Leite *et al*., *op. cit*.; UFPE/CPRM/FINEP., *op. cit*.; Melo, *op. cit*.).

O Sistema Aquífero Santana/Exu não apresenta relevância no contexto hidrogeológico da Bacia do Jatobá, pois sua área de ocorrência é muito restrita, limitando-se as serras Negra e da Periquita. Estima-se que sua espessura não deve ser maior do que 200 metros (UFPE/CPRM/FINEP., *op. cit*.).

Sistema Aquífero Marizal/São Sebastião/Ilhas é composto por intercalações entre siltitos, argilitos, folhelhos e calcários que representa a Formação Marizal e o Grupo Ilhas, apenas a Formação São Sebastião reúne sedimentos com características que indicam melhores possibilidades para o aproveitamento hidrogeológico, que ainda assim são baixas. Tais unidades conferem ao sistema aquífero uma espessura de cerca de 1.500 metros. Se estende desde Ibimirim até Petrolândia correspondendo a uma área de ocorrência de 50% da bacia sedimentar. Quatro poços perfurados na Formação São Sebastião exemplificam bem suas condições para o aproveitamento de suas águas, algumas dessas condições são: vazões especificas em uma média de 0,28 $m^3/h/m$, coeficiente de transmissividade médio do aquífero de $6{,}3.10^{-5}$ m^2/s e condutividade hidráulica do aquífero de 3.10^{-7} m/s. De maneira semelhante cinco poços perfurados com uma profundidade média de 220 metros confirmam a má potencialidade hídrica no aquífero Ilhas. Obteve-se desses poços vazão específica média de 0,09 $m^3/h/m$, coeficiente de transmissividade médio do aquífero de 2.10^{-5} m^2/s e a condutividade hidráulica de 7.10^{-8} m/s (UFPE/CPRM/FINEP, 2008).

As unidades Candeias/Sergi/Aliança são apresentadas pelo projeto UFPE/CPRM/FINEP, *op. cit*. como um sistema aquífero, porém essa nomenclatura deve ser vista com reserva pois as unidades Candeias e Aliança são essencialmente argilosas e a Formação Sergi que é a única que apresenta litologias arenosas que podem propiciar a exploração por meio de poços. O termo sistema aquífero deveria implicar em mais de uma unidade com potencial para a exploração de água, como o Sistema Aquífero Tacaratu-Inajá, por exemplo.

O Sistema Aquífero Tacaratú/Inajá é o de maior importância hidrogeológica de toda Bacia do Jatobá se apresentando comumente como um sistema único ou em áreas de afloramento da Formação Tacaratu como um aquífero livre. As

pesquisas desenvolvidas no âmbito do projeto UFPE/CPRM/FINEP (2008) identificaram duas situações distintas. A primeira são poços captando somente água do Aquífero Tacaratú e a segunda são poços penetrando tanto no Aquífero Inajá como no Tacaratú.

Na primeira situação foram obtidos os seguintes valores: transmissividade variando desde $1{,}52.10^{-6}$ até $5{,}58.10^{-3}$, condutividade hidráulica média da ordem de $7{,}9.10^{-5}$ m/s, coeficiente de armazenamento médio de $1{,}7.10^{-4}$, vazões entre 0,7 até 25 m^3/h e vazões específicas entre 0,024 a 7,3 m^3/h/m. Na segunda situação foram obtidos os seguintes valores: transmissividade variando desde $1{,}4.10^{-6}$ a $1{,}6.10^{-3}$ m^2/s, condutividade hidráulica média da ordem de 3.10^{-6} m/s, coeficiente de armazenamento médio de $3{,}9.10^{-4}$, vazões entre 5 e 120 m^3/h m^3/h e vazões específicas entre 0,14 e 6,9 m^3/h/m. O projeto UFPE/CPRM/FINEP *op. cit*. conclui que a grande variação das características entre as duas situações apresentadas decorre das estruturas geológicas existentes e recomenda estudos utilizando métodos geofísicos para que essas questões possam ser esclarecidas.

13 HIDROGEOLOGIA LOCAL

A área delimitada no presente estudo está inserida hidrogeologicamente no sistema aquífero Tacaratu/Inajá, inclusive nas áreas que afloram a Formação Aliança e os depósitos colúvio-eluviais. Estes últimos recobrem grade extensão da região, mas não tem importância no armazenamento e possível aproveitamento de água. Os rios que cortam a área pesquisada encontram-se secos e em suas aluviões não foi encontrado nenhum afloramento do freático, com exceção de um caso no extremo sudeste da área, que será tratado em um tópico específico.

13.1 CADASTRAMENTO DE PONTOS DE ÁGUA

O cadastramento de todos os pontos de água possíveis é de primordial importância pois a partir dos mesmos são obtidas informações fundamentais para a caracterização hidrogeológica. O inventário do presente trabalho é composto por poços tubulares, cacimbas e afloramentos do freático em aluviões.

O ponto de partida do inventário de pontos de água foi o levantamento dos poços do projeto Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Jatobá: Sistema Aquífero Tacaratu/Inajá – CPRM 2008, no Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS e na Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas – RIMAS, ambos da CPRM. Foram levantados 73 poços tubulares do SIAGAS, 40 poços tubulares no projeto Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Jatobá e 1 poço do RIMAS que auxiliou nas interpretações do presente trabalho, embora se situe 1 Km a norte fora da área delimitada.

No decorrer das atividades de campo foram localizados 39 dos poços cadastrados no SIAGAS e 23 dos poços cadastrados no projeto Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Jatobá. Foram cadastrados 60 novos poços, que até então não constavam em nenhum inventário.

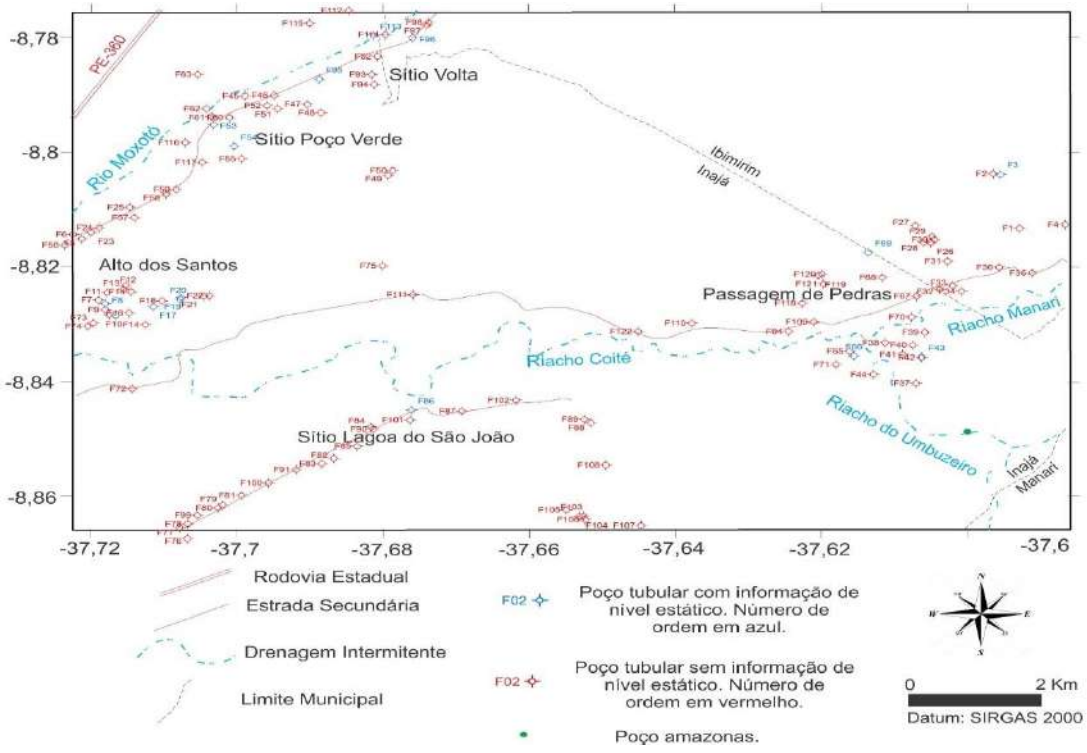
A totalidade dos poços tubulares encontrados e registrados dentro da área delimitada neste trabalho é de 122 e 1 poço amazonas. Destes poços tubulares 117 são de propriedade privada, geralmente usados na agricultura, 2 são do

domínio público e 3 pertencem a uma ONG que desenvolve trabalhos sociais na região. Dos 122 poços catalogados apenas 15 estavam sem bomba submersa e possibilitaram a medição no nível estático (Figura 37).

Foram visitados todos os poços dentro da área trabalhada aproveitando os acessos existentes e muitas vezes fazendo incursões a pé. As áreas que não possuem poços são dominadas pela caatinga não havendo habitações ou propriedades voltadas para cultivo, inclusive os acessos são de péssima qualidade. Vide na figura 37 que a maior concentração de poços está próxima das vias de acesso.

Em cada ponto de água visitado foi feito o registro da coordenada do poço, informações do proprietário e da localidade, profundidade do poço, profundidade da bomba, potência da bomba, condutividade elétrica da água, pH da água, oxigênio dissolvido da água, temperatura da água, nível dinâmico informado, nível estático medido, quando não havia bomba instalada no poço, vazão informada, quando havia de bomba instalada no poço, vazão medida, que se baseia na medição do tempo para encher um recipiente de volume conhecido.

Figura 37 – Distribuição dos pontos de água cadastrados dentro da área delimitada.



Fonte: o autor, 2017

13.2 BALANÇO HÍDRICO

De uma maneira geral pode-se entender o balanço hídrico como o resultado da quantidade de água que entra e sai de um sistema durante um período tempo. Várias escalas espaciais podem ser consideradas para se contabilizar o balanço hídrico. Em uma escala mais ampla o balanço hídrico é o próprio ciclo hidrológico, que mais do que uma simples sequência de processos, constitui-se de um conjunto de fases, as quais representam os diferentes caminhos através dos quais a água circula na natureza (Lima, 2008). Na presente pesquisa, dentro da área delimitada, o cálculo do balanço hídrico foi realizado considerando a equação abaixo para as entradas e saídas de água no sistema.

$$P + RU = ETR + EX \qquad (1)$$

Sendo:

P = Precipitação pluviométrica (mm)

RU = Reserva de água no solo

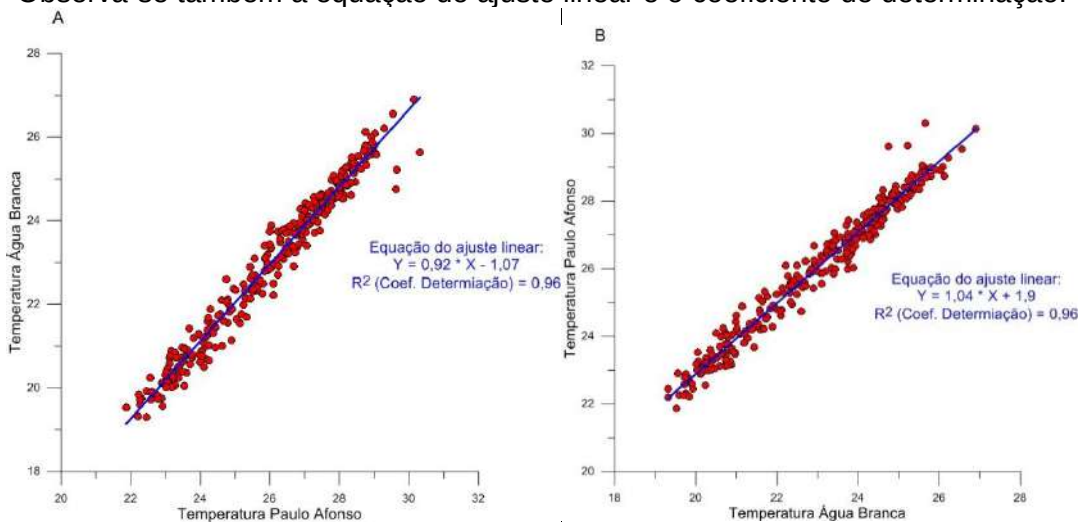
ETR = Evapotranspiração real (mm)

EX = Excedente hídrico, que por sua vez corresponde à soma de I (Infiltração) mais R (Escoamento Superficial)

Para os cálculos do balanço hídrico foram consideradas as chuvas e temperaturas mensais ocorridas de novembro de 1962 até maio de 2017, totalizando 54 anos e 9 meses. As temperaturas foram obtidas através das estações meteorológicasdo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizadas nas cidades de Paulo Afonso e Água Branca, nos estados da Bahia e Alagoas respectivamente. Ambas as séries históricas apresentavam lacunas, porém tal impasse foi solucionado através da construção dos gráficos de correlação das temperaturas de Água Branca x Paulo Afonso e vice-versa. Esses gráficos podem ser observados abaixo, nas figuras 38; nota-se que o coeficiente de determinação é alto indicando a alta qualidade do ajuste de uma linha de regressão. Desta forma, para o preenchimento dos meses sem registro na série histórica de Água Branca foi utilizada a equação do ajuste do gráfico das temperaturas de Água Branca x Paulo Afonso substituindo a variável

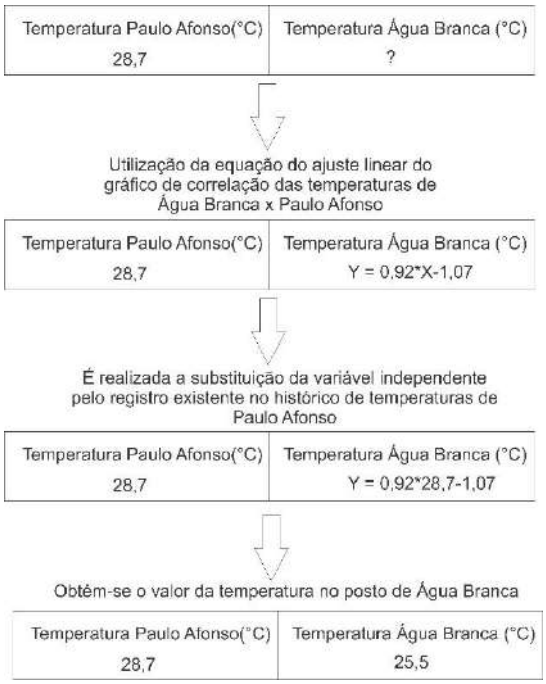
independente pelo registro existente no histórico de temperaturas de Paulo Afonso, conforme é exemplificado na ilustração da figura 39. O processo análogo foi realizado para o preenchimento das lacunas de temperaturas na série de Paulo Afonso. Quando o mesmo mês se apresentava sem registros das duas estações metereológicas a lacuna foi preenchida com a média aritmética daquele mês para cada uma de suas estações. Tendo sido preenchido todos os meses sem informações de temperatura das estações de Paulo Afonso e Água Branca foi calculada a média aritmética resultando nas temperaturas mensais usadas no balanço hídrico.

Figura 38 – A. Gráfico de correlação das temperaturas de Água Branca x Paulo Afonso. B. Gráfico de correlação das temperaturas de Paulo Afonso x Água Branca. Observa-se também a equação do ajuste linear e o coeficiente de determinação.



Fonte: o autor, 2017

Figura 39 – Ilustração do cálculo da temperatura utilizando a equação do ajuste linear do gráfico da correlação entre as temperaturas de Água Branca e Paulo Afonso



Fonte: o autor, 2017

Para a obtenção dos valores de precipitação utilizados no cálculo do balanço hídrico foram utilizadas as séries históricas de 5 postos pluviométricos próximos à área delimitada no presente trabalho. Para obtenção desses valores foi utilizado o método do inverso da distância; neste elege-se primeiramente o posto pluviométrico mais próximo da área trabalhada para que todas as suas lacunas de sua série histórica sejam preenchidas, neste caso foi escolhido o posto de Manari. Este método utiliza as precipitações existentes nos demais postos e a distância entre os mesmos e o posto de Manari. A equação abaixo exemplifica a aplicação do método para um determinado mês.

$$P_M = \frac{\frac{P_{In}}{D_{In}} + \frac{P_{It}}{D_{It}} + \frac{P_{Ib}}{D_{Ib}} + \frac{P_{Tu}}{D_{Tu}}}{\frac{1}{D_{In}} + \frac{1}{D_{It}} + \frac{1}{D_{Ib}} + \frac{1}{D_{Tu}}} \quad (2)$$

Onde:

PM= Precipitação calculada para o posto de Manari para um determinado mês

PIn= Precipitação registrada do posto de Inajá em um determinado mês

PIt= Precipitação registrada do posto de Itaíba em um determinado mês

PIb= Precipitação registrada do posto de Ibimirim em um determinado mês

PTu= Precipitação registrada do posto de Tupanatinga em um determinado mês

DIn= Distância entre o posto de Inajá e o de Manari

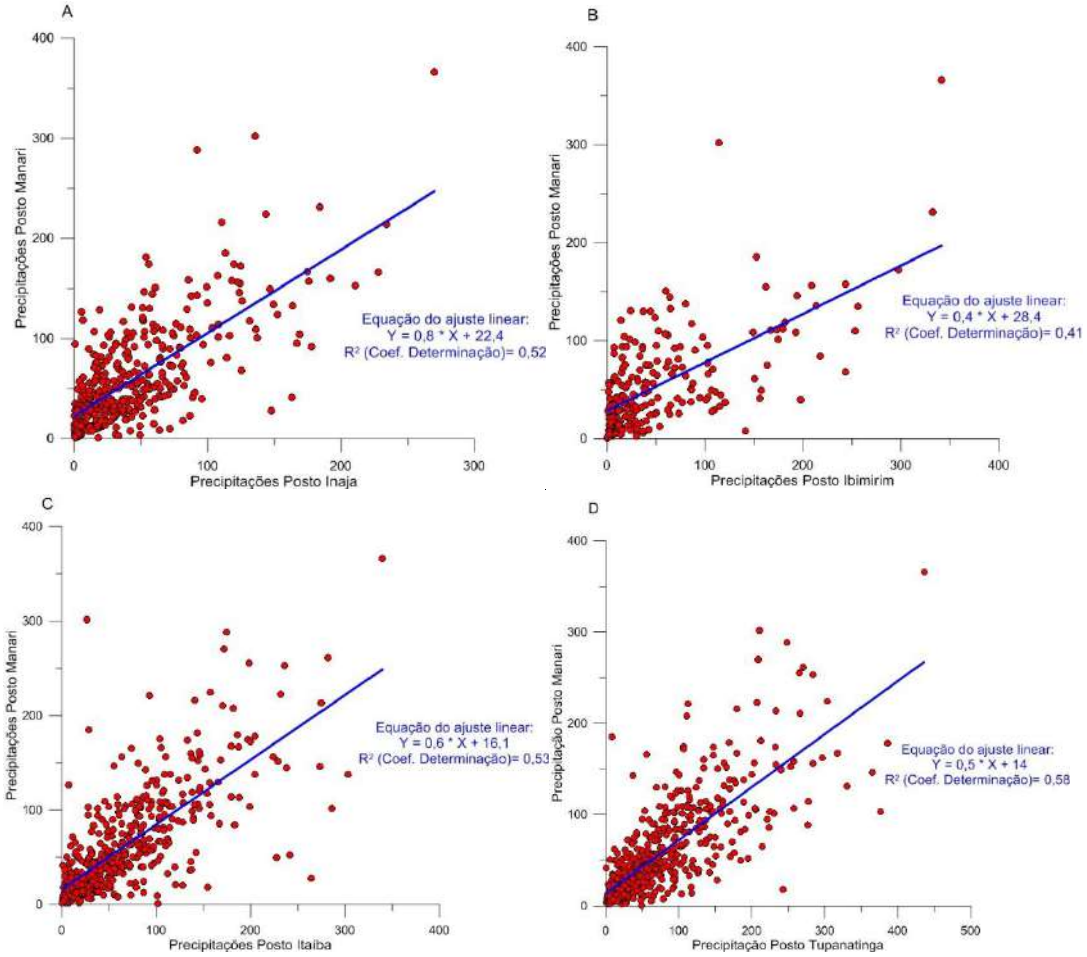
DIt= Distância entre o posto de Itaíba e o de Manari

DIb= Distância entre o posto de Ibimirim e o de Manari

DTu= Distância entre o posto de Tupanatinga e o de Manari

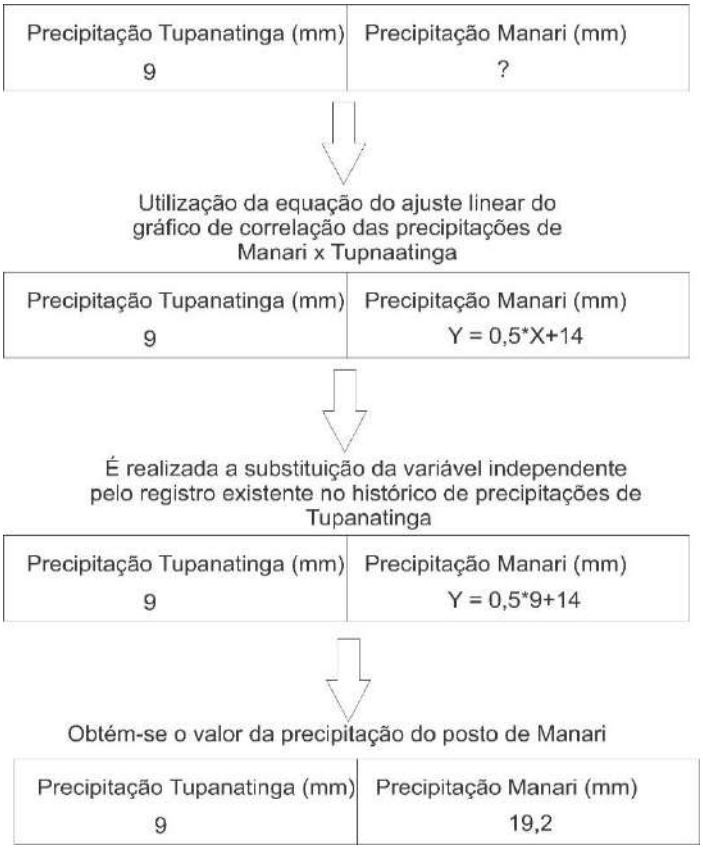
No exemplo acima os quatro postos pluviométricos (Inajá, Itaíba, Ibimirim, Tupanatinga) possuíam o registro da precipitação e para que o método do inverso do quadrado seja aplicado devem haver no mínimo dois postos com essa informação. A única restrição para este método situação é quando apenas um posto apresenta o registro da temperatura, nesta foi utilizada a equação do ajuste linear do gráfico da correlação entre as precipitações no posto de Manari *versus* as precipitações no determinado outro posto, que pode ser o de Inajá, Itaíba, Ibimirim, Tupanatinga. A figura 40 apresenta os gráficos de correlação entre as temperaturas de Manari versus Inajá, Itaíba, Ibimirim, Tupanatinga e suas respectivas equações de ajuste linear e o coeficientes de determinação. A figura 41 ilustra esse processo com uma lacuna preenchida a partir de uma informação do posto de Tupanatinga, tal processo é análogo para os outros postos.

Figura 40 – Gráfico de correlação das Precipitações de (A) Manari x Inajá (B) Manari x Ibimirim (C) Manari x Itaíba (D) Manari x Tupanatinga. Observa-se também a equação do ajuste linear e o coeficiente de determinação.



Fonte: o autor, 2017

Figura 41 – Ilustração do cálculo da temperatura utilizando a equação do ajuste linear do gráfico da correlação das Precipitações de Manari x Tupanatinga.

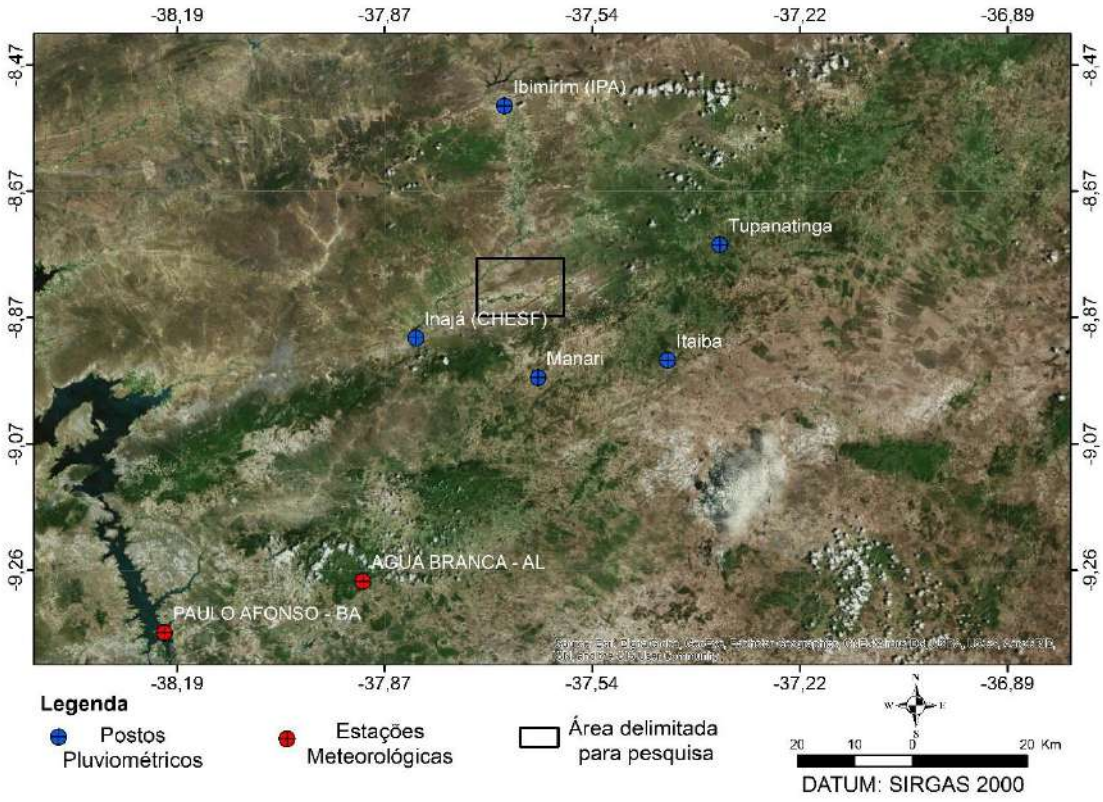


Fonte: o autor, 2017

Em determinados meses não havia registro de precipitações em nenhuma dos quatro postos pluviométricos (Inajá, Itaíba, Ibimirim, Tupanatinga) e para o preenchimento de tal lacuna foi utilizada a média aritmética do determinado mês no posto de Manari.

Na figura 42 é apresentado o mapa com a localização dos postos pluviométrico dos quais foram utilizadas as precipitações e das estações meteorológicas das quais foram usadas as temperaturas para o cálculo do balanço hídrico.

Figura 42 – Mapa exibindo os postos pluviométrico dos quais foram utilizadas as precipitações e das estações meteorológicas das quais foram usadas as temperaturas.



Fonte: o autor, 2017

O Método de Thornthwaite é um método empírico baseado nas temperaturas médias do ar. Apresenta-se como uma boa alternativa nas estimativas da evapotranspiração potencial (ETP) em condições de clima seco. Segundo o método de Thornthwaite a ETP pode ser calculada através da seguinte equação:

$$ETP = F_c \cdot 16 \cdot \left(10 \cdot \frac{T}{\mathrm{I}}\right)^a \qquad (3)$$

Onde:

- F_c é o fator de correção em função da latitude e mês do ano.
- T é a temperatura média mensal (ºC)
- I é o índice térmico de calor anual, correspondente a soma de doze índices mensais:

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T}{5} \right)^{1,514} \quad (4)$$

- a é uma função cúbica desse índice anual de calor (*I*), expresso da seguinte forma:

$$a = 6{,}75x10^{-7}I^3 - 7{,}71x10^{-5}I^2 + 1{,}79x10^{-2}\,I + 0{,}49 \quad (5)$$

Da comparação dos dados da precipitação pluviomátrica (P) e evapotranspiração potencial (ETP) foi possível obter a evapotranspiração real (ETR), como é exibido abaixo:

$$\text{Se } P > ETP \text{ , logo } \quad ETR = ETP$$
$$\text{Se } P < ETP \text{ , logo } \quad ETR = P \quad (6)$$

Segundo Thornthwaite o cálculo do excedente hídrico pode ser realizado da seguinte forma:

A princípio assume-se a completa reserva de água do solo igual a 100 mm (RU=100 mm). O cálculo obedece às seguintes condições:

- Se: $P - ETP + RU \geq 100$ tem-se que RU=100, ETR=ETP e

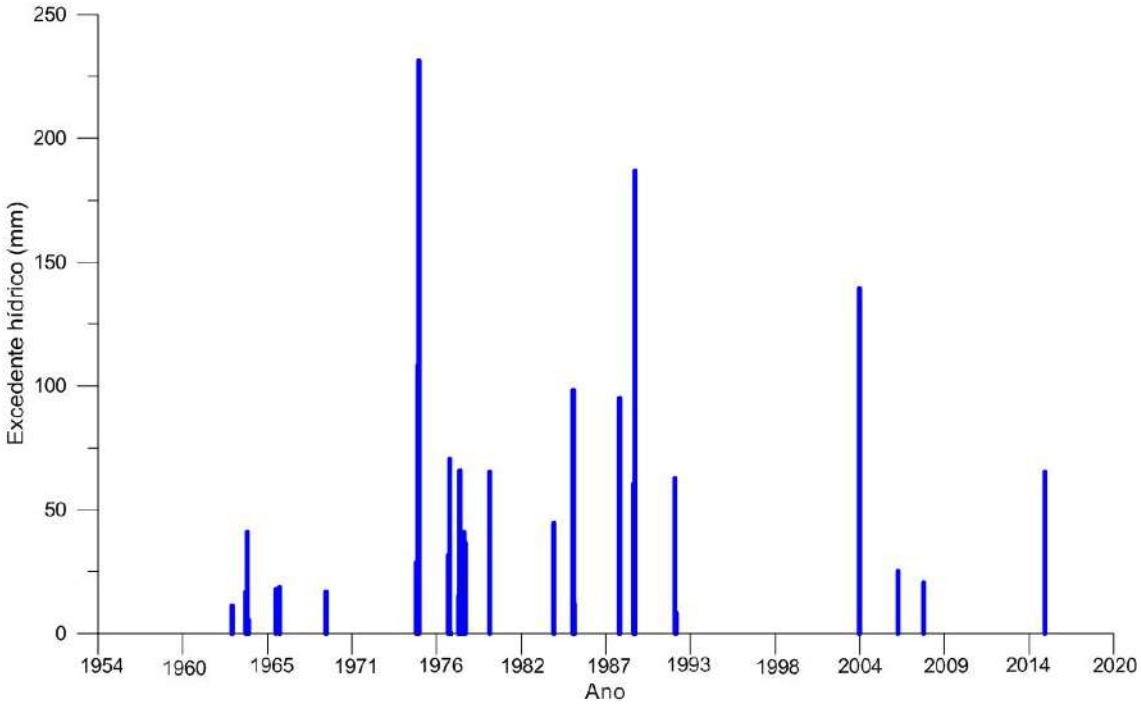
$$EX = (P - ETP + RU) - 100 = P - ETP$$

- SE: $P - ETP + RU > 0$ -> RU= (P-ETP+RU), ETR=P e EX=0

- SE: $P - ETP + RU \leq 0$ -> RU= 0, ETR=P e EX=0

Os resultados dos cálculos de excedente e déficit hídrico foram obtidos em planilhas do EXCEL e especificamente os resultados do excedente hídrico foram plotados em um gráfico ao longo do período estudado (Figura. 43)

Figura 43 – Gráfico dos excedentes hídricos calculados para o período de novembro de 1962 e maio de 2017



Fonte: o autor, 2017

Conforme é exibido no gráfico da figura 43, utilizado o balanço hídrico de Thorntwaite, o excedente hídrico mensal encontrado na área trabalhada varia de 5,6 a 231,4 mm. Considerando os excedentes com valores diferentes de zero foram calculados os principais parâmetros estatísticos, exibidos na tabela abaixo.

Tabela 3 – Principais parâmetros estatísticos dos dados de excedente hídrico.

Parâmetros Estatísticos	N (quantidade de elementos da amostra)	Intervalo de Confiança		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio Padrão
		-95%	95%						
Excedente Hídrico (mm)	30	34,5	72,9	55,5	39	5,6	231,4	2877,1	53,6

Fonte: o autor, 2017

A partir dos valores de excedentes hídricos mensais que totalizaram 30 meses julgou-se pertinente a elaboração de um gráfico de frequência observada. O número de classes foi definido a partir da expressão de Sturges, demonstrada abaixo:

$$Int = \frac{A}{(1 + 3{,}32 log N)} \quad (7)$$

Onde,

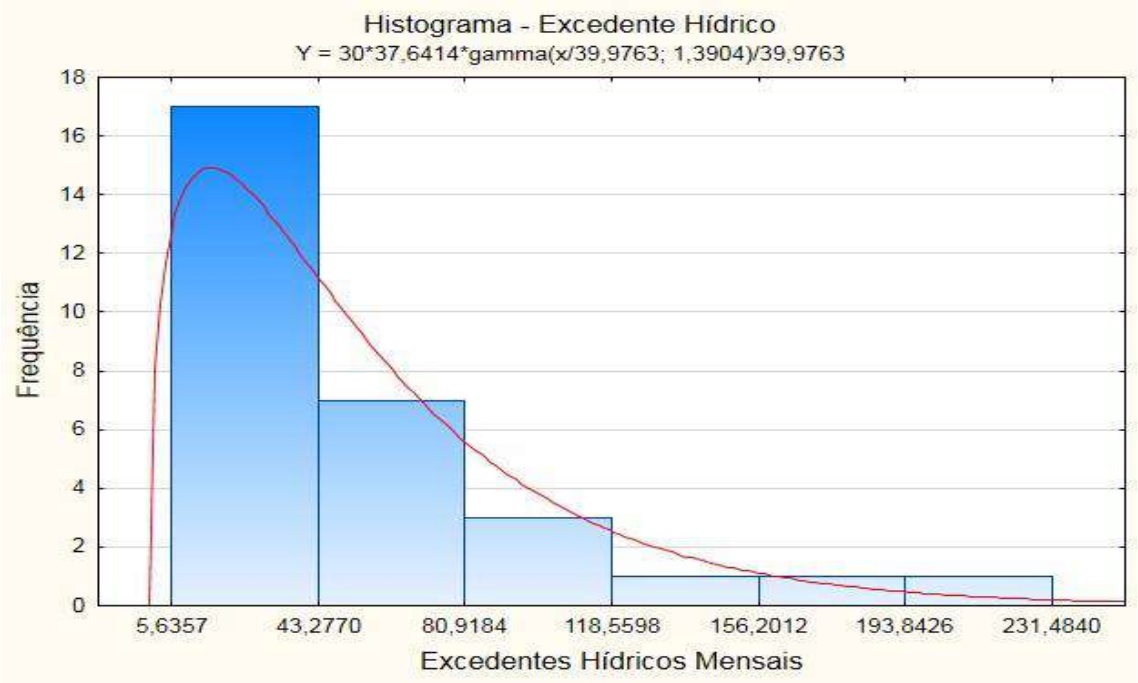
Int é o intervalo

A é a amplitude

N é número de elementos

Em posse do valor do intervalo é possível definir o limite de cada classe somando o menor valor observado com o intervalo e a partir daí deve-se somar o intervalo ao limite superior de cada classe anterior. Dessa forma foi definido o número de 6 classes para a elaboração do gráfico de frequência observada (Figura 44).

Figura 44 – Histograma de excedentes hídricos mensais considerando o período de novembro de 1962 e maio de 2017, aproximado por uma lei de distribuição de probabilidade do tipo Gama.



Fonte: o autor, 2017

A lei que melhor se ajusta ao gráfico da figura 44 é a do tipo gama, que tem por equação: Y = 30*37,6414*gamma(x/39,9763; 1,3904)/39,9763. A probabilidade de ocorrência dos valores de excedente hídrico segundo está lei podem ser observados na tabela abaixo.

Tabela 4 –. Probabilidade do excedente hídrico mensal na área de estudo, segundo o Balanço hídrico de Thorntwaite.

Probabilidade	50%	80%	90%	95%	98%	99%
Excedente Hídrico Mensal (mm)	42,9	17,4	9,8	5,7	2,8	1,7

Fonte: o autor, 2017

Pode-se perceber que os valores de excedente hídrico diminuem com o aumento da probabilidade. Para uma confiabilidade de 50% tem-se um excedente hídrico de 42,9 mm e para probabilidades maiores como de 98% o excedente hídrico seria de 2,8 mm.

No projeto da UFPE/CPRM/FINEP (2008) foi efetuado o cálculo da infiltração na Bacia Sedimentar do Jatobá. Considerou-se que a recarga ocorria nas áreas de afloramento das formações Tacaratu e Inajá mesmo quando essas estavam cobertas pelos depósitos Colúvio-eluviais. A partir do mapa potenciométrico elaborado no contexto deste projeto foi escolhida uma frente de escoamento e calculada a vazão de escoamento natural (VEN) de $3{,}1x10^6$ m^3/ano e considerando a área de afloramento de aproximadamente $1{,}67 \times 10^9$ m^2, a infiltração efetiva seria de 1,856 mm/ano. Deve-se acrescentar que no mesmo contexto desse projeto foi calculada uma infiltração a partir do balanço hídrico da Bacia Sedimentar do Jatobá e seu valor também girou em torno dos 1,8 mm/ano.

13.3 USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Dentro da região trabalhada a principal utilidade da água bombeada dos poços é na irrigação de culturas, que são as mais variadas possíveis, destacando-se a melancia. As propriedades via de regra são de pequeno a médio porte e sua produção abastece os mercados de algumas cidades e

capitais do nordeste. Dos poços pertencentes ao domínio público, um encontra-se no Alto dos Santos e funciona dentro da normalidade e o outro, situado no Coité 2, que encontra-se desativado, devido a problemas com a bomba. O poço situado no Alto dos Santos é utilizado para irrigação de algumas propriedades rurais. Ambos os poços foram perfurados pelo Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA). Deve-se destacar também a atuação de uma ONG que dentro da área trabalhada possui 3 poços em funcionamento que levam água às famílias que vivem em situação de carência e estimulam o cultivo de culturas nas localidades de Baixa 2 e Sítio Quizangas.

13.4 POTENCIOMETRIA

O mapa potenciométrico é representado por várias linhas equipotenciais que são traçadas a partir dos valores de carga hidráulica espacialmente distribuídos em uma determinada área. Também conhecido por mapa de fluxo subterrâneo pois é possível estabelecer a direção do fluxo da água subterrânea do sistema aquífero em questão. A partir da análise do gradiente hidráulico é possível identificar as zonas de maior e menor transmissividade do aquífero. Através do mapa potenciométrico calcula-se a vazão de escoamento natural (VEN), que indica a recarga do aquífero, para isso deve-se ter condições de fluxo natural.

Os valores de carga hidráulica usadas no traçado da potenciometria são obtidos da subtração entre a cota do terreno e o nível estático medido em relação ao terreno em cada poço:

$$h_1=Z_1-NE_1 \quad (8)$$

Sendo:

h_1= carga hidráulica (m)

NE_1 = nível estático (m)

Z_1= cota do terreno (m)

O nível estático foi obtido com uso do medidor de nível. A rigor as cotas do terreno deveriam ser obtidas com o uso de equipamentos caros e que necessitam na sua operacionalização mão de obra especializada, seriam: estação total, GPS de alta precisão. Porém, deve-se levar em consideração o

estudo realizado por Demetrio *et. al.*, (2006), que através de estudo de casos nos quais foram realizados cálculos estatísticos e mapas comparativos conclui-se que as imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) podem fornecer com boa precisão as cotas do terreno necessárias. Tais imagens se adequam bem à trabalhos de escala regional. A principal vantagem dessas imagens é ser de acesso livre e gratuito através do site: *https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/*.

Como relatado anteriormente 15 poços propiciaram a medição no nível estático, por não terem bomba submersa. As informações de nível estático (NE), cota das imagens SRTM e a carga hidráulica, como também as coordenadas são apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 5 – Relação dos poços onde foram obtidas as informações dos níveis estáticos e cálculos das respectivas cargas hidráulicas.

Poços	Latitude	Longitude	UTM E (m)	UTM N (m)	NE (m)	Cota SRTM (m)	h (m)
F3	-8,8039	-37,5958	654437	9026533	36,00	445,913	409,913
F8	-8,8265	-37,7176	641032	9024091	61,43	403,825	342,395
F15	-8,8285	-37,7162	641190	9023866	75,00	408,858	333,858
F17	-8,8270	-37,7111	641748	9024034	77,00	421,997	344,997
F19	-8,8254	-37,7072	642175	9024203	78,00	430,600	352,600
F20	-8,8257	-37,7074	642155	9024169	78,00	428,829	350,829
F43	-8,8358	-37,6065	653250	9023018	16,50	411,762	395,262
F53	-8,7953	-37,7029	642662	9027529	23,50	396,254	372,754
F54	-8,7991	-37,7001	642970	9027112	18,00	371,288	353,288
F66	-8,8356	-37,6158	652228	9023045	22,69	407,771	385,081
F69	-8,8175	-37,6138	652452	9025040	47,00	441,599	394,599
F86	-8,8450	-37,6760	645604	9022025	25,65	399,445	373,795
F95	-8,7874	-37,6885	644250	9028401	34,50	374,000	339,500
F96	-8,7802	-37,6758	645647	9029192	34,24	373,387	339,147
F113	-8,7798	-37,6811	645064	9029238	23,50	371,204	347,704

Fonte: o autor, 2017

A figura 45 apresenta o mapa potenciométrico do sistema Tacaratu/Inajá para a região delimitada no presente trabalho no mês de janeiro de 2017. Antes de qualquer consideração sobre a potenciometria traçada no presente trabalho

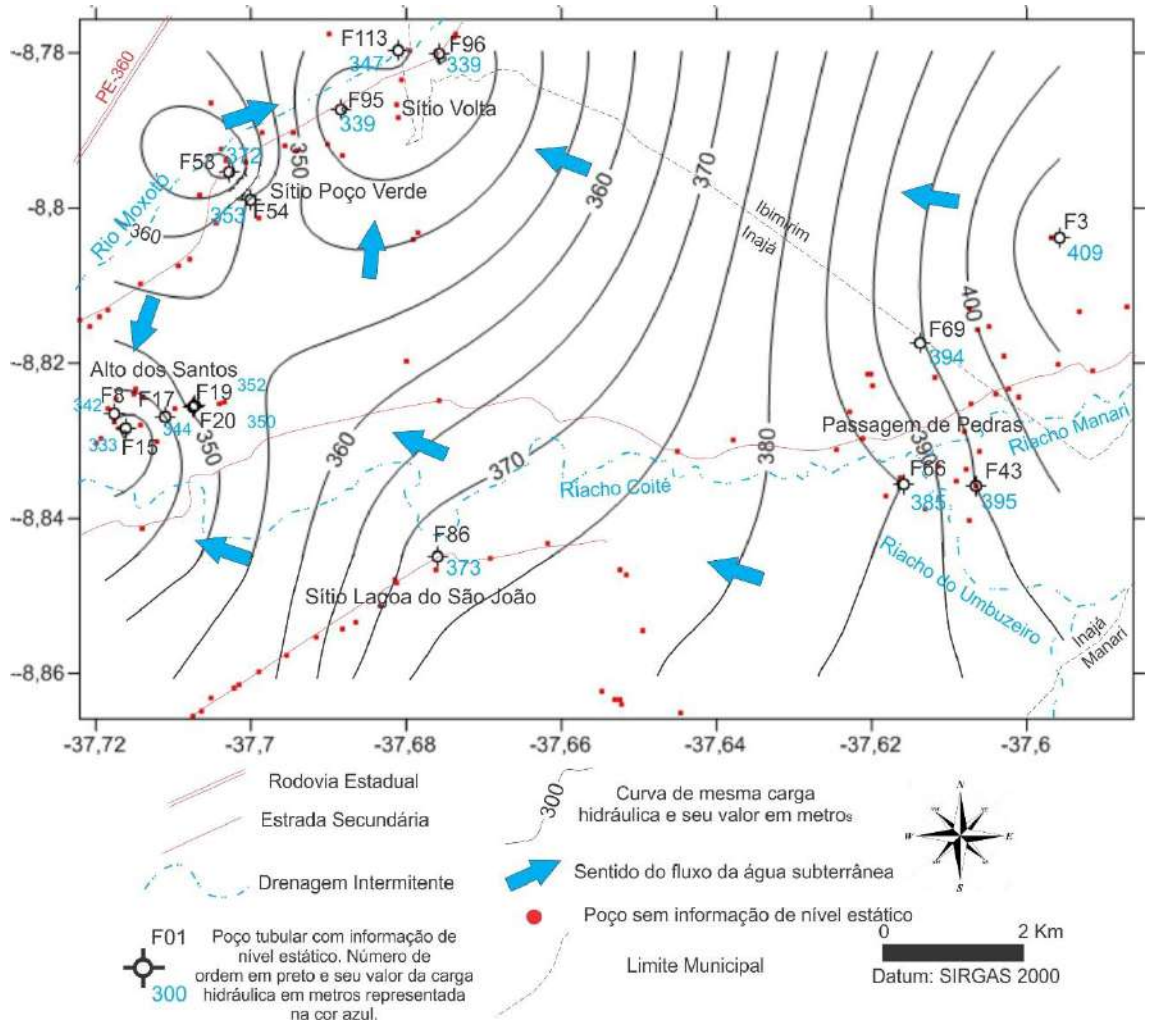
cabe um comentário sobre as medições de nível estático. Embora tais medições tenham ocorrido em poços sem atividade de bombeamento, cujas bombas já tinham sido retiradas ou ainda iriam ser instaladas, deve-se salientar a existência de poços em plena atividade de bombeamento nas proximidades dos mesmos, influenciando os níveis de água de modo a estarem rebaixados.

A partir da análise imediata do mapa da figura 45 percebe-se uma orientação geral de fluxo das águas subterrâneas de leste para oeste com uma discreta tendência para sudoeste.

Os cursos de drenagem que cortam a área de estudo não têm nenhuma relação de influência ou efluência com o sistema aquífero Tacaratu/Inajá, pois a superfície potenciométrica do mesmo está bem abaixo das cotas dos cursos dos rios.

Na área trabalhada defende-se o caráter confinado do sistema aquífero Tacaratu/Inajá. Essa hipótese é apoiada pela existência do perfil litológico do poço do RIMAS, localizado a 1 km da área, que mostra que sedimentos finos dão ao sistema aquífero Tacaratu/Inajá um caráter confinado. Outra evidência é encontrada na geologia local do presente trabalho, onde é descrito em afloramentos da Formação Tacaratu a existência de camadas argilosas sobrepostas às camadas arenosas. Santos (2015) também mapeou na região de Moxotó em subsuperfície camadas de siltitos/argilitos que conferem ao sistema aquífero Tacaratu/Inajá um caráter confinado.

Figura 45 – Mapa potenciométrico do sistema aquífero Tacaratu/Inajá na região de Passagem de Pedras no mês de janeiro de 2017.

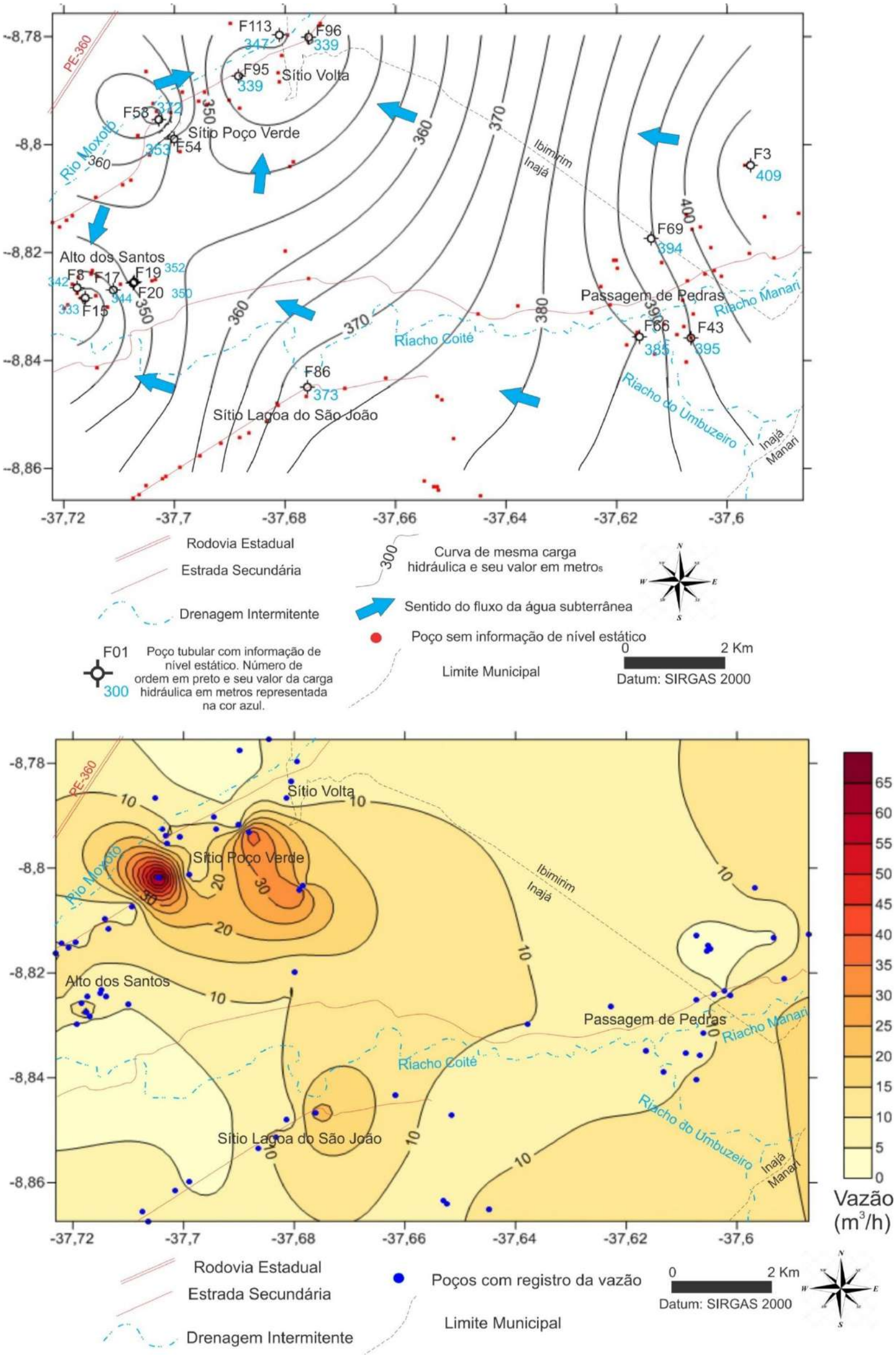


Fonte: o autor, 2017

Chama atenção no mapa potenciométrico a existência de dois cones de rebaixamento, um a oeste da região estudada, na localidade do Alto dos Santos e outro a noroeste na localidade do Sítio Volta. O cone de rebaixamento situado no Alto dos Santos está relacionado com a crescente quantidades de poços que vem sendo instalados e que consequentemente retiram grande volume de água. Nesta localidade chegou-se a registrar a distância de 40 metros entre dois poços recentemente construído. O cone de rebaixamento situado no Sítio Volta, de maneira semelhante ao do Alto dos Santos, também está relacionado com

volumes grandes de água que vem sendo retirados por uma quantidade grande de poços. O mapa de vazões, ilustrado na figura 46 foi elaborado com o intuito de auxiliar nas interpretações do presente trabalho e corrobora essa hipótese. Tal mapa foi elaborado a partir das vazões registradas nos poços visitados. A vazão foi medida pelo método volumétrico, já descrito anteriormente. É bem verdade que, por diversos motivos, não foi possível a realização desse cálculo em todos os poços visitados, sendo dessa forma levada em consideração a vazão informada pelo proprietário. Comparando o mapa potenciométrico com o mapa de vazões constata-se que a sudoeste da região trabalhada, na localidade do Sitio Volta, o cone de rebaixamento coincide com uma região de altos valores de vazão dos poços. A norte do Sítio Volta, já fora da área delimitada no presente estudo, há uma propriedade rural de grande porte, que possui poços bombeando altas vazões para o cultivo de melão. Moradores das proximidades desta grande propriedade relatam quedas nos níveis dinâmicos de seus poços. Por isso acredita-se que a atividade dos poços desta propriedade estão também contribuindo para a formação do cone de rebaixamento constatado no Sítio Volta.

Figura 46 – Ilustração comparando o mapa potenciométrico e o mapa de vazões.



Fonte: o autor, 2017

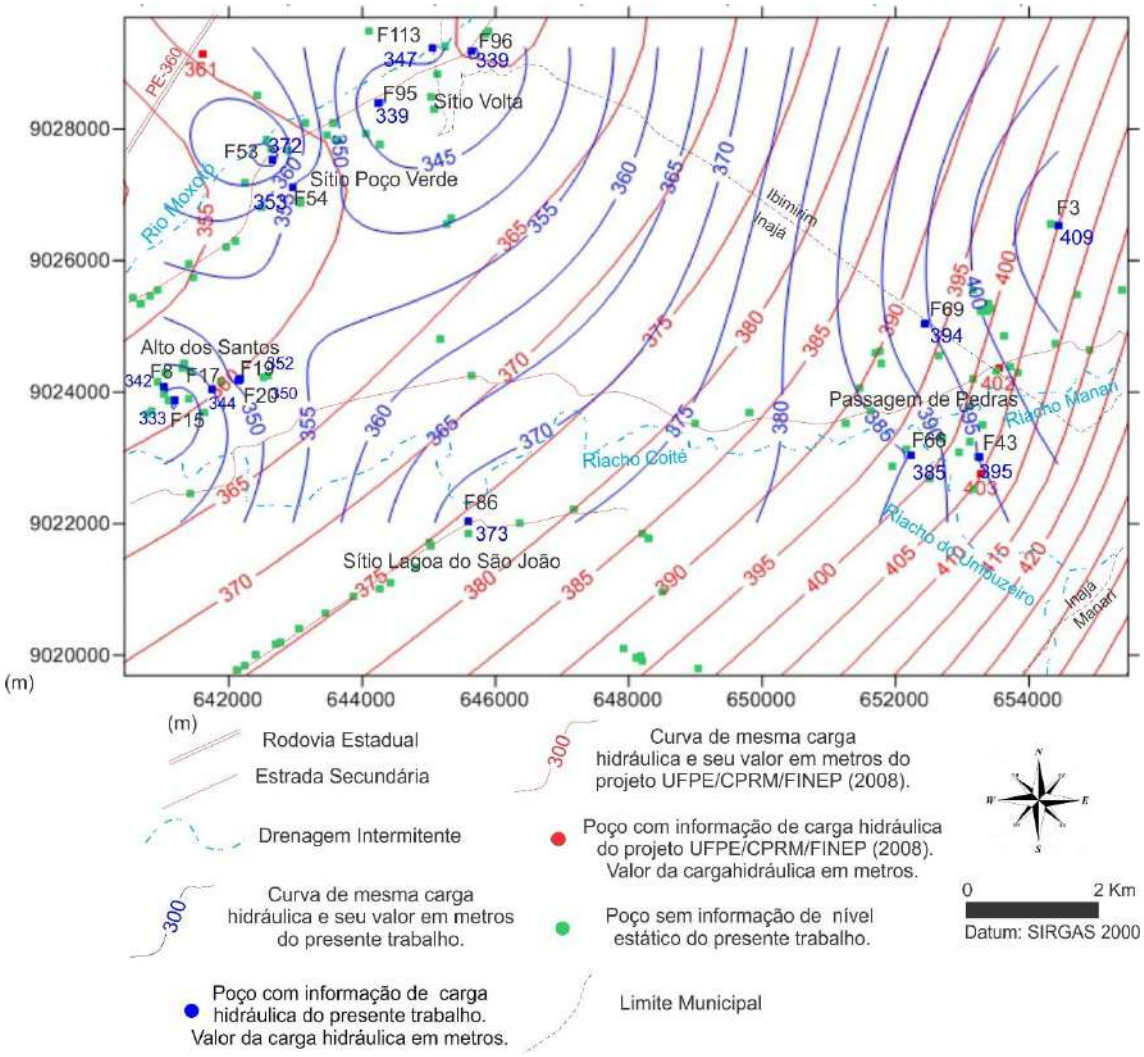
O trabalho da UFPE/CPRM/FINEP (2008) aborda as diversas potenciometrias do sistema aquífero Tacaratu/Inajá na Bacia Sedimentar do Jatobá com o intuito de fazer uma análise comparativa. Os mapas potenciométrico elaborados pela Sudene em 1971, Geraldo Melo em 1980 e do Altas Digital da CPRM publicado em 2005 não demonstraram variações significativas ocasionadas pelos bombeamentos dos poços existentes na região. Por se tratarem de mapas elaborados utilizando uma malha de dados regional algumas perturbações na potenciometria mais localizadas não foram percebidas (UFPE/CPRM/FINEP., *op. cit.)*

O projeto da UFPE/CPRM/FINEP (*op. cit.)* ressalta que durante a realização das atividades de campo foram feitas três campanhas para medições de níveis estáticos, porém só foram elaborados mapas potenciométrico para a primeira e a terceira campanha; a primeira em agosto de 2005 e a terceira em junho de 2006, seus respectivos mapas foram publicados em 2008. Tais mapas não demonstram diferenças significativas. As variações médias de rebaixamento e recuperação entre a primeira e a terceira etapa ficaram em torno dos 10 metros, com exceção da porção sul do mapa onde há indicação de 100 metros de recuperação, porém essa informação deve ser vista com reserva porque só existem duas informações de nível estático nessa região.

O mapa da figura 47 consiste em uma comparação entre a potenciometria do presente trabalho e a apresentada pelo projeto da UFPE/CPRM/FINEP (*op. cit.*), que corresponde à terceira campanha, realizada em junho de 2006. As linhas equipotenciais das duas potenciometrias deixam clara a mesma orientação do fluxo da água subterrânea; de leste para oeste com uma tendência para noroeste. Não há significativas variações entre o mapa atual e o da CPRM. Diferenças tais como os cones de rebaixamento situados no Sítio Volta e Alto dos Santos são constatados no presente trabalho devido a maior quantidade de informações de nível estático. No mapa atual foram consideradas 15 medições de nível estático enquanto o mapa traçado pela UFPE/CPRM/FINEP (*op. cit.*), a partir dos dados de junho de 2006, são registradas apenas 3 medições de nível estático dentro da área da presente pesquisa. Analisando a porção nordeste do mapa da figura 47, nota-se uma recuperação de 5 metros para potenciometria

atual, porém essa informação deve ser vista com reserva devido à escassez de informações de nível estático do levantamento da CPRM nesta região.

Figura 47 – Mapa comparativo entre a potenciometria do presente trabalho e a potenciometria traçada no projeto UFPE/CPRM/FINEP (2008).



Fonte: o autor, 2017

A leste da área trabalhada, na região de Passagem de Pedras, foi feita uma comparação das cargas hidráulicas de 4 poços do presente trabalho com as cargas hidráulicas de 2 poços do projeto da UFPE/CPRM/FINEP (*op. cit.*). Na tabela 6 são apresentadas as informações de carga hidráulica e profundidade desses poços. As distancias entre os poços do projeto da UFPE/CPRM/FINEP (*op. cit.*) e os poços do presente trabalho vão de 300 metros até 2,4 quilômetros.

A média das cargas hidráulicas dos poços do presente trabalho é aproximadamente 7 metros menor que a média dos poços do projeto da UFPE/CPRM/FINEP (*op. cit.*) e a média da profundidade dos poços do presente trabalho é 46 metros maior do que as profundidades do projeto da UFPE/CPRM/FINEP (*op. cit.*). Seria necessária a existência de um maior número de poços com informações de carga hidráulica, principalmente do projeto da UFPE/CPRM/FINEP (*op. cit.*), para que mais hipóteses pudessem ser elaboradas acerca da porção leste da área do presente trabalho.

Qualquer análise ou conclusão mais refinada sobre a região pesquisada implicaria na existência de um número de poços bem distribuídos com informações de cargas hidráulicas ao longo de toda extensão trabalhada, o que não há.

Tabela 6 – Comparação entre as cargas hidráulicas dos poços do presente trabalho com as cargas hidráulicas e do projeto da UFPE/CPRM/FINEP (2008).

Poços Presente Trabalho	Carga Hidráulica (m)	Profundidade (m)
F3	409,913	118
F43	395,262	-
F66	385,081	100
F69	394,599	100
Média	396,2138	106
Poços UFPE/CPRM/FINEP (2008)	Carga Hidráulica (m)	Profundidade (m)
HR-774	402,39	60
P-GPS-178	403,91	-
Média	403,15	60

Fonte: o autor, 2017

14 PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS

Para a obtenção de parâmetros hidrodinâmicos foram pesquisados trabalhos que trouxessem ensaios de bombeamentos para que esses parâmetros pudessem ser calculados, haja vista a não realização destes ensaios durante as atividades que se desenvolveram em campo. Aqui foi feita uma análise mais ampla, considerando poços espalhados por todo a Bacia Sedimentar do Jatobá.

Os trabalhos de Melo (1980), Leite *et al*., (1999),Leite *et al*., (2001), UFPE/CPRM/FINEP (2008) e o Estudo hidrogeológico da bacia sedimentar do Jatobá: relatório final: texto / Secretaria de Recursos Hídricos. - Recife: SRHE, 2010 trazem informações de transmissividades calculadas em poços ao longo da Bacia do Jatobá, deve-se acrescentar que algumas transmissividades não foram consideradas pois as informações brutas referentes aos poços em que foi feito o cálculo desse parâmetros apresentavam alguma incoerência. Alguns poços apresentavam informações de rebaixamento *versus* tempo não interpretadas, com essas foi realizada uma análise e o cálculo da transmissividade. Todas as informações referentes aos poços aqui analisados estão no anexo 2. Totalizaram-se 57 informações de transmissividade utilizadas, conforme a tabale 7. A partir dessas informações foi elaborado um mapa de transmissividade, conforme é mostrado na figura 48. Á área da bacia não se encontra toda representada devido a não existência de poços com essas informações em toda sua extensão. Foi tomado o cuidado de traçar os limites da bacia, explicitando assim as áreas pertencentes ao embasamento cristalino.

Na figura 48 observam-se três localidades, à nordeste do mapa, onde as transmissividade são mais altas, sendo elas as localidades de Brejo São José, Frutuoso e Baixa Funda; nessas regiões há também uma maior densidade de informações que forma algo semelhante à cones com linhas de maiores valores de transmissividades. Essas boas transmissividades se devem às grandes espessuras saturadas atravessadas pelos poços e pela predominância de sedimentos arenosos.

À noroeste do mapa não há poços com informações de transmissividade, e as linhas foram traçadas graças a utilização do software surfer, por isso deve-se

estar atento para essa região pois se houvessem poços com informações de transmissividades o contorno das linhas ganharia uma precisão superior. Há a possibilidade do noroeste ser uma região de altas transmissividade, o que só pode ser confirmado com a construção de poços e ensaios de bombeamentos. Essa hipótese se apoia no mapa geofísico originado de levantamentos gravimétricos realizado pela Petrobras (Costa, I.P, Milhomem, P.S. e Carvalho, M.S.S. -2003). Esses mapas indicam a existência de falhas normais que rebaixam o embasamento cristalino e originam grandes espessuras sedimentares e tais espessuras são diretamente proporcionais às transmissividades, considerando a possibilidade de boas condutividades hidráulicas.

A porção sudoeste do mapa possui menores transmissividades. Essa observação encontra apoio no perfil litológico do poço PT-I que apresenta uma grande quantidade de sedimentos argilosos em sua extensão. A não existência de outros poços com perfil litológico dificulta a análise.

Deve-se acrescentar que o mapa de transmissividade é um reflexo da distribuição de poços onde foi possibilitado o cálculo desse parâmetro, caso houvesse uma distribuição mais uniforme de dados as inferências seriam bem mais precisas. Desta maneira as hipóteses aqui colocadas carecem de mais elementos para sua confirmação.

Tabela 7 – Informações de transmissividade utilizadas na elaboração do mapa da figura 47 – Todas as coordenadas foram compatibilizadas para Sirgas 2000.

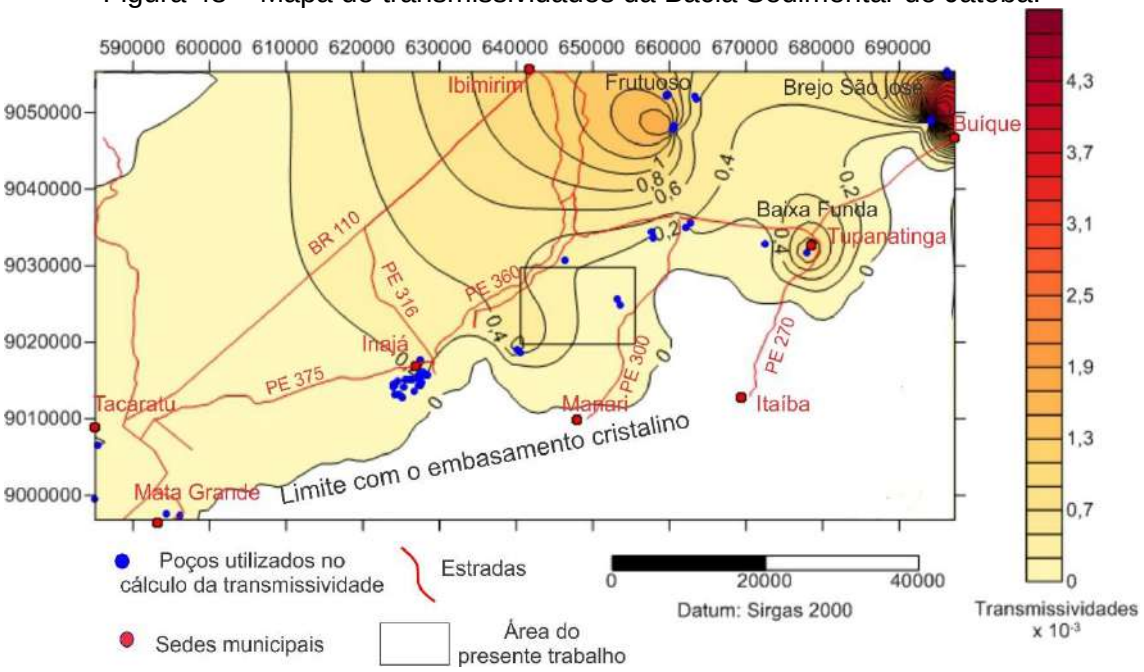
Poço	UTM E	UTM N	T x 10^{-3}(m^2/s)	Publicação de origem
HS795	624619	9014859	0,06000	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS800	625506	9015172	0,04700	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS803	626178	9015075	0,09100	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS804	626508	9015123	0,12600	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS816	628486	9015658	0,04300	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS817	628067	9015594	0,29600	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS832	627309	9015271	0,01500	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS833	627231	9015600	0,04900	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS844	623918	9014185	0,16300	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS845	623949	9014525	0,01300	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS845B	624123	9014255	0,17700	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS848	627463	9015593	0,01100	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS863	625319	9014098	0,02300	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS865	625052	9012796	0,07600	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS866	624822	9013206	0,08800	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS869	624137	9013122	0,04600	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS870	627397	9014411	0,18100	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS871	627253	9014264	0,15800	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS872	626794	9013604	0,02900	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HS875	627553	9014385	0,05500	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
PN001	627719	9014656	0,08100	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
Pz Manari 1	640570	9018582	0,30400	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
Manari 2	640162	9018935	0,77361	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
Manari 1	640594	9018609	0,43000	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
HH-866	694087	9048906	0,50418	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
PZ HH-866	694121	9048934	5,01515	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
Brejo São José	696386	9054974	3,04913	Leite *et al*., (2001)

Fonte: o autor, 2017

Poço	UTM E	UTM N	T x 10^{-3}(m^2/s)	Publicação de origem
PZ Brejo São José	696339	9055365	0,85000	Leite *et al*., (2001)
3 TAC-02+J30:N45-PE	596078	8997306	0,01690	Leite *et al*., (2001)
BAIXA FUNDA	677947	9031650	1,07000	Leite *et al*., (2001)
3TAC-01-PE	594265	8997582	0,16000	Leite *et al*., (2001)
Laguna Agropecuária	663311	9052189	0,65900	Leite *et al*., (2001)
3IB-01-PE	659665	9052250	1,08133	Leite *et al*., (2001)
PZ do 3IB-01-PE	659804	9052394	1,26000	Leite *et al*., (2001)
F Barreiras II	657604	9034379	0,29100	Leite *et al*., (2001)
3IB-06-PE	660690	9048220	1,23000	Leite *et al*., (2001)
3IB-08-PE	646432	9030623	0,22500	Leite *et al*., (2001)
3IB-03-PE	659593	9052108	1,34000	Leite *et al*., (2001)
3IB-07-PE	653143	9025560	0,02380	Leite *et al*., (1999)
3IB-05-PE	653653	9024880	0,05270	Leite *et al*., (1999)
PZ IN-I	627528	9017520	0,70000	Melo (1980)
IN-I	627464	9017526	0,35000	Melo (1980)
Pz IN-II	627528	9017520	0,58800	Melo (1980)
IN-II	627570	9017516	0,28500	Melo (1980)
MX-I	657922,3	9033575	0,12300	Melo (1980)
MX-II	662145,5	9034941	0,13000	Melo (1980)
MX-III	662728,5	9035523	0,38900	Melo (1980)
Pz MX III	662789,7	9035554	0,38900	Melo (1980)
MX-II Pz	662145,5	9034941	0,37100	Melo (1980)
Pt-I	585346,1	9006422	0,21000	Melo (1980)
PZ Tr	663494,8	9051740	0,63000	Melo (1980)
487	627835	9016052	0,31700	SRHE (2010)
111	660605	9047966	0,49500	SRHE (2010)
112	660358	9047943	1,78000	SRHE (2010)
144	585081	8999448	0,02060	SRHE (2010)
228	672521	9032782	0,02610	SRHE (2010)

Fonte: o autor, 2017

Figura 48 – Mapa de transmissividades da Bacia Sedimentar do Jatobá.



Fonte: o autor, 2017

Considerando o mapa de transmissividade e a localização da área trabalhada plotada no mesmo foi elegido o valor de 2 x 10^{-4} m^2/s como da transmissividade média para a região estudada na presente pesquisa.

Para a obtenção de um valor de condutividade hidráulica para a área trabalhada foi considerada uma espessura saturada do poço 3IB-05-PE, que se situa dentro desse limite e atravessa toda sequência sedimentar até o embasamento cristalino, sendo essa espessura de 374 metros. A transmissividade 2 x 10^{-4} m^2/s foi dividida por 374 metros resultando em uma condutividade hidráulica de 5,35 x 10^{-7} m/s. O valor da condutividade hidráulica chama atenção por ser muito baixo, semelhantes a de sedimentos argilosos, por isso, será tratada com mais detalhes no Item 18. Por não haverem poços dentro da área do presente trabalho nem em suas proximidades onde tenham sido realizados testes de aquífero com a existência de poços de observação que possibilitassem o cálculo do coeficiente de armazenamento do sistema aquífero Tacaratu-Inajá neste trabalho serão considerados valores publicados nos trabalhos de Melo (1980), Leite *et al*., (2001), UFPE/CPRM/FINEP (2008) e o Estudo hidrogeológico da bacia sedimentar do Jatobá: relatório final: texto /

Secretaria de Recursos Hídricos. - Recife: SRHE, 2010, totalizando dez informações, conforme a tabela 8. Na maioria desses trabalhos é relatada a dificuldade para obtenção de poços próximos ao que seria bombeado e que atuassem como poço de observação durante o ensaio para que fosse avaliado o coeficiente de armazenamento do aquífero. Foi feita uma análise estatística do conjunto de dados e observaram-se baixas medidas de dispersão indicando um conjunto de dados razoavelmente homogêneo, ou seja, a variância está mais próxima dos valores da média (Tabela 9). Dessa forma, optou-se por utilizar o valor médio $1{,}63 \times 10^{-4}$ como representante do coeficiente de armazenamento da área delimitada no presente trabalho. Deve-se acrescentar que no Item 18 serão feitos comentários acerca desse parâmetro de modo a entender melhor sua representatividade para a área estudada na presente pesquisa.

Tabela 8 – Informações de coeficientes de armazenamento levantadas de trabalhos já publicados. Coordenadas compatibilizadas para SIRGAS 2000.

Poço	**Coordenadas**		**Coeficiente de Armazenamento**	**Trabalho de origem**
	UTM E	UTM N		
IN-I	647224	9016105	3,40E-05	Melo (1980)
IN-II	628021	9059849	7,42E-05	Melo (1980)
MX-III	662729	9035523	3,00E-04	Melo (1980)
MX-III	662729	9035523	1,32E-04	Melo (1980)
TR-01	644612	9055710	1,31E-04	Melo (1980)
PZ Manari 1	640570	9018582	1,19E-04	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
Pz HH-866	694121	9048934	1,93E-04	UFPE/CPRM/FINEP (2008)
Pz Brejo São José	696339	9055365	1,69E-04	Leite *et al*., (2001)
Pz 3IB-01-PE	659665	9052250	4,42E-04	Leite *et al*., (2001)
Pz 112	660358	9047943	3,30E-05	SRHE (2010)

Fonte: o autor, 2017

Tabela 9 – Análise estatística do conjunto de dados dos coeficientes de armazenamento.

N° de dados	**Média**	**Mediana**	**Moda**	**Máximo**	**Mínimo**	**Desvio padrão**	**Variância**	**Variação**
10	1,63E-04	1,32E-04	-	4,42E-04	3,30E-05	1,26E-04	1,59E-08	4,09E-04

Fonte: o autor, 2017

15 VAZÃO DE ESCOAMENTO NATURAL

A partir do mapa potenciométrico é possível identificar zonas de maiores e menores transmissividades, desde que a potenciometria seja concebida em fluxo natural. O mapa potenciométrico também possibilita o cálculo da vazão de escoamento natural (VEN), que é dado por:

VEN = T.i.L, sendo: (9)

T= transmissividade do aquífero (m^2/s),

i= gradiente hidráulico, que é obtido pela razão da variação de carga hidráulica entre duas linhas equipotenciais escolhidas e a distância entre elas

L= comprimento da frente de escoamento (m)

A frente de escoamento foi selecionada entre as linhas 395 metros e 390 metros e possui um comprimento de 10510 m (Figura 49). Ao longo da frente de escoamento foram escolhidos cinco locais diferentes para o cálculo do gradiente hidráulico e uma média desses valores resultou no gradiente hidráulico utilizado:

i_1=395-390/1235,93= 0,004046

i_2=395-390/590,23= 0,008471

i_3=395-390/655,14= 0,007632

i_4=395-390/633,26= 0,007896

i_5=395-390/737,48= 0,00678

Média gradiente hidráulico (i) = 0,006965

Levando em consideração a transmissividade média 2 x 10^{-4} m^2/s calculada no item anterior.

Dessa forma temos:

VEN = T.i.L (10)

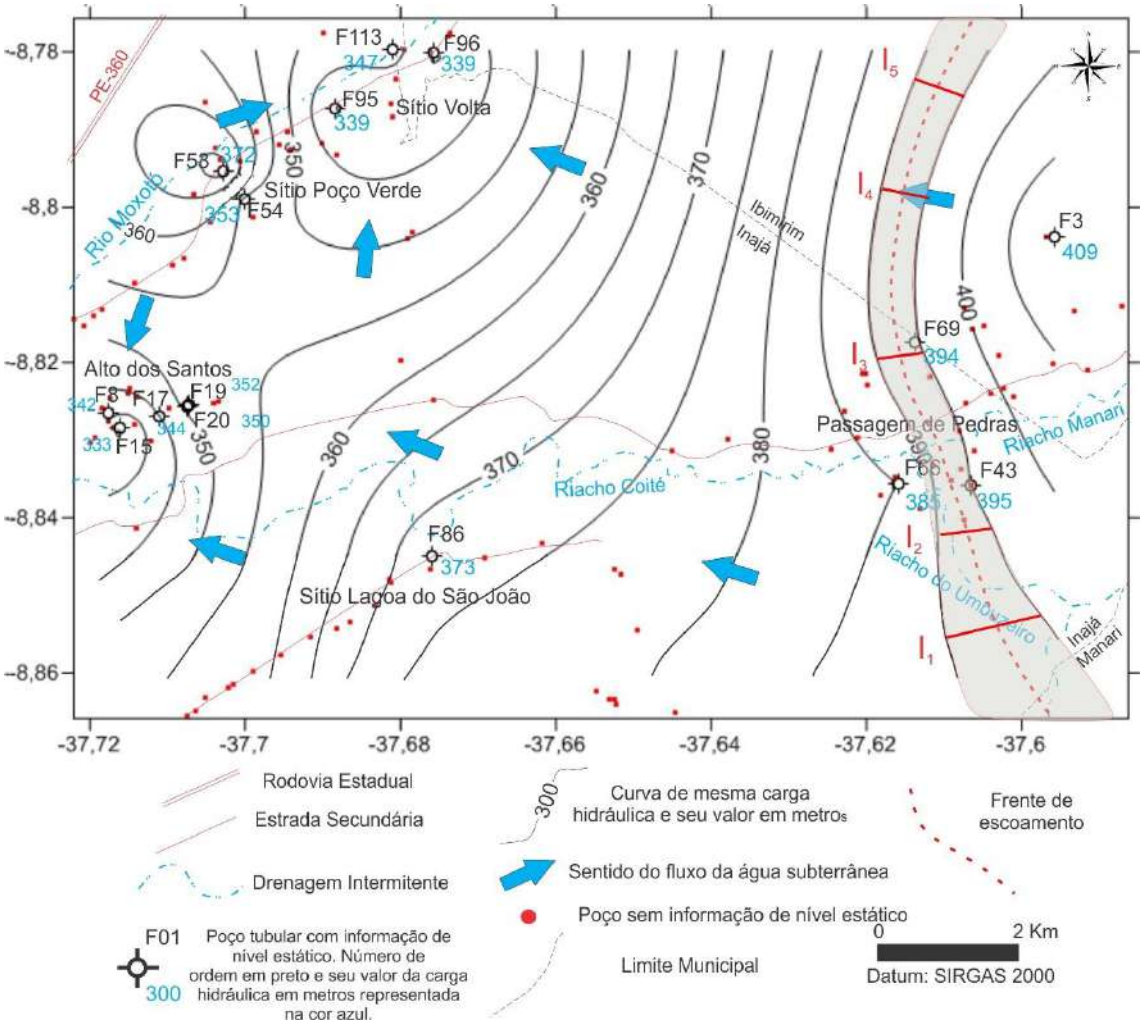
VEN = 2 x 10^{-4} m^2/s x 394,4 x 10510 m

VEN = 1,46 x 10^{-2} m^3/s

VEN = 52,70 m^3/h

O valor da VEN é baixo, devido principalmente às baixas transmissividades do aquífero constatadas na área delimitada no presente trabalho.

Figura 49 – Mapa potenciométrico exibindo a frente de escoamento utilizada no cálculo da VEN.



Fonte: o autor, 2017

16 RESERVAS

As reservas de um sistema aquífero podem ser aproximadas ao volume armazenado passível de mobilização em situação de equilíbrio natural, ou seja, sem participar da vazão de escoamento natural. As reservas de água subterrânea devem ser consideradas em: reservas de armazenamento por saturação e de armazenamento sob pressão.

A reserva natural é calculada por:

$$V = Vp + Vs \quad (11)$$

Onde a reserva de água sob pressão é:

$Vp = A*S*\Delta h$

A= área de ocorrência do aquífero sob confinamento m²

S= coeficiente de armazenamento (adimensional)

Δh = distância do topo de aquífero à superfície potenciométrica

O volume de água de saturação é:

$$Vs = A*n_e*b \quad (12)$$

A =área de ocorrência do aquífero m²

n_e =porosidade efetiva (adimensional)

b =espessura do aquífero

A área delimitada para o presente trabalho é de $15x10^8$ m^2 e em toda ela ocorre o sistema aquífero Tacaratu-Inajá. O coeficiente de armazenamento utilizado aqui é o mesmo já definido no tópico 13, sendo de um valor de $1,63x10^{-4}$. Para a definição do Δh foram utilizados os poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE pois são os únicos poços na área trabalhado com informação de nível estático e perfil litológico que permita com mais precisão a profundidade do topo de aquífero.

No caso do poço 3IB-05-PE temos que o topo do aquífero está a 34 metros de profundidade e o nível estático a 21,73 metros; a diferença é 12,27 sendo esse o Δh. O poço 3IB-07-PE possui o topo do aquífero a 66 metros de profundidade e o nível estático a 33,25 metros; a diferença é 32,75 sendo esse o Δh. A média entre esses resultados fornece um Δh de 22,51 metros que será utilizado no cálculo da reserva de pressão. Como não se dispõe de valores de porosidade efetiva, será adotado o valor de 3% utilizado pelo projeto da

UFPE/CPRM/FINEP (2008). A espessura saturada utilizada foi de 374, do poço 3IB-05-PE pois trata-se do único dentro dos limites da região trabalhada que atravessa toda sequência sedimentar atingindo o embasamento cristalino.

Com todas as informações necessárias pode-se proceder o cálculo:

$Vp=A*S*\Delta h$ (13)

$Vp= 15x10^{8}\ m^2\ * 5,37 \times 10^{-7} * 22,51\ m$

$Vp= 18064,275\ m^3$

$Vp= 1,80 \times 10^{-2}\ hm^3$

$Vs=A*n_e*b$

$Vs=15x10^{8}\ m^2\ * 0,03 *\ 374$

$Vs= 16830000000\ m^3$

$Vs= 16830\ hm^3$

A reserva total será:

$V = Vp + Vs$

$V= 18064,275\ m^3\ + 16830000000\ m^3$

$V= 16830018064\ m^3$

$V= 16830,01806\ hm^3$

Essas são as reservas estimadas para a área de estudo e podem ser relativamente baixas uma vez que se considerou uma área de 150 km^2. A CPRM/UFPE/FINEP, 2007, estimou para toda a área de afloramento do sistema Tacaratu/Inajá uma reserva de $60,19x10^{4}\ hm^3$.

17 POÇO DE MONITORAMENTO

A Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS) foi estabelecida pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM, em consonância com suas atribuições estabelecidas na Lei nº 8.970 de 28/12/1994 e diante da necessidade de ampliação do conhecimento hidrogeológico para os principais aquíferos brasileiros

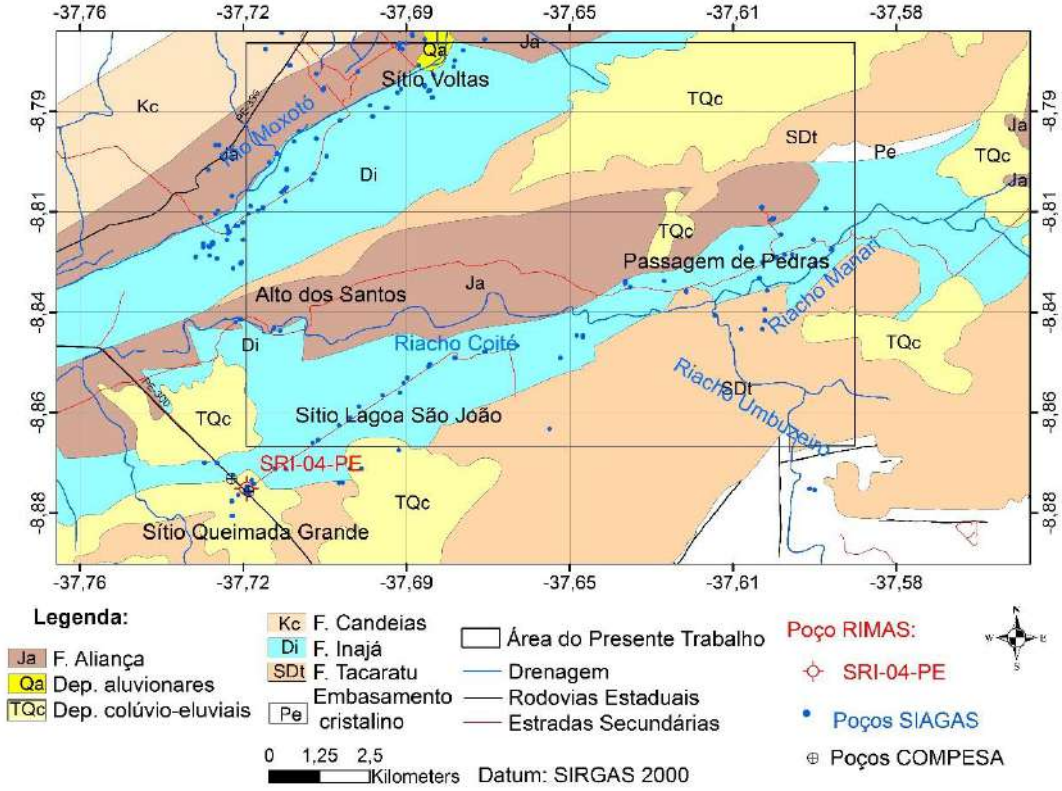
Através dos poços de monitoramento a CPRM realiza o acompanhamento da profundidade dos níveis da água. Em alguns casos são feitas coletas de amostras para a análise de parâmetros químicos como: condutividade elétrica, qualidade da água, sabor da água, odor, temperatura, turbidez, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis e pH. Além disso são analisadas as concentrações de uma série de substâncias químicas. Ensaios de bombeamento também podem ser encontrados enriquecendo o conjunto de dados. Informações como essas são de extrema importância para o estudo dos aquíferos

De forma sucinta já foi feita referência a um poço de monitoramento que se situa próximo da área delimitada no presente trabalho. Aqui este poço da CPRM será mais detalhado. Trata-se do poço SRI-04-PE situado a 1 quilômetro do extremo sudoeste da área delimitada para o presente trabalho, conforma o mapa da figura 50 ilustra. Situa-se na localidade do Sítio Queimada Grande, município de Inajá; pertence à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

No ponto exato onde o poço foi construído há um recobrimento dos depósitos colúvio-eluviais se sobrepondo à Formação Tacaratu, cujas características litológicas se fazem presentes na descrição do perfil litológico do poço. Até os 62 metros de profundidade há basicamente uma intercalação entre areia argilosa e argila arenosa, com destaque para a ocorrência de uma camada de aproximadamente 8 metros de um folhelho cinza; a partir dos 62 metros até a profundidade final, de 122 metros, é descrito um arenito fino. O poço foi perfurado através do método percussivo com um diâmetro de 8,5 polegadas até seus 122 metros finais. O revestimento geomecânico de pvc possui diâmetro de 4 polegadas e ocorre até 108 metros de profundidade quando tem início o filtro,

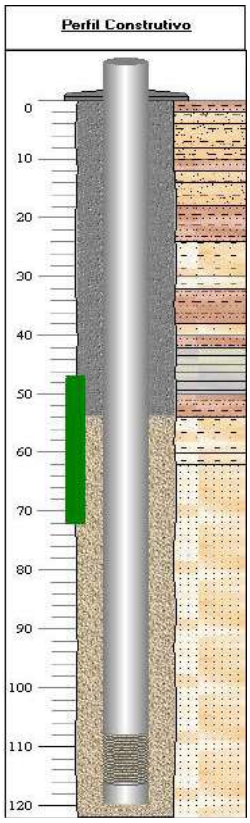
que também possui mesmo diâmetro e material do revestimento, ocorrendo até 116 metros de profundidade. A figura 51 ilustra as características litológicas e construtivas do poço e a figura 52 exibe o aspecto do poço durante a etapa de campo realizada no presente trabalho no mês de janeiro de 2017.

Figura 50 – Mapa Geológico simplificado da região trabalhada exibindo a localização do poço de monitoramento da CPRM SRI-04-PE.



Fonte: o autor, 2017

Figura 51 – Perfil construtivo e litológico do poço SRI-04-PE.



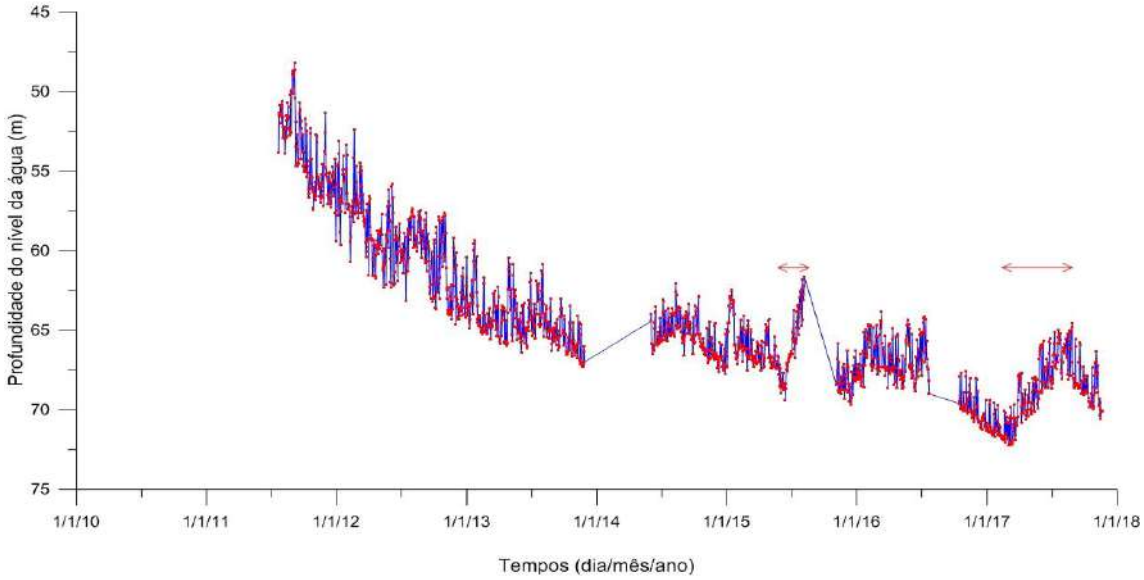
Fonte: o autor, 2017

Figura 52 – Registro fotográfico do Poço de Monitoramento SRI-04-PE no mês de janeiro de 2017.

Fonte: o autor, 2017

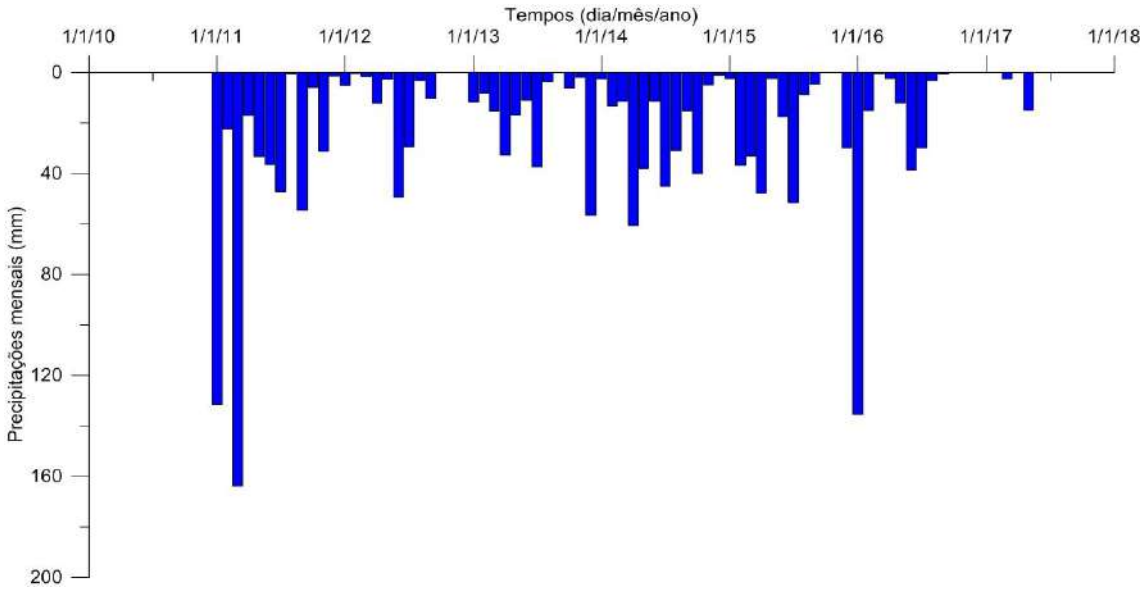
O poço SRI-04-PE é um exemplo de um poço cujo nível da água vem sendo monitorado de julho de 2011 até novembro de 2017. As informações desse período resultaram na elaboração do gráfico da Figura 53. Na primeira observação do gráfico chama a atenção o rebaixamento de 25 metros ao longo dos 7 anos de acompanhamento do nível estático. Esse rebaixamento pode estar ligado aos poços da Compesa de Manari 1 e Manari 2, que entraram em operação por volta de 2004 para o abastecimento da cidade de Itaíba. O poço de Manari 1 situa-se a uma distância de 91 metros do poço RIMAS e opera com uma vazão de 40 m^3/h. Já o poço de Manari 2 opera com uma vazão de 47 m^3/h e dista 454 metros do poço Rimas. As altas vazões desses poços e a sua proximidade do poço RIMAS certamente contribuiu para o rebaixamento dos níveis da água. Períodos de recuperação se fazem notáveis entre junho de 2015 até agosto de 2015 e março de 2017 até agosto de 2017. Para um melhor entendimento desse períodos de recuperação foram elaborados os gráficos das precipitações mensais dos postos pluviométricos de Inajá (Figura 54) e Manari (Figura 55), que correspondem aos postos mais próximos do poço RIMAS. Esses gráficos exibem períodos chuvosos antecedendo as recuperações dos níveis de água. Tal constatação pode ser entendida a medida que intervalos de tempo com maiores chuvas aumentam os volumes de águas superficiais diminuindo a necessidade de uso das águas subterrâneas. Deve-se acrescentar que os períodos de recuperação também coincidem com os meses do meio do ano nos quais as temperaturas são mais amenas, somando, dessa forma, outro fator que deve ter diminuído as demandas de água.

Figura 53 – Gráfico da profundidade do nível da água x tempo para o período de julho de 2011 até novembro de 2017 do poço SRI-04-PE. As setas vermelhas indicam os períodos de recuperação.



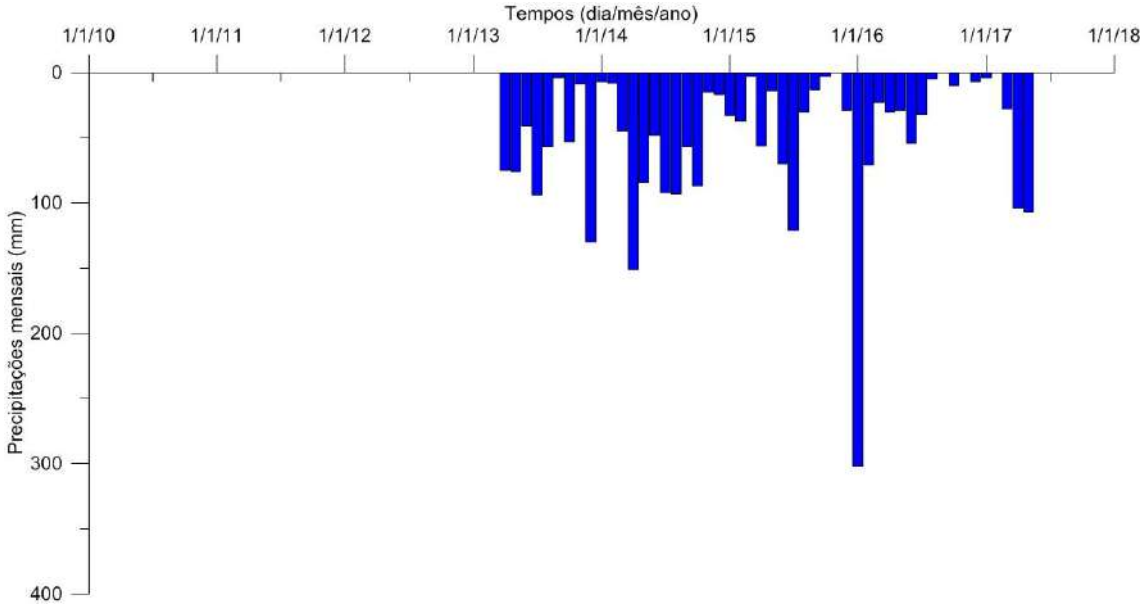
Fonte: o autor, 2017

Figura 54 – Gráfico das precipitações mensais do postos pluviométricos de Inajá.



Fonte: o autor, 2017

Figura 55 – Gráfico das precipitações mensais do postos pluviométricos de Manari.



Fonte: o autor, 2017

18 HIDROQUÍMICA

O estudo acerca da qualidade da água do sistema aquífero Tacaratu/Inajá foi realizado a partir das medidas em campo de pH, condutividade elétrica (CE), e posteriormente dos cálculos dos sólidos totais dissolvidos (STD). Os valores de CE e pH foram obtidos com uso de equipamentos portáteis Condutivimetro YSI modelo PRO 2030 e pHmetro EcoSense pH10A em campo. STD referem-se à concentração de íons dissolvidos nas águas e podem ser obtidos através do uso de equipamentos específicos em laboratórios. Feitosa *et al*, (2008) relata que multiplicando a condutividade elétrica por valores entre 0,55 e 0,75 obtém-se uma boa estimativa dos STD para águas subterrâneas. Devido a não possibilidade de aquisição de equipamentos mais sofisticados para medição de STD foi utilizado o fator 0,64 sugerido por Custódio e Llamas (1983). A relação de valores obtidos de CE, STD e pH encontram-se na tabela 10. A partir da visualização dos valores de CE abaixo percebe-se a existência de seis valores que destoam do conjunto, os mesmos encontram-se na cor vermelha. As análises irão se referir aos valores de CE, uma vez que os STD foram calculados a partir da CE.

Tabela 10 – Relação de valores de CE, STD e pH obtidos em cada ponto de água visitado. Pode-se observar também as profundidades desses poços. Na coluna da CE encontram-se na cor vermelha 6 valores destoantes do conjunto de dados.

Poço	Latitude	Longitude	pH	Condutividade elétrica(uS/cm)	STD (mg/L)	Profundidade do poço(m)
F1	-8,8134	-37,5932	6,30	352,40	225,54	
F2	-8,8038	-37,5968	6,81	1094,00	700,16	220
F4	-8,8127	-37,5870	6,12	4525,00	2896,00	100
F5	-8,8152	-37,7208	6,27	906,00	579,84	95
F6	-8,8144	-37,7220	6,50	698,00	446,72	
F7	-8,8258	-37,7185	6,24	392,00	250,88	100
F10	-8,8284	-37,7170	6,80	677,00	433,28	160
F11	-8,8245	-37,7173	5,10	364,00	232,96	105
F12	-8,8239	-37,7151	5,87	365,00	233,60	120
F14	-8,8244	-37,7141	8,40	375,00	240,00	170
F18	-8,8260	-37,7099	7,50	619,00	396,16	200
F21	-8,8252	-37,7042	7,60	630,00	403,20	
F23	-8,8141	-37,7195	6,35	464,00	296,96	100

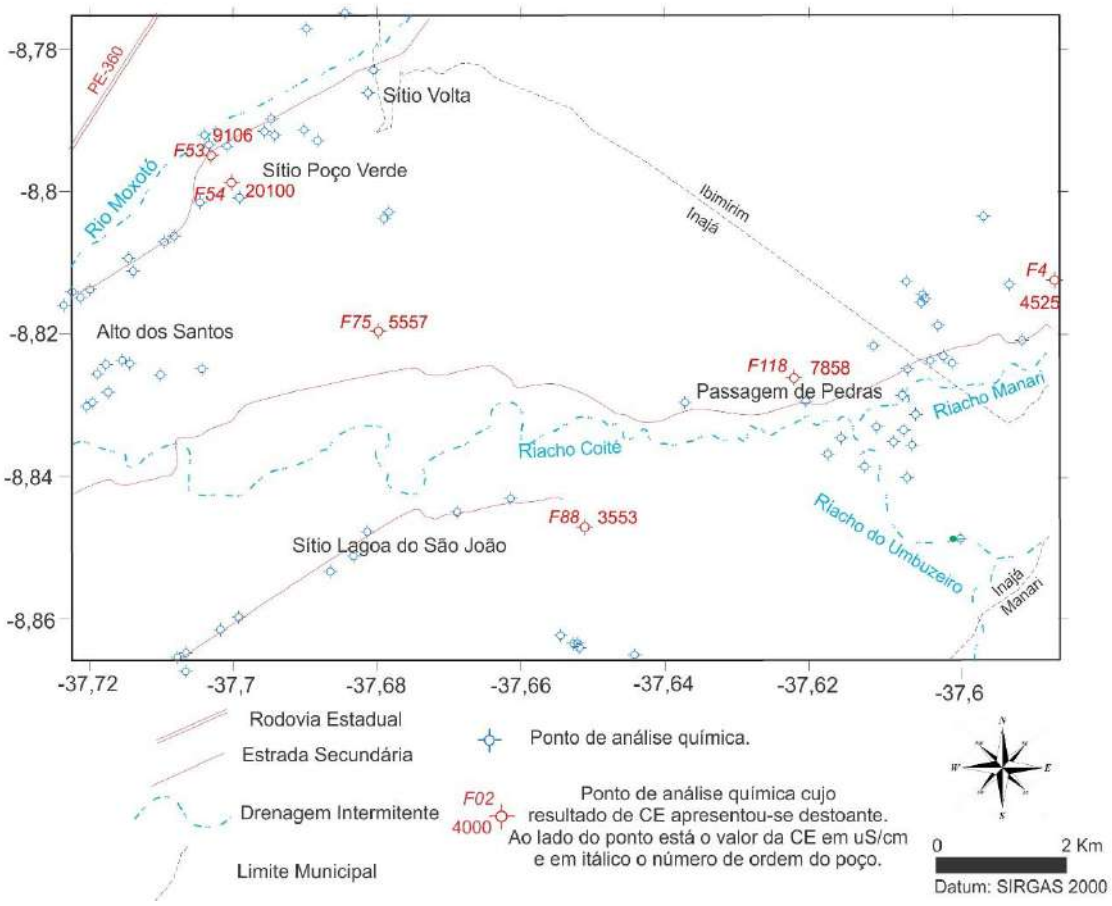
Poço	Latitude	Longitude	pH	Condutividade elétrica(uS/cm)	STD (mg/L)	Profundidade do poço(m)
F25	-8,8097	-37,7142	7,10	374,00	239,36	100
F26	-8,8158	-37,6053	6,99	667,00	426,88	100
F27	-8,8129	-37,6074	7,40	579,00	370,56	
F29	-8,8148	-37,6051	6,80	566,00	362,24	
F30	-8,8153	-37,6048	7,00	649,00	415,36	160
F31	-8,8191	-37,6030	7,60	418,00	267,52	
F32	-8,8240	-37,6041	6,10	1205,00	771,20	60
F33	-8,8234	-37,6023	6,50	328,00	209,92	86
F34	-8,8243	-37,6011	5,70	290,00	185,60	100
F35	-8,8211	-37,5915	5,20	289,00	184,96	72
F37	-8,8403	-37,6073	5,00	696,00	445,44	125
F38	-8,8332	-37,6115	5,16	270,00	172,80	
F39	-8,8315	-37,6061	4,05	286,00	183,04	100
F40	-8,8337	-37,6077	4,50	193,00	123,52	
F41	-8,8353	-37,6091	5,05	241,00	154,24	80
F42	-8,8358	-37,6066	4,62	604,00	386,56	100
F44	-8,8388	-37,6131	6,40	628,00	401,92	100
F46	-8,7902	-37,6946	7,30	666,00	426,24	120
F47	-8,7918	-37,6901	7,00	342,00	218,88	150
F48	-8,7932	-37,6883	7,50	306,00	195,84	200
F49	-8,8041	-37,6791	6,30	201,00	128,64	150
F50	-8,8033	-37,6785	6,50	176,00	112,64	150
F51	-8,7925	-37,6941	7,30	335,00	214,40	190
F52	-8,7920	-37,6956	7,40	983,00	629,12	210
F53	-8,7953	-37,7029	6,60	9106,00	5827,84	168
F54	-8,7991	-37,7001	6,40	20100,00	12864,00	50
F55	-8,8012	-37,6990	7,20	353,00	225,92	150
F56	-8,8163	-37,7231	5,60	580,00	371,20	100
F57	-8,8115	-37,7136	5,90	866,00	554,24	96
F58	-8,8074	-37,7093	9,45	416,00	266,24	76
F59	-8,8066	-37,7080	6,90	548,00	350,72	90
F60	-8,7940	-37,7007	7,60	772,00	494,08	130
F61	-8,7939	-37,7032	7,30	835,00	534,40	130
F62	-8,7925	-37,7038	7,30	725,00	464,00	130
F65	-8,8348	-37,6163	6,30	1499,00	959,36	100
F67	-8,8252	-37,6072	6,30	1134,00	725,76	119
F68	-8,8219	-37,6119	7,34	680,00	435,20	
F70	-8,8288	-37,6079	6,42	1067,00	682,88	120
F71	-8,8370	-37,6182	6,90	1216,00	778,24	82
F73	-8,8298	-37,7192	6,00	863,00	552,32	120
F74	-8,8304	-37,7200	7,00	573,00	366,72	160

Poço	Latitude	Longitude	pH	Condutividade elétrica(uS/cm)	STD (mg/L)	Profundidade do poço(m)
F75	-8,8198	-37,6799	6,85	5557,00	3556,48	204
F76	-8,8674	-37,7064	6,20	480,00	307,20	150
F77	-8,8654	-37,7075	5,60	927,00	593,28	105
F78	-8,8648	-37,7064	5,70	556,00	355,84	
F79	-8,8616	-37,7016	5,70	430,00	275,20	85
F81	-8,8598	-37,6991	5,40	594,00	380,16	90
F82	-8,8534	-37,6865	5,40	418,00	267,52	96
F84	-8,8479	-37,6814	6,70	747,00	478,08	130
F85	-8,8513	-37,6833	6,15	279,00	178,56	100
F87	-8,8452	-37,6691	6,50	361,00	231,04	150
F88	-8,8472	-37,6516	5,30	3553,00	2273,92	100
F92	-8,7834	-37,6806	7,60	488,00	312,32	90
F93	-8,7866	-37,6813	7,70	363,00	232,32	96
F102	-8,8433	-37,6618	6,15	608,00	389,12	110
F103	-8,8634	-37,6525	6,40	150,00	96,00	84
F104	-8,8635	-37,6531	5,88	478,00	305,92	45
F105	-8,8624	-37,6549	6,15	506,00	323,84	140
F106	-8,8641	-37,6523	5,30	824,00	527,36	120
F107	-8,8651	-37,6447	4,76	454,00	290,56	160
F109	-8,8296	-37,6212	7,00	554,00	354,56	150
F110	-8,8298	-37,6378	6,50	1556,00	995,84	300
F112	-8,7755	-37,6845	7,70	1308,00	837,12	187
F115	-8,7776	-37,6898	7,70	687,00	439,68	150
F117	-8,8019	-37,7044	7,70	352,00	225,28	150
F118	-8,8264	-37,6228	6,25	7858,00	5029,12	102
F123	-8,8488	-37,5999	4,62	154,00	98,56	

Fonte: o autor, 2017

Com o intuito de entender a razão para a existência dos 6 valores anômalos foi elaborado o mapa da Figura 56 que apresenta a distribuição dos pontos destoantes na área trabalhada. Observou-se que os pontos anômalos não tendem a se agrupar em uma região do mapa. Tentou-se também relacionar os valores CE com as profundidades dos poços onde ocorreram as medições, porém essa associação também não esclareceu o porquê desses valores destoantes. Diante dessa situação não foi possível elaborar um hipótese que explicasse a origem da salinidade elevada nesses 6 poços.

Figura 56 – Mapa apresentando a distribuição dos pontos destoantes na área trabalhada, o valor em *u*S/cm da CE e o número de ordem do ponto.



Fonte: o autor, 2017

Abaixo é apresentada a tabela 11 exibindo alguns parâmetros estatísticos da CE com os valores anômalos e sem os valores anômalos. A partir da observação da tabela optou-se por retirar os 6 valores anômalos da CE de análises que serão aqui feitas para que as mesmas não sejam perturbadas.

Tabela 11 – Parâmetros estatísticos da CE com os valores anômalos e sem os valores anômalos.

Parâmetros Estatísticos	Nº de dados	Média	Mínimo	Máximo	Desvio	Mediana
Sem anômalos	74	589,5865	150	1556	310,4815	555
Com anômalos	80	1179,105	150	20100	2600,376	576

Fonte: o autor, 2017

Na tabela 12 são apresentados com alguns parâmetros estatísticos básicos. Observa-se que as medidas de dispersão são maiores na CE e STD quando comparados com o pH. Deve-se ressaltar que não foram considerados os 6 valores anômalos de CE e STD.

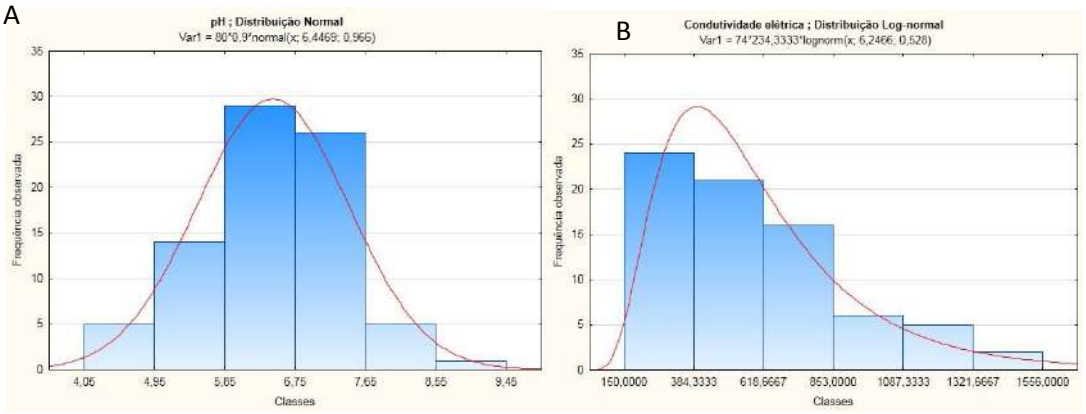
Tabela 12 – Parâmetros estatísticos básicos referentes a qualidade das águas.

Parâmetros	N° de dados	Média	Mínimo	Máximo	Desvio	Mediana
CE (uS/cm)	74	589,5865	150	1556	310,4815	555
STD (mg/L)	74	377,3354	96	995,84	198,7081	355,2
pH	80	6,446875	4,05	9,45	0,966025	6,41

Fonte: o autor, 2017

Além dos parâmetros estatísticos básicos foi feita uma análise da distribuição dos dados para o pH e CE. Os dados de pH ajustaram-se bem à distribuição normal. Os dados de CE se ajustaram a uma distribuição Log-normal.

Figura 57 – A. Ajuste dos dados de pH à lei de distribuição normal. B. Ajuste dos dados de CE à lei de distribuição Log-normal.



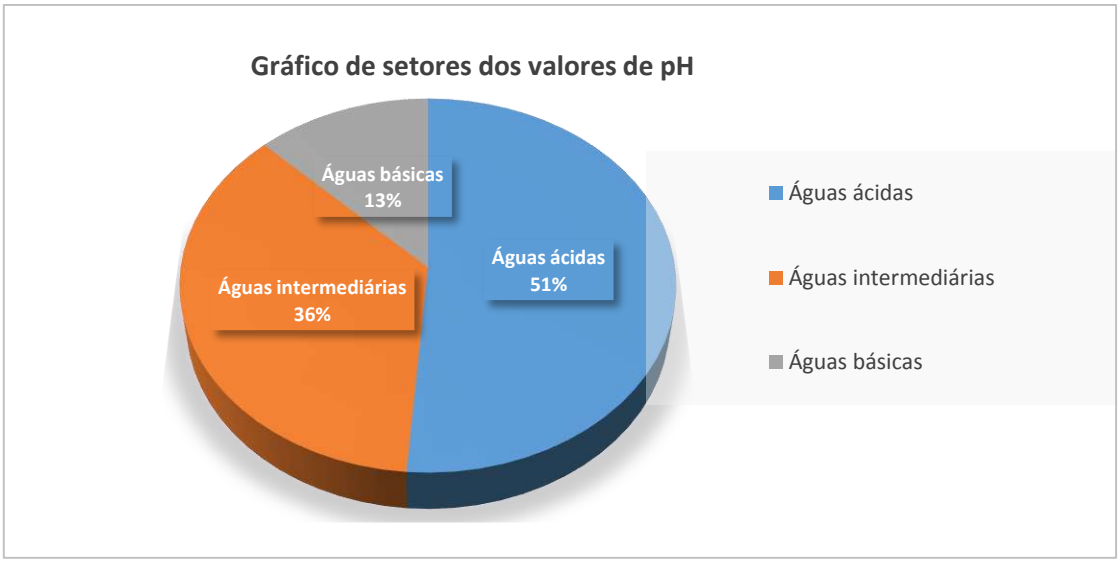
Fonte: o autor, 2017

Neste trabalho o pH das águas foi dividido nas seguintes classes: águas ácidas aquelas que tiverem o pH <6,5; águas intermediárias entre 6,5 e 7,5; águas básicas aquelas que tiverem o pH >7,5.

A partir da análise do histograma do pH (Figura 57.A) e do valor de sua média de 6,4 constata-se que os dados concentram-se entre 4,95 e 7,65 e considerando o limite de 6,5 - 9,0 recomendado pela portaria nº 2914, de 12 de

dezembro de 2011 do Ministério da Saúde percebe-se que os dados de 4,95 até 6,5 estão fora deste limite enquanto o restante encontram-se dentro do mesmo. O caráter ácido das águas da região também é explicitado no gráfico de setores da figura 58, neste gráfico mais da metade dos dados situam-se no intervalo menor que 6,5, que é considerado ácido. Águas ácidas além de terem o sabor alterado podem contribuir com a corrosão de sistemas de captação e distribuição de água ocasionando uma extração de elementos como ferro, cobre, chumbo, zinco (Lopes, 2005).

Figura 58 – Gráfico de setores dos valores de pH.



Fonte: o autor, 2017

Como não há um valor máximo estabelecido para o parâmetro da CE para potabilidade cabem aqui comentários acerca dos STD que como já comentado anteriormente possuem uma relação de proporcionalidade com a CE. Segundo Feitosa *et al,.* (2008) salmouras podem atingir 300.000 mg/L, a água dos mares possuem valores em torno de 35.000 mg/L e águas doces em torno de 50 a 1.500 mg/L. Mcneely *et al*, (1979) classifica como águas doces aquelas com STD menor que 1.000 mg/L, ligeiramente salobra aquelas com STD entre 1.000 e 3.000; moderadamente salobras de 3.000 até 10.000 mg/; salgadas com STD entre 10.000 e 100.000 mg/L e salmouras com STD maior que 100.000 mg/L. Segundo a portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde,

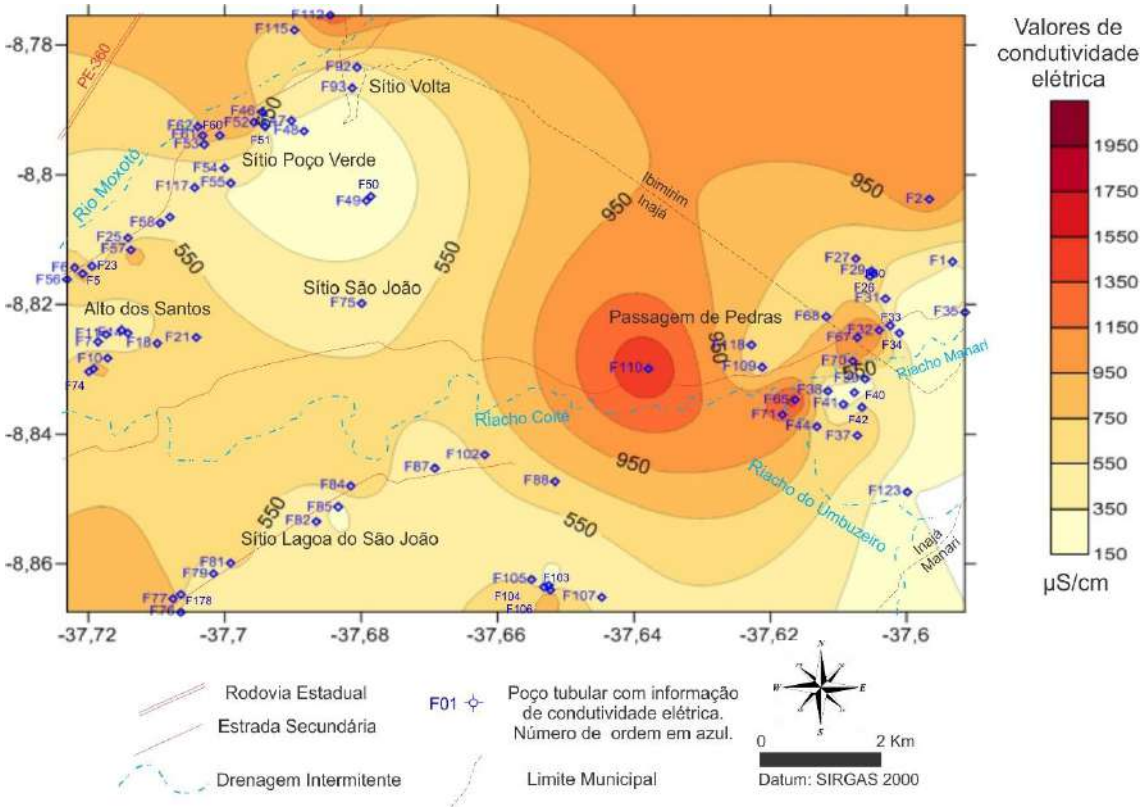
o valor máximo permitido de STD para a água ser considerada potável é de 1.000,0 mg/L.

Analisando os histogramas de CE e/ou STD observa-se que os dados têm forte assimetria para esquerda indicando uma concentração de valores nas primeiras classes, ou seja, valores pequenos de CE e/ou STD. O valor máximo de STD é de 995,84 mg/L[1] e está abaixo do limite de potabilidade do ministério da saúde e segundo Feitosa *et al*, (2008) e Mcneely *et al*, (1979) as águas da região podem ser classificadas como doces.

A partir dos dados da tabela 10 foi elaborado o mapa de CE (figura 59), que é análogo ao de STD. Como já comentado anteriormente a região trabalhada não apresenta altos valores de condutividade elétrica. A leste da área de trabalho, na região de Passagem de Pedras, encontram-se os valores mais altos de CE, chegando a ordem de 1500 uS/cm. De acordo com o mapa de CE o nordeste da região trabalhada apresenta valores maiores que 950 uS/cm, provavelmente devido à escassez de pontos que possibilitassem a análise da qualidade das águas. Associações com as formações geológicas aflorantes e os valores mais elevados de CE não trouxeram maiores esclarecimentos. A profundidade dos poços com valores elevados de CE varia de 45 metros até 300, evidenciando a aleatoriedade das profundidades dos poços analisados e os valores de CE. O gráfico da figura 60 apresenta a correlação entre a profundidade dos poços e a CE e exibe também os coeficientes de determinação e correlação. A partir da observação deste gráfico fica evidente uma tendência discreta de aumento da salinidade com a profundidade. O coeficiente de correlação é baixo indicando que não se poderia associar o aumento da salinidade exclusivamente com o aumento das profundidades.

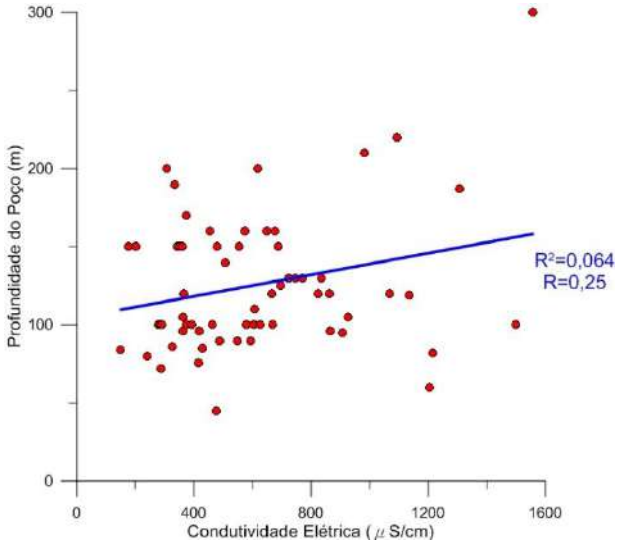
[1] O referido valor máximo ocorre porque foram retirados os 6 valores anômalos de STD.

Figura 59 – Mapa de condutividade elétrica da água do sistema aquífero Tacaratu/Inajá na região trabalhada.



Fonte: o autor, 2017

Figura 60 – Gráfico de correlação entre a profundidade dos poços com a CE. É exibido também o Coeficiente de determinação (R2) e de correlação (R).

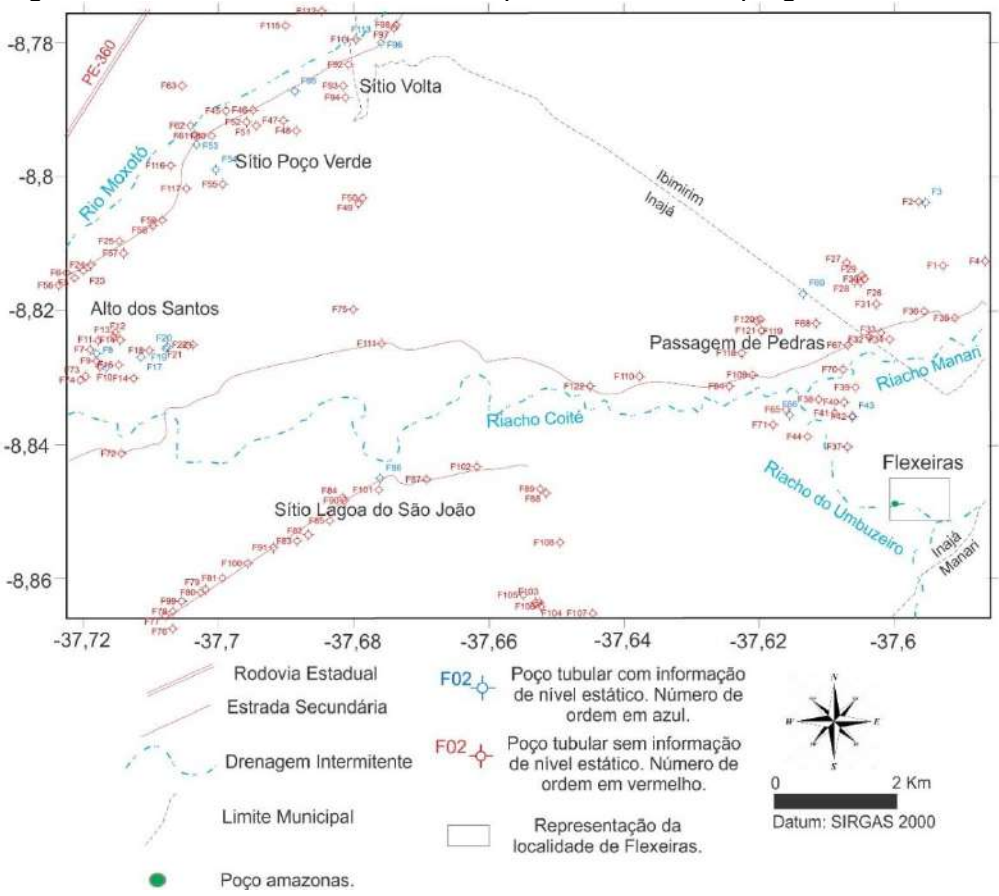


Fonte: o autor, 2017

Cabem aqui alguns comentários acerca do afloramento do freático na aluvião do Riacho Umbuzeiro, situado a sudeste da área trabalhada, na localidade de Flexeiras (Figura 61). O Riacho Umbuzeiro foi encontrado com o afloramento do freático recoberto por uma vegetação aquática (Figura 62). Nos pontos onde a água se acumulava em maior quantidade foi medida a CE e também em um poço amazonas situado próximo ao curso do mesmo, totalizaram 7 pontos de medições (Figura 63). As medições indicam um gradativo aumento da CE no sentido de montante, chegando a valores de 17.000 µS/cm. Enquanto a CE do poço amazonas é de 154 µS/cm. Os sedimentos aluvionares são compostos basicamente pela fração arenosa, possuíam uma coloração amarronzada, mas em diversos pontos apresentavam-se esbranquiçados devido à evaporação das águas do riacho que ocasionou a formação de crostas de sal. (Figura 64). A água do poço amazonas possivelmente chega até o mesmo por meio de fraturas conectadas à horizontes saturados em água da Formação Tacaratu, daí sua CE ser bem menor do que as CE das água do Riacho Umbuzeiro. Possivelmente as fraturas que conduzem a água até o poço amazonas se conectam com o aluvião do riacho. Esta hipótese encontra apoio na constatação de que a partir do poço amazonas, em direção à jusante, as medições de CE obtidas terem sido menores.

Analisando o curso do Riacho Umbuzeiro, percebe-se que a sua cabeceira situa-se na região do embasamento cristalino, fato que pode ter propiciado o aumento de sais nas águas que fluem em todo seu curso. Os altos valores de CE das águas da aluvião do riacho Umbuzeiro chamam a atenção e podem ser futuramente alvo de pesquisas mais detalhadas que venham trazer mais contribuições para seu entendimento.

Figura 61 – Localidade de Flexeiras representada no mapa geral da área de

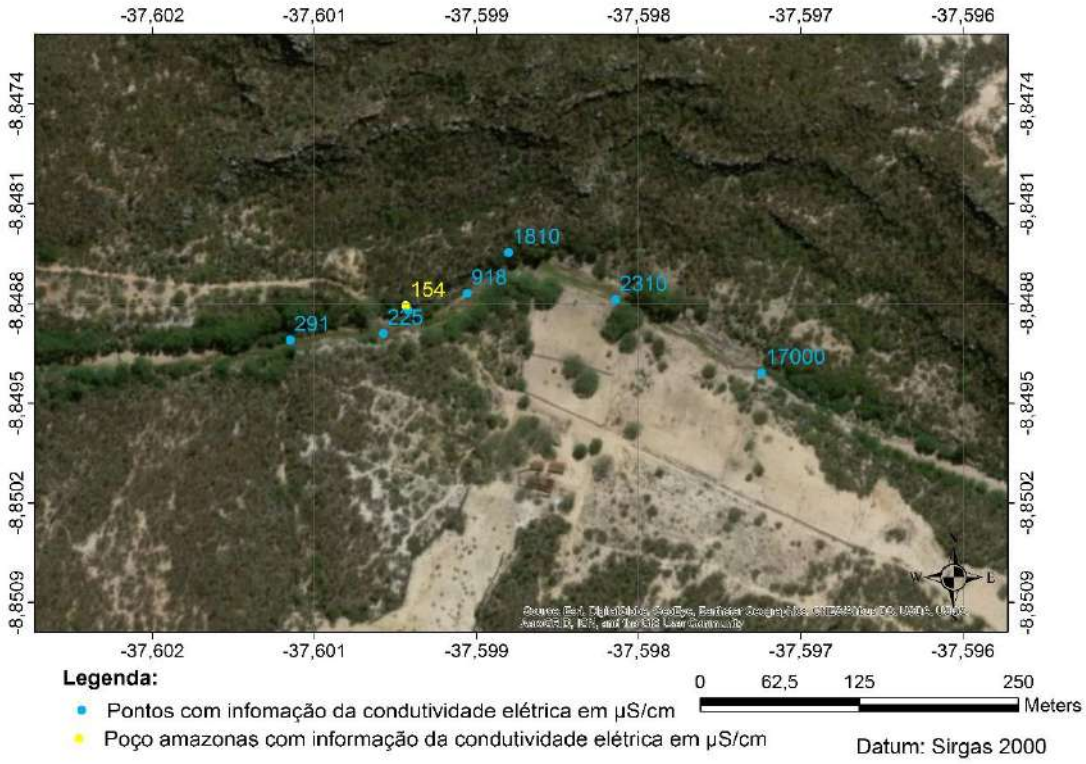


Fonte: o autor, 2017

Figura 62 – Leito do Riacho Umbuzeiro exibindo o afloramento do freático recoberto por uma vegetação aquática.

Fonte: o autor, 2017

Figura 63 – Ilustração do curso do Riacho Umbuzeiro onde foi medida a CE da água.



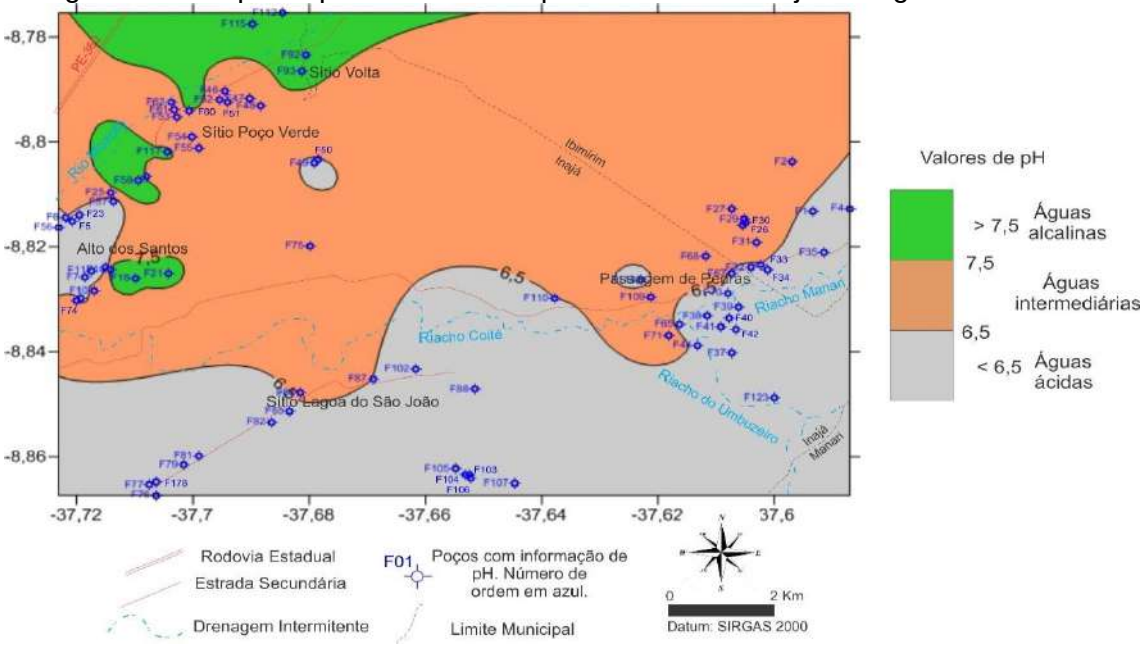
Fonte: o autor, 2017

Figura 64 – Sedimento aluvionar exibindo crostas de sal.

Fonte: o autor, 2017

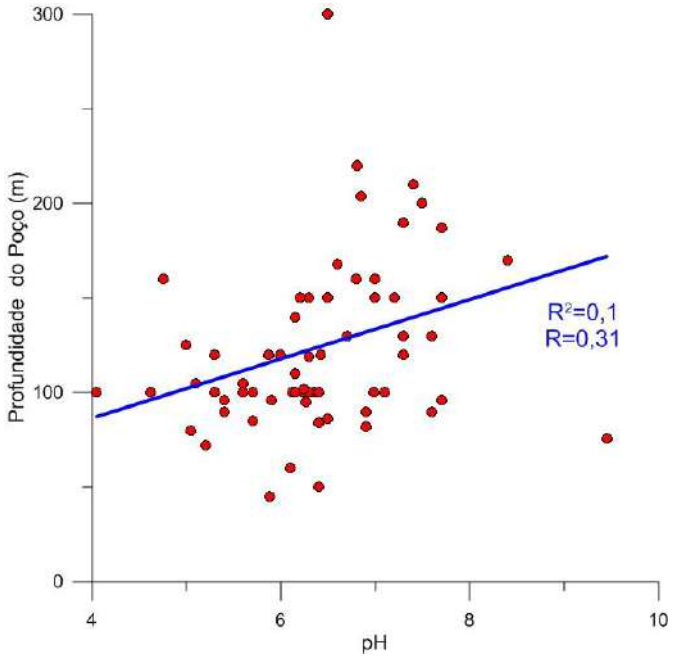
A partir dos dados da tabela 10 foi elaborado também o mapa de pH (figura 65). A partir da observação deste mapa percebe-se que as águas ácidas se concentram a sul da área trabalhada e à medida que se direciona para o norte ocorrem as águas mais alcalinas, passando na região central pelas águas intermediárias. Na região central do mapa, dominada pelas águas intermediárias, ocorrem algumas manchas indicando a existência de águas alcalinas e ácidas, mas nada que diminua a contundência da graduação de águas alcalinas para ácidas, que ocorre de sul para norte na área de estudo. Da observação do mapa geológico não é constatada nenhuma relação de uma unidade geológica que esteja associada a uma área cujo pH seja ácido, intermediário ou alcalino. O gráfico da figura 66 apresenta a correlação entre a profundidade dos poços e o pH e exibe também os coeficientes de determinação e correlação. A correlação entre a profundidade dos poços e o pH é positiva, porém fraca indicando a existência de outros fatores de influência no pH da região. A correlação da profundidade é maior como pH do que com a CE. O conjunto de dados do presente estudo não permitiu a formulação de uma hipótese que explicasse a tendência observada no pH das águas subterrâneas da região.

Figura 65 – Mapa de pH do sistema aquífero Tacaratu/Inajá na região trabalhada.



Fonte: o autor, 2017

Figura 66 – Gráfico de correlação entre a profundidade dos poços com a CE. É exibido também o Coeficiente de determinação (R2) e correlação (R).



Fonte: o autor, 2017

Cabem aqui alguns comentários referentes aos parâmetros químicos disponíveis para o poço SRI-04-PE (poço do RIMAS próximo da área trabalhada) de análises em amostras coletadas no dia 14/10/2016. A tabela abaixo exibe tais parâmetros. Observa-se que a condutividade elétrica apresenta um valor baixo e o pH é considerado intermediário. Chama a atenção os valores mais elevados do íon nitrato. Apesar de estar dentro do limite de 10 mg/L estabelecido pelo Ministério da Saúde através da portaria nº 2914 de dezembro de 2011 pode ser CONSIDERADO como alto. O nitrato em águas subterrâneas origina-se principalmente das seguintes fontes: aplicação em plantações de fertilizantes com nitrogênio, bem como inorgânicos e esgoto humano depositado em sistemas sépticos (BAIRD; CANN, 2011). Embora alguns compostos orgânicos que contem nitratos já tenham sido substituídos por aqueles que se decompõem com relativa rapidez no meio ambiente ainda são aplicados muitos tipos de herbicidas e pesticidas que representam um risco para as águas subterrâneas (SPIRO; STIGLIANI, 2009). Na região delimitada para o presente estudo a principal atividade econômica é a agricultura, que é praticada tanto por grandes empresas como por famílias em pequenas propriedades. Dentro desse contexto

deve-se atentar para quais tipos de substâncias estão sendo aplicadas nas culturas da região, de modo que não venham a contaminar as águas subterrâneas e fazê-las alcançar os limites máximos permissíveis.

Tabela 13 –Parâmetros químicos disponíveis do poço SRI-04-PE. Fonte: CPRM, RIMAS.

Parâmetros Químicos		
Condutividade Elétrica (µS/cm):	155,70	
Ph	6,54	
Substância	**Concentração**	**Unidade**
Alumínio (Al)	0,013	mg/L (ppm)
Arsênio (As)	0,002	mg/L (ppm)
Berilo (Be)	0,002	mg/L (ppm)
Bicarbonato (HCO3)	64,7	mg/L (ppm)
Boro (B)	0,1	mg/L (ppm)
Cálcio (Ca)	12,143	mg/L (ppm)
Carbonato (CO3)	0,01	mg/L (ppm)
Cádmio (Cd)	0,002	mg/L (ppm)
Cloreto (Cl)	36,84	mg/L (ppm)
Cromo (Cr)	0,005	mg/L (ppm)
Cobre (Cu)	0,005	mg/L (ppm)
Fluoretos (F)	0,23	mg/L (ppm)
Ferro total (Fe)	0,014	mg/L (ppm)
Mercúrio (Hg)	0,0003	mg/L (ppm)
Potássio (K)	6,913	mg/L (ppm)
Magnésio (Mg)	7,17	mg/L (ppm)
Manganês (Mn)	0,01	mg/L (ppm)
Sódio (Na)	16,97	mg/L (ppm)
Níquel (Ni)	0,005	mg/L (ppm)
Nitritos (NO2)	0,01	mg/L (ppm)
Nitratos (NO3)	7,15	mg/L (ppm)
Chumbo (Pb)	0,002	mg/L (ppm)
Selênio (Se)	0,005	mg/L (ppm)
Sílica (SIO2)	9,863	mg/L (ppm)
Sulfato (SO4)	1,88	mg/L (ppm)
Zinco (Zn)	0,104	mg/L (ppm)
Alcalinidade total	53,1	mg/L (ppm)
Bário (Ba)	0,079	mg/L (ppm)
Cobalto (Co)	0,005	mg/L (ppm)
Estanho (Sn)	0,01	mg/L (ppm)
Estrôncio (Sr)	0,055	mg/L (ppm)
Lítio (Li)	0,016	mg/L (ppm)
Titânio (Ti)	0,005	mg/L (ppm)
Vanádio (V)	0,005	mg/L (ppm)
Molibdênio (Mo)	0,01	mg/L (ppm)
Antimônio (Sb)	0.002	mg/L (ppm)
Brometo	0.11	mg/L (ppm)

Fonte: CPRM, RIMAS, 2017

19 DISCUSÃO ACERCA DOS POÇOS 3IB-05-PE E 3IB-07-PE (PASSAGEM DE PEDRAS)

Os poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE localizados na região de Passagem de Pedras, município de Ibimirim, foram os principais motivadores para o presente trabalho por apresentarem baixas transmissividades calculadas para o aquífero e vazões pouco expressivas, apesar de possuírem mais que 400 metros de espessuras saturadas e predomínio da fração arenosa. Neste tópico tais poços serão analisados detalhadamente buscando o esclarecimento de algumas questões.

Os ensaios de bombeamentos são os métodos mais tradicionais e com a maior garantia de bons resultados na determinação de parâmetros hidrodinâmicos do aquífero e na avaliação da construção de poços para captação de água. O teste de aquífero tem por principal finalidade a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos: transmissividade (T), condutividade hidráulica (K) e coeficiente de armazenamento (S), além disso podem denunciar heterogeneidades no meio poroso como a existência de fronteiras hidráulicas. Deve-se pontuar que devido a não existência de poços que servissem como de observação para os poços bombeados 3IB-05-PE e 3IB-07-PE não foi possível a determinação do coeficiente de armazenamento.

O teste de produção tem o objetivo de determinar a vazão de explotação do poço e suas perdas de carga totais ($BQ + CQ^n$). O coeficiente B representa as perdas lineares e ocorrem no aquífero, em função do fluxo laminar de água para o poço. Os efeitos de penetração parcial, fronteiras hidráulicas, interferências de outros poços se incluem nessas perdas. As perdas lineares dependem do tempo. O coeficiente C correspondem às perdas não lineares, que não depende do tempo e ocorrem no próprio poço bombeado e nas suas vizinhanças. Em geral depende de: tipo de filtro, % da área aberta dos filtros e sua disposição, grau de desenvolvimento do aquífero, obstruída pelo pré-filtro, incrustação da zona filtrante. Os testes de produção podem ser feitos de forma escalonada ou sucessiva, sendo mais comum o primeiro devido à menor duração de tempo. Os

testes de produção realizados nos poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE foram do tipo escalonado.

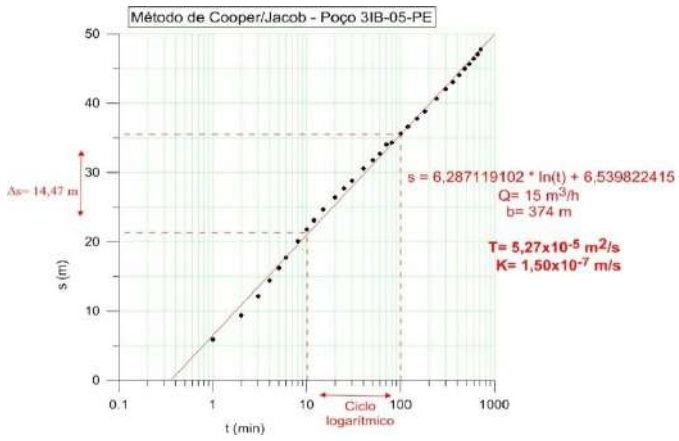
Aqui serão analisados os testes de bombeamentos realizados nos poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE confrontando resultados e expondo gráficos e informações não tão bem exploradas até então.

Analisando o perfil litológico do poço 3IB-07-PE constata-se os primeiros 42 metros são compostos por rochas argilosas da Formação Aliança e observando o perfil do poço 3IB-05-PE há também a ocorrência de sedimentos finos nos primeiros metros do perfil que em ambos os casos conferem um caráter de confinamento ao sistema aquífero. A observação das curvas rebaixamento *versus* tempo deixam claro que o bombeamento foi em regime transitório. Devido às evidências apresentadas os testes foram interpretados pelos métodos de Theis e Cooper/Jacob (quando u<0,01) e não pelo método de Walton-Hantush como feito no Leite *et al*., 1999, haja vista que não foi constatada nenhuma feição de recarga nas curvas rebaixamento *versus* tempo. As interpretações são realizadas através das seguintes expressões:

Método de Theis	$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$	(13)	Onde: s (L) = rebaixamento do poço de observação a uma distância r do poço bombeado. Q (L^3/T) = vazão de bombeamento T (L^2/T) = transmissividade do aquífero K (L/T)= condutividade hidráulica do aquífero b (L) = espessura do aquífero t (T)= tempo de bombeamento
	$K = \frac{T}{b}$	(14)	
Método de Cooper/Jacob	$T = \frac{0{,}183Q}{\Delta s}$	(15)	Onde: t_1 e t_2 (T) = tempos escolhidos no gráfico para um ciclo logarítimico Δs (L) = s_2 - s_1 s_1 e s_2 (L) = respectivos rebaixamentos observados no gráfico para t_1 e t_2 Q (L^3/T) = vazão de bombeamento T (L^2/T) = trasnsmissividade do aquífero S = coeficiente de armazenamento K (L/T)= condutividade hidráulica do aquífero b (L) = espessura do aquífero
	$K = \frac{T}{b}$	(16)	

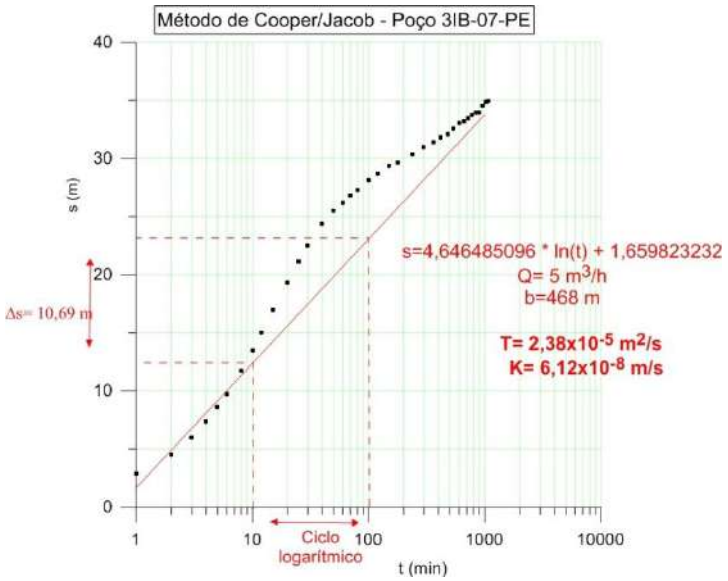
Os gráficos abaixo expõem as interpretações dos testes de aquífero dos poços em questão.

Figura 67 – Interpretação do teste de aquífero do poço 3IB-05-PE. Método de Cooper/Jacob.



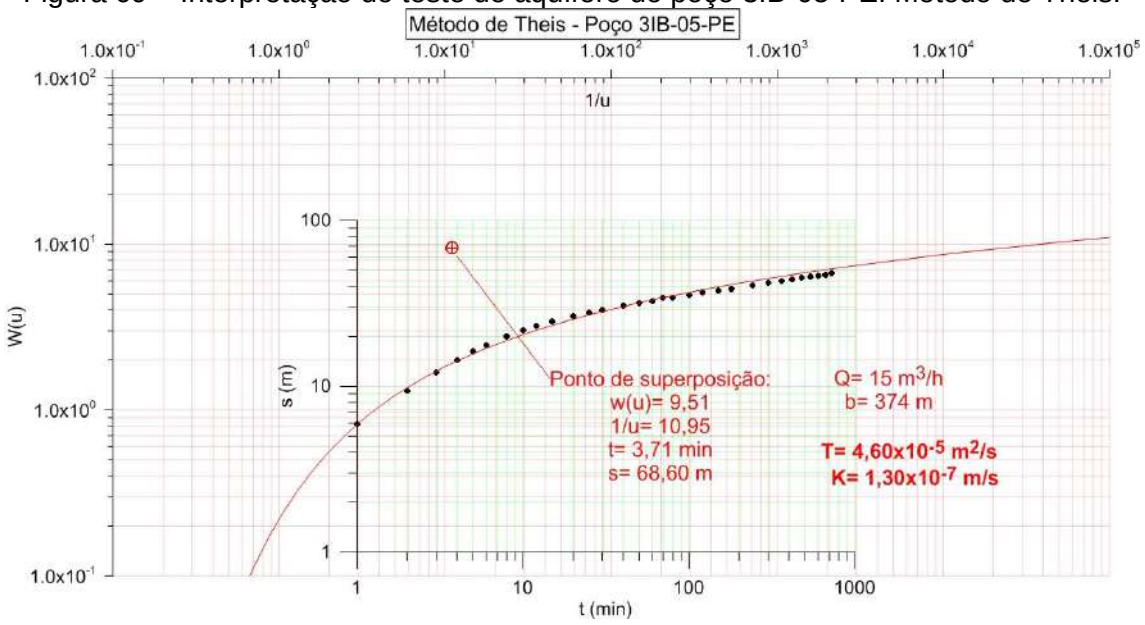
Fonte: o autor, 2017

Figura 68 – Interpretação do teste de aquífero do poço 3IB-07-PE. Método de Cooper/Jacob.



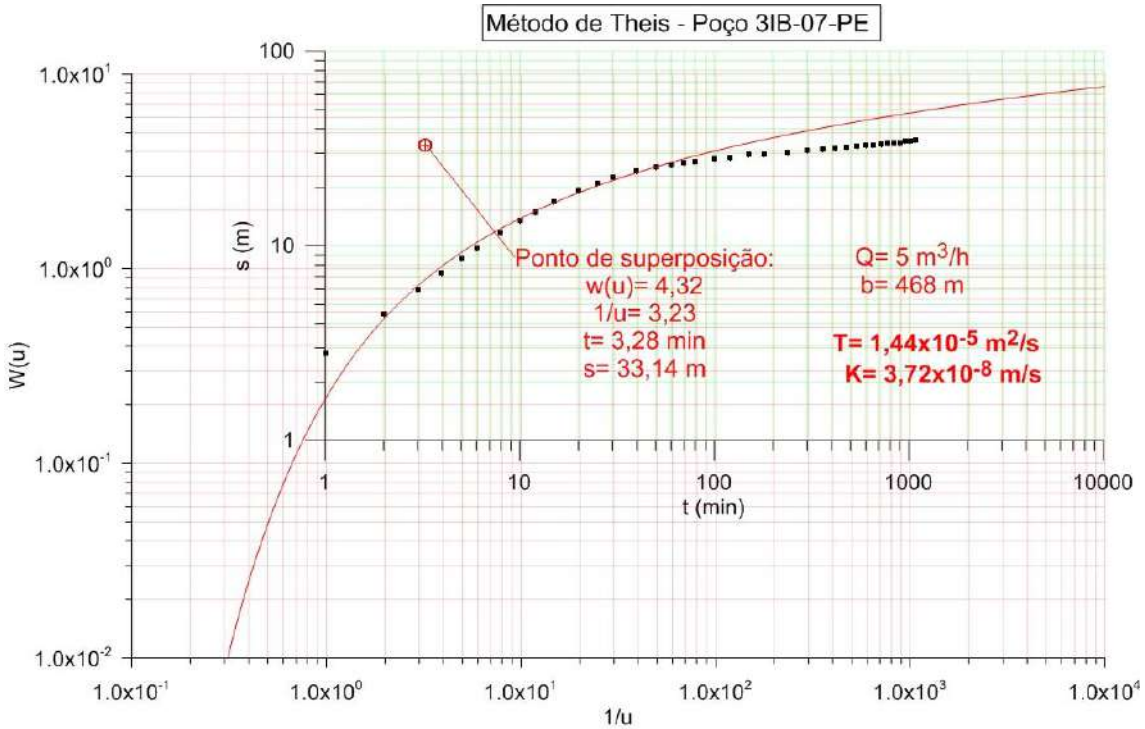
Fonte: o autor, 2017

Figura 69 – Interpretação do teste de aquífero do poço 3IB-05-PE. Método de Theis.



Fonte: o autor, 2017

Figura 70 – Interpretação do teste de aquífero do poço 3IB-05-PE. Método de Theis.



Fonte: o autor, 2017

A tabela 14 apresenta a comparação entre os valores calculados de transmissividade e condutividade hidráulica no presente trabalho e os de Leite *et al*., (1999):

Tabela 14 – Tabela expositiva dos valores de transmissividade e condutividade hidráulica calculados por Leite et al., (1999) e pelo autor do presente trabalho.

Poço	Leite *et al*., 1999			O autor		
	Método utilizado	T (m^2/s)	K (m/s)	Método utilizado	T (m^2/s)	K (m/s)
3IB-05-PE	Cooper/Jacob	$5,44 \times 10^{-5}$	$1,16 \times 10^{-7}$	Cooper/Jacob	$5,27 \times 10^{-5}$	$1,50 \times 10^{-7}$
	Walton/Hantush	$5,02 \times 10^{-5}$	$1,07 \times 10^{-7}$	Theis	$4,60 \times 10^{-5}$	$1,30 \times 10^{-7}$
3IB-07-PE	Cooper/Jacob	$3,95 \times 10^{-5}$	$8,44 \times 10^{-8}$	Cooper/Jacob	$2,38 \times 10^{-5}$	$6,12 \times 10^{-8}$
	Walton/Hantush	$1,48 \times 10^{-5}$	$3,16 \times 10^{-8}$	Theis	$1,44 \times 10^{-5}$	$3,72 \times 10^{-8}$

Fonte: o autor, 2017

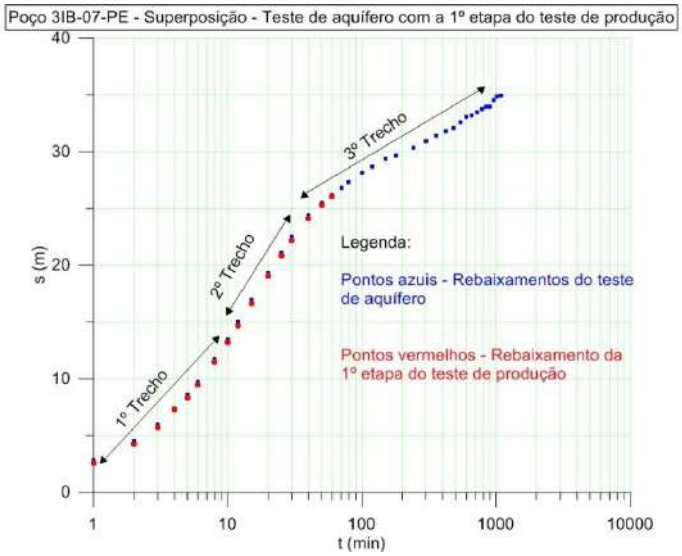
Embora Leite *et al*., (1999) não tenha utilizado o método de Theis é possível notar que os valores de transmissividade calculados são semelhantes aos calculados nesse trabalho. O valor que mais difere é a transmissividade do poço 3IB-07-PE utilizando o método de Cooper/Jacob que chega a ser 39,45% menor do que o calculado por Leite *et al*., *op.cit.*. Essa diferença possivelmente se deve ao ajuste feito na curva rebaixamento *versus* tempo que neste trabalho considerou apenas o primeiro trecho, por refletir melhor as características do aquífero do que os outros trechos, que evidenciam interferências.

É notória a diferença de comportamento entre as curvas rebaixamento *versus* tempo para o teste de vazão contínua dos poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE. Para uma análise dessas distinções foi superposta a curva rebaixamento *versus* tempo do teste de vazão contínua com a da primeira etapa do teste de produção para observar se as curvas possuíam o mesmo comportamento De fato foi percebida a mesma forma das curvas evidenciando uma reflexão de características do poço e do aquífero não tendo ocorrido nenhum tipo de interferência extra aquífero em algum dia do bombeamento desses dois poços.

Na curva do poço 3IB-07-PE (Figura 71) percebem-se nitidamente três trechos: um do início do teste até os 8 minutos de bombeamento, o segundo dos 8 minutos até os 50 minutos e o último trecho dos 50 minutos até os 1080 minutos finais de bombeamento. Na curva do poço 3IB-05-PE (Figura 72) é possível

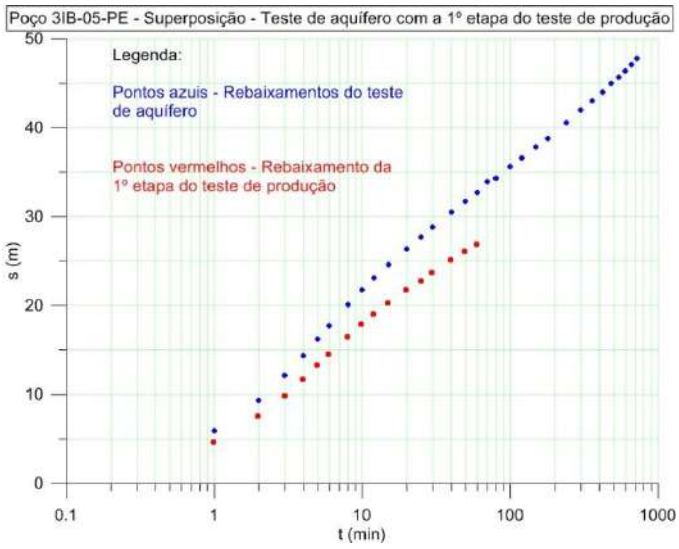
ajustar os pontos a uma reta, apenas dos 8 aos 80 minutos há um discreto aumento nos rebaixamentos. A diferença no comportamento das curvas dos poços aqui em questão pode ser entendida à luz dos perfis construtivos dos mesmos (Anexo 3). No poço 3IB-05-PE os filtros se estendem nas seguintes profundidades: 81,56 - 110,54; 207-225; 231-237; 243-323; 342-354; 373-397metros, totalizando 197 metros de filtros. No poço 3IB-07-PE os filtros se estendem nas seguintes profundidades: 178-187; 249-276; 289-314; 338-363; 369-377; 384-400; 437-462; 496-528 metros, totalizando 166 metros de filtros. A distribuição diferente dos filtros faz com que estes poços captem horizontes de água distintos, com características geológicas próprias, características essas que são percebidas observando o perfil litológico desses poços. No perfil litológico do poço 3IB-07-PE é mais comum a intercalação de arenitos com camadas de siltitos, o que já não é tão comum no poço 3IB-05-PE. As diferentes camadas captadas podem refletir em suas curvas rebaixamento *versus* tempo feições distintas e é essa hipótese defendida aqui.

Figura 71 – Poço 3IB-07-PE - Superposição do teste de aquífero com a 1º etapa do teste de produção. Destaque para os três trechos detectados.



Fonte: o autor, 2017

Figura 72 – Poço 3IB-05-PE - Superposição do teste de aquífero com a 1º etapa do teste de produção.



Fonte: o autor, 2017

O perfil esquemático (corte geológico) encontrado no anexo 1 traça algumas estruturas regionais que deslocam camadas sedimentares e formam possíveis fronteiras hidráulicas. Foi utilizada a equação do raio de influência para se verificar se algumas das estruturas traçadas no perfil esquemático poderiam

exercer alguma influência nos ensaios de bombeamentos de vazão contínua dos dois poços analisados aqui. A equação do raio de influência é:

$$R = 1{,}5\sqrt{\frac{Tt}{S}} \qquad (17)$$

Isolando o t, temos:

$$t = \frac{R^2 S}{2{,}25T}$$

Onde,

R é o raio de influência

T é a transmissividade

S é o coeficiente de armazenamento

t é o instante de bombeamento

A transmissividade utilizada foi a calculada no próprio poço. O coeficiente de armazenamento foi $1{,}63 \times 10^{-4}$, definido no tópico 13. Os raios de influência eram as distâncias entre os poços e as estruturas traçadas no perfil esquemático. Os resultados apontaram que apenas com tempos de bombeamentos muito maiores do que os executados, os cones de rebaixamento se propagariam até estruturas traçadas. No caso do poço 3IB-05-PE o tempo de bombeamento necessário para que o cone de rebaixamento alcance as estruturas seria de 2.101 minutos e o ensaio de bombeamento realizado teve uma duração de 720 minutos. Já no caso do poço 3IB-07-PE o ensaio de bombeamento realizado teve uma duração de 1.080 minutos e o tempo necessário para que o cone de rebaixamento se propague até as estruturas seria de 6.686 minutos.

Continuando as análises os testes de produção escalonados também foram interpretados (anexo 4) e seus resultados comparados aos obtidos por Leite *et al*., (1999). Foram encontradas as equações características dos poços para o momento dos referidos ensaios de bombeamento e para 5, 10 e 15 anos, os resultados e sua comparação podem ser observados abaixo. O B será apresentado em $m/m^3/dia$ e o C em dia^2/m^5.

Tabela 15 – Comparação das equações dos poços para o momento dos referidos ensaios de bombeamento e para 5, 10 e 15 anos.

Poço	Leite *et al*., 1999		O autor	
3IB-05-PE	Sw(teste produção)	0,05234 * Q + 0,0001587 * Q²	Sw(teste produção)	0,03768 * Q + 0,0001800 * Q²
	Sw(5anos)	0,21090 * Q + 0,0001587 * Q²	Sw(5anos)	0,21150 * Q + 0,0001800 * Q²
	Sw(10anos)	0,22200 * Q + 0,0001587 * Q²	Sw(10anos)	0,22361 * Q + 0,0001800 * Q²
	Sw(15anos)	0,22900 * Q + 0,0001587 * Q²	Sw(15anos)	0,23069 *Q + 0,0001800 * Q²
3IB-07-PE	Sw(teste produção)	0,1581 * Q + 0,0001266 * Q²	Sw(teste produção)	0,20219 * Q + 0,0001317 * Q²
	Sw(5anos)	0,4548 * Q + 0,0001266 * Q²	Sw(5anos)	0,57038 * Q + 0,0001317 * Q²
	Sw(10anos)	0,4715 * Q + 0,0001266 * Q²	Sw(10anos)	0,59722 * Q + 0,0001317 Q²
	Sw(15anos)	0,4815 * Q + 0,0001266 * Q²	Sw(15anos)	0,61292 * Q + 0,00013171 * Q²

Fonte: o autor, 2017

Nota-se que no poço 3IB-05-PE o coeficiente C foi 88% maior, o coeficiente B para o momento do teste foi menor 71% enquanto o B para 5, 10 e 15 anos situou-se muito próximo dos encontrados por Leite *et al*., *op.cit.*. No poço 3IB-07-PE o coeficiente C foi 96 % maior, o coeficiente B para o momento do teste foi maior 78% enquanto o B para 5, 10 e 15 anos foi em média 79% maior do que os encontrados na publicação anterior.

Após a definição dos coeficientes B e C procedeu-se o cálculo das eficiências dos poços. Antes da apresentação dos resultados cabem alguns comentários sobre as formas de realização dos cálculos das eficiências de poços. Um poço pode ser considerado eficiente quando se consegue obter uma capacidade produtiva que correspondente ao planejamento e dimensionamento do mesmo. A eficiência de um poço está diretamente ligada ao seu desenho construtivo, onde fatores como diâmetros das tubulações, espessura penetrada. Outro fator relevante na eficiência de um poço está ligada aos procedimentos utilizados na perfuração, quando muitas vezes fluidos de perfuração criam resistência para a passagem de água. O cálculo da eficiência pode ser realizado de duas formas, que abaixo serão apresentadas:

Cálculo da eficiência utilizando a equação característica do poço:

$$E_f = \frac{BQ}{BQ + CQ^n} x100 \qquad (18)$$

Sendo,

B o coeficiente de perdas lineares

C o coeficiente de perdas não lineares

Q é a vazão de bombeamento

A outra possibilidade é o cálculo da eficiência utilizando a razão entre o rebaixamento teórico e o medido:

$$E_f = \frac{S_t}{S_r} 100 \quad (19)$$

Sendo,

s_r o rebaixamento medido

s_t o rebaixamento teórico, que é dado pela equação de Jabob, abaixo:

$$s_t = \frac{0{,}183Q}{T} \log \frac{2{,}25Tt}{r^2 S} \quad (20)$$

Sendo,

s_t é o rebaixamento teórico

Q é a vazão

r é o raio do poço

T é a transmissividade

S é o coeficiente de armazenamento

T é tempo de bombeamento

As eficiências calculadas usando a equação característica do poço tendem a supervalorizar as mesmas. Um vez que, no coeficiente B também contemplam as perdas por penetração parcial e na passagem da água do aquífero pelo pré-filtro. As eficiências calculadas utilizando a razão entre o rebaixamento teórico e medido tendem a refletir mais fielmente as condições reais de operação do poço.

As eficiências para os poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE utilizando as característica do poço resultaram em 36,77% e 92,75%, respectivamente. Porém, ao calcular a eficiência através do rebaixamento teórico e o medido notou-se uma grande incoerência, os rebaixamentos teóricos encontrados eram muito maiores do que os rebaixamentos medidos. Para tentar entender essa questão foi usada a equação de Jacob e da eficiência para que se pudesse

chegar aos rebaixamentos medidos nos ensaios de bombeamento. Observemos primeiro a organização das equações utilizadas:

$$s_t = \frac{0{,}183Q}{T}\log\frac{2{,}25Tt}{r^2S} \quad \text{Equação de Jacob}$$

$$Ef = \frac{s_t}{s_r} \quad \text{Equação da Eficiência}$$

$$s_r = \left(\frac{\frac{0{,}183Q}{T}\log\frac{2{,}25Tt}{r^2S}}{Ef}\right) \quad (21)$$

Os termos dessas equações podem ser encontrados nos comentários das equações das eficiências.

Primeiramente será apresentada a tabela 16 que exibe os rebaixamentos medidos e os rebaixamentos teóricos. No cálculo desses últimos, para o poço 3IB-05-PE, foi considerada a vazão de 15 m^3/h, a transmissividade de $5{,}27x10^{-5}$, o raio do poço de 0,155575 metros, coeficiente de armazenamento médio para a bacia de $1{,}63x10^{-4}$ e eficiência de 36,77%. Para o cálculo dos rebaixamentos teóricos do poço 3IB-07-PE foi utilizada a vazão de 5 m^3/h, a transmissividade de $2{,}37x10^{-5}$ e o raio do poço de 0,155575 metros. Foi considerado um coeficiente de armazenamento médio para a bacia de $1{,}63x10^{-4}$ e eficiência de 92,75%.

Tabela 16 – Rebaixamentos medidos e os rebaixamentos teóricos.

3IB-05-PE			**3IB-07-PE**		
t (min)	**$S_{medidos}$**	**$S_{calculados}$**	**t (min)**	**$S_{medidos}$**	**$S_{calculados}$**
1	5,94	128,18	1	2,82	33,57
2	9,35	140,04	2	4,50	37,04
3	12,13	146,97	3	5,98	39,07
4	14,37	151,89	4	7,33	40,51
5	16,21	155,70	5	8,60	41,63
6	17,71	158,82	6	9,73	42,54
8	20,06	163,74	8	11,75	43,99
10	21,79	167,56	10	13,50	45,10
12	23,13	170,67	12	15,03	46,02
15	24,63	174,49	15	16,92	47,13
20	26,36	179,41	20	19,30	48,58
25	27,73	183,22	25	21,10	49,69
30	28,83	186,34	30	22,49	50,61
40	30,52	191,26	40	24,35	52,05
50	31,74	195,07	50	25,46	53,17

3IB-05-PE			3IB-07-PE		
t (min)	$S_{medidos}$	$S_{calculados}$	t (min)	$S_{medidos}$	$S_{calculados}$
70	33,99	200,83	70	26,83	54,85
80	34,26	203,11	80	27,29	55,52
100	35,62	206,93	100	28,15	56,64
120	36,62	210,04	120	28,68	57,55
150	37,80	213,86	150	29,40	58,67
180	38,81	216,98	180	29,65	59,58
240	40,59	221,90	240	30,35	61,02
300	42,00	225,71	300	30,94	62,14
360	43,05	228,83	360	31,40	63,06
420	44,01	231,46	420	31,78	63,83
480	44,94	233,75	480	32,08	64,50
540	45,66	235,76	540	32,58	65,09
600	46,43	237,56	600	33,07	65,61
660	47,06	239,19	660	33,19	66,09
720	47,78	240,68	720	33,46	66,53
			780	33,72	66,93
			840	33,97	67,30
			900	33,94	67,65
			960	34,50	67,97
			1020	34,86	68,27
			1080	34,91	68,56

Fonte: o autor, 2017

Da observação da tabela 16 fica evidente a incoerência que consiste no fato de que os rebaixamentos teóricos não poderiam exceder os rebaixamentos medidos. Depois de várias tentativas utilizando as equações de Jacob e da eficiência para chegar aos rebaixamentos medidos foram encontrados os seguintes valores:

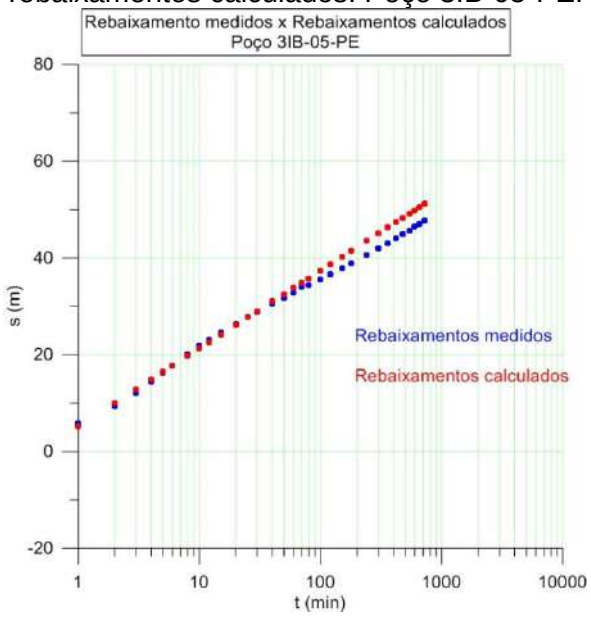
Para o poço 3IB-05-PE foram considerados os mesmos valores de transmissividade, vazão de bombeamento e raio do poço. Para o coeficiente de armazenamento foi utilizado o valor de 14% e eficiência de 90%. Apenas com esses valores foi possível construir o gráfico da figura 73, que exibe os rebaixamentos medidos no teste de vazão contínua e os rebaixamentos calculados aqui. É preciso considerar que coeficientes de armazenamento altos como da ordem de 14% são muito elevados e não se adequam à realidade do

sistema aquífero Tacaratu-Inajá. Além desse fato, a eficiência de 90% utilizada é extremamente alta, também incompatível com os casos reais conhecidos.

Para o poço 3IB-07-PE foram considerados os mesmos valores de transmissividade, vazão de bombeamento e raio do poço. Foi utilizado um coeficiente de armazenamento de 10% e eficiência de 95%. Admitindo tais valores foi construído o gráfico da figura 74. Um coeficientes de armazenamento da ordem de 10% ainda é muito elevada. Soma-se a isso o uso de uma eficiência de 95%, que assim como no caso anterior, é incompatível com os casos reais conhecidos.

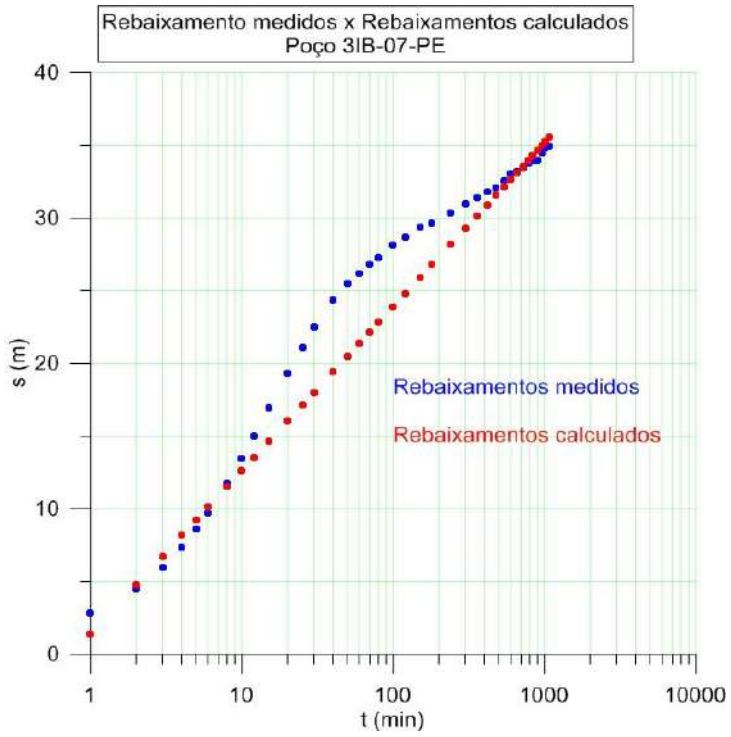
Os dados que permitem reproduzir as curvas rebaixamento *versus* tempo, dos ensaios de bombeamentos realizados nos poços de Passagem de Pedras, foram transmissividade calculada no poço de produção, o seu raio e a vazão de bombeamento. Por outro lado, a necessidade de utilizar coeficientes de armazenamento e eficiências incompatíveis indicam problemas construtivos dos poços.

Figura 73 – Gráfico exibindo os rebaixamentos medidos no teste de aquífero e os rebaixamentos calculados. Poço 3IB-05-PE.



Fonte: o autor, 2017

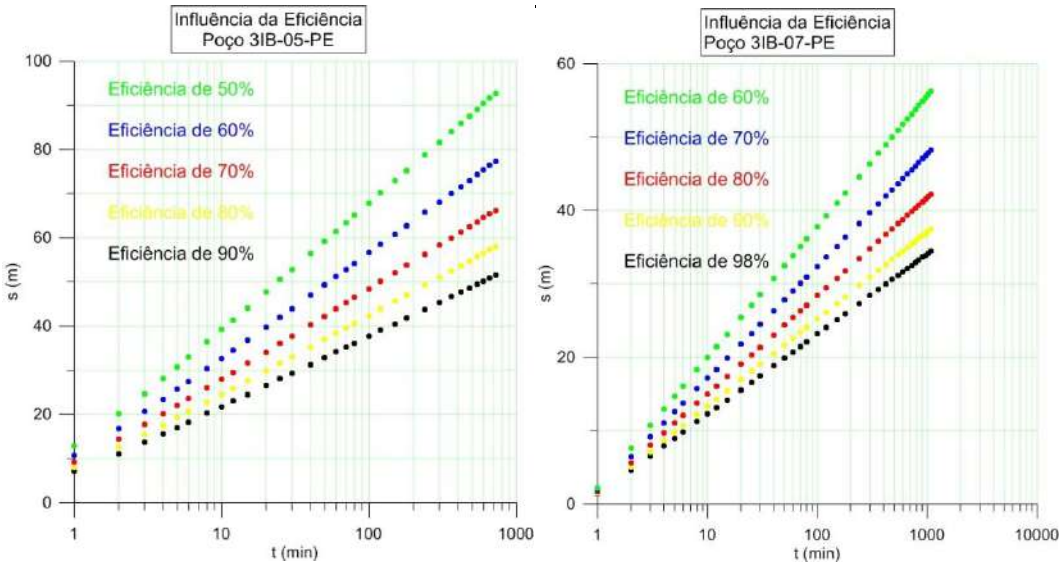
Figura 74 – Gráfico exibindo os rebaixamentos medidos no teste de aquífero e os rebaixamentos calculados. Poço 3IB-07-PE.



Fonte: o autor, 2017

Diante do exposto até aqui e tendo em vista a importância do conceito da eficiência para o entendimento do comportamento dos poços de Passagem de Pedras, foram construídos gráficos para elucidar mais essa questão. O gráfico da figura 75 exibe a influência da eficiência de um poço na forma da curva rebaixamento *versus* tempo de um ensaio de bombeamento de vazão contínua. Pode-se observar que quanto menores as eficiências maiores são as inclinações das retas de ajuste e quanto maiores as inclinações menores serão transmissividades calculadas. Diante do exposto, considerando a baixa eficiência do poço 05 e o problema, como demonstrado, no cálculo dos rebaixamentos teóricos em ambos os poços, fica evidente que as transmissividades calculadas certamente foram influenciadas pelos problemas construtivos nos poços.

Figura 75 – Influência da eficiência de um poço na forma da curva rebaixamento versus tempo de um teste de vazão contínua. Poço 3IB-05-PE e Poço 3IB-07-PE.



Fonte: o autor, 2017

Ainda acerca dos parâmetros hidrodinâmicos calculados nos poços de Passagem de Pedras, a condutividade hidráulica média é da ordem de $1x10^{-8}$ m/s. Este valor é considerado extremamente baixo, equivalente a condutividade hidráulica de sedimentos argilosos e não representa a realidade do sistema aquífero estudado aqui, que é essencialmente arenoso. Tal constatação é mais um elemento para corroborar que os cálculos dos parâmetros do aquífero a partir dos rebaixamentos medidos nos poços em questão não representam bem a realidade.

João Manoel, citação oral, relata uma situação ocorrida no município de Juazeiro do Norte, no qual foi feita uma bateria de poços e cada poço possuía uma capacidade de produção da ordem de 80 m^3/h e apenas um desses poços apresentou uma vazão de produção de 5 m^3/h. Depois de uma extensa análise optou-se por um novo desenvolvimento do poço utilizando o método de jateamento. Depois desse procedimento o poço passou a produzir 75,0 m^3/h, semelhante aos demais. Este relato endossa a hipótese aqui levantada de que problemas construtivos podem acarretar em baixa eficiência do poço, que o leva a ter pequena capacidade de produção.

A despeito de todas as evidências aqui apresentadas apenas a construção de poços de observação, para cada um dos poços de bombeamento, distando em média 20 metros, poderá esclarecer categoricamente a que se devem as baixas vazões e transmissividades calculadas.

Apesar das limitações dos dados de Leite *et al*., (1999) serão feitos aqui alguns comentários sobre os rebaixamentos disponíveis e as vazões que podem ser fornecidas para que esses poços não ultrapassem esses rebaixamentos em 5, 10 e 15 anos de bombeamento contínuo.

Para o cálculo do rebaixamento disponível considerada a seguinte equação:

$$RD = PC – SC – NE – VS – I \quad (22)$$

Onde,

PC é a profundidade do crivo da bomba

SC é a submergência do crivo da bomba

NE é o nível estático

VS é a variação sazonal

I é a interferência de outros poços

Para o poço 3IB-05-PE foi considerada a profundidade do crivo da bomba de 205 metros. Submergência adotada do crivo da bomba de 3 metros. Nível estático de 25,27 metros conforme os dados do poço. A variação foi considerada igual a zero por se tratar de um aquífero confinado. Interferência igual a 50,24 metros calculada a partir da equação de Jacob. O rebaixamento disponível do poço 3IB-05-PE é de 126,48 metros.

Para o poço 3IB-07-PE foi considerada a profundidade do crivo da bomba de 194,69 metros. Submergência adotada do crivo da bomba de 3 metros. Nível estático de 35,37 metros conforme os dados do poço. A variação foi considerada igual a zero por se tratar de um aquífero confinado. Interferência igual a 64,71 metros calculada a partir da equação de Jacob.

As vazões de explotação calculadas para 5, 10 e 15 anos para ambos os poços podem ser observadas na tabela abaixo:

Tabela 17 – Vazões de explotação calculadas para 5, 10 e 15 anos para os poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE.

Poço	**Vazões de explotação (m^3/h)**		
	5 anos	**10 anos**	**15 anos**
3IB-05-PE	18,17	17,59	17,26
3IB-07-PE	6,46	6,19	6,04

Fonte: o autor, 2017

Os resultados acima apresentados contrastam do de Leite *et al*., (1999) pois o mesmo estima para o poço 3IB-05-PE um rebaixamento disponível de 103 metros do próprio poço mais 37 metros referente à interferência do poço 3IB-07-PE. Somando esses rebaixamentos são totalizados 140 metros totais. Tal rebaixamento foi calculado para uma vazão de explotação de 15 m^3/h para 15 anos. Segundos os cálculos realizados no presente trabalho o rebaixamento disponível total seria de 126,48 metros e a vazão de explotação para 15 anos de 17,26 m^3/h.

No caso do poço 3IB-07-PE os resultados de Leite *et al*., (1999) apontam para um rebaixamento disponível de 60 metros do próprio poço mais 111 metros referente à interferência do poço 3IB-05-PE, totalizando 171 metros de rebaixamento total e uma vazão de explotação de 5 m^3/h para 15 anos. Segundos os cálculos realizados aqui o rebaixamento disponível seria de 91,60 metros e a vazão de explotação para 15 anos de 6,04 m^3/h.

Para os cálculos realizados no presente trabalho o sistema possui uma capacidade de produção de 23,3 m^3/h para 15 anos. Chama a atenção que se for apenas utilizado o poço 3IB-05-PE a capacidade de produção para 15 anos seriam de 22,46 m^3/h. Considerando exclusivamente o quantitativo de água, por uma margem pequena, de 0,84 m^3/h, é viável utilizar os dois poços. Porém, na prática, devem ser avaliados todos os custos que envolvem o funcionamento dos dois poços para que se conclua se 0,84 m^3/h compensam os gastos empregados. Leite *et al*., *op.cit.* se restringe ao comentário de que a capacidade do sistema é de 18 m^3/h para 15 anos.

20 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A área mapeada repousa sobre as seguintes unidades geológicas: o embasamento cristalino representado por uma rocha granítica com granulação grossa; Formação Tacaratu representada por rochas predominantemente arenosas de granulometria grossa; Formação Inajá é constituída por arenitos finos e médios exibindo um acamamento com mergulho médio de 40° para SW; Formação Aliança, bastante intemperizada, se caracteriza por um solo argiloso com tons mais escuros passando de uma cor marrom até avermelhada; depósitos Colúvio-eluviais são essencialmente arenosos e quartzosos podendo ocorrer granulometrias médias e finas.

Na maioria das unidades geológicas é marcante a influência das estruturas regionais refletindo bandas de deformações e espelhos de falhas nas sequências sedimentares. Nas formações Tacaratu e Inajá são mais comuns a ocorrência de estruturas de alto ângulo com orientação NE-SW. Quatro grandes estruturas são cartografadas, todas com orientação NE-SW; uma delas tem caráter normal responsável pela formação de uma escarpa de em média sessenta metros de altura.

No que tange à hidrogeologia as formações Tacaratu e Inajá compõe um sistema aquífero que apesar de em algumas áreas aflorar tem um comportamento hidráulico do tipo confinado devido a existência de camadas de sedimentos finos, que foram verificadas tanto em afloramentos como nos perfis litológicos dos poços.

A partir de 15 poços que possibilitaram a medição no nível estático foi elaborado o mapa potenciométrico. Este por sua vez deixa clara uma orientação do fluxo da água subterrânea de leste para oeste com uma inflexão para noroeste. Há também cones de rebaixamento que se relacionam com regiões onde a captação de água ocorre de forma mais intensa. Comparado ao mapa potenciométrico já publicado não foram verificadas mudanças significativas indicando que o sistema aquífero em questão ainda está em uma fase inicial de explotação. Outra possibilidades é a de que os volumes bombeados não terem

sido suficientes para causarem variações significativas entre as potenciometrias traçadas.

Os parâmetros hidrodinâmicos do sistema aquífero Tacaratu/Inajá para a área delimitada no presente estudo foram: transmissividade de 2 x 10^{-4} m^2/s; condutividade hidráulica de 5,35 x 10^{-7} m/s e coeficiente de armazenamento de 1,63 x 10^{-4}.

A VEN para a região trabalhada é de 52,70 m^3/h, relativamente baixa, devido possivelmente às baixas transmissividades do aquífero.

As reservas estimadas para a área de estudo totalizaram 16.830,00 hm^3, representando a soma das reservas de pressão e de saturação.

Com relação ao cálculo do excedente hídrico constatou-se que os valores de excedente hídrico para um determinado mês diminuem com o aumento da probabilidade.

Foram medidas a condutividade elétrica da água e pH. Com relação ao pH observou-se que grande parte das medidas situou-se em um intervalo ácido e não recomendado pela portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. O mapa de pH permitiu a constatação de que as águas ácidas se concentram a sul da área trabalhada e à medida que se direciona para o norte ocorrem as águas mais alcalinas, passando na região central pelas águas intermediárias. Com relação aos sólidos totais dissolvidos, com exceção dos 6 valores anômalos, os valores STD estão abaixo do limite de potabilidade do ministério da saúde e as águas podem ser classificadas como doces.

Tendo em vista os altos teores de nitrato nas águas analisadas no poço RIMAS, recomenda-se que mais análises físico-químicas possam ser realizadas na região trabalhada. A partir de um maior número de pontos investigados poderá ser entendida a abrangência dessa característica química.

No que tange especificamente aos poços de 3IB-05-PE e 3IB-07-PE, de Passagem de Pedras, foi constatado que, depois de diversas tentativas, apenas admitindo eficiências extremamente elevadas e coeficiente de armazenamento não condizentes com a realidade do sistema aquífero Tacaratu-Inajá é possível chegar aos rebaixamentos medidos nos ensaios de bombeamento. Evidências como essas apontam para problemas na construção desses poços que, como

demonstrado, diminuem sensivelmente as eficiências dos poços, mascarando os parâmetros hidrodinâmicos reais do aquífero.

As diferentes formas das curvas rebaixamento *versus* tempo dos testes de vazão contínua podem também estar relacionadas com os distintos horizontes captados, haja vista a diferente localização dos filtros ao longo dos poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE.

As baixas condutividade hidráulica média da ordem de 10^{-8} calculada para os poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE não correspondem às sequências sedimentares das formações Tacaratu e Inajá. Tal constatação confirma que os cálculos dos parâmetros do aquífero, a partir dos rebaixamentos medidos nos poços em questão, não representam bem a realidade do aquífero estudado.

Recomenda-se a construção de um poço de observação para cada um dos poços 3IB-05-PE e 3IB-07-PE, distando em média 20 metros, para que novos dados de rebaixamento e tempo possam ser coletados, sem a influência das características dos poços produtores, e novas interpretações possam esclarecer, categoricamente, os motivos para as baixas vazões e transmissividades calculadas. Acrescenta-se ainda que com a existência de poços de observação o coeficiente de armazenamento também poderia ser obtido.

REFERÊNCIAS

Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC). **Bacias hidrográficas de Pernambuco**: rio Moxotó. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=18 Acesso em: 05 jun. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Águas Subterrâneas.** Um recurso a ser conhecido e protegido. associação brasil eira de águas subterrâneas e PETROBRAS. 2007. Contrato 6000.0027020.06.2 Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas: PETROBRAS, 2007. Contrato 6000.0027020.06.2

ARAGÃO, M.A.N.F.; COSTA, I.P.; SILVA, O.B.; Influence of compressive stresses on the structure of the Recôncavo/Tucano/Jatobá rift and on the tectonic control of its petroleum accumulations. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos-SNET, 7., Lençóis: **Anais [...]**, Sociedade Brasileira de Geologia, 1999. p. 55-59.

ARAI, M. Revisão estratigráfica do cretáceo inferior das bacias interiores do nordeste do Brasil. **Geociências,** v. 25, 2006. n. 1, p. 7–15.

ASSINE, M. L. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, 1992. n. 3, p. 289–300.

ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, 2007. n. 2, p. 371–389.

BAIRD, C.; CANN, M. Química Ambiental. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BARRETO, P.D.A. Análise da deformação frágil da porção E da Bacia do Jatobá e do seu embasamento circundante. Relatório de graduação em geologia - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2006. 79 p.

BARRETO, P.M.C. Paleozoico da Bacia do Jatobá, Pernambuco. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 17. 1968. n. 1, p. 29–45.

BEURLEN, K. Novos equinóides no Cretáceo do Nordeste do Brasil. Anais da Academia de Ciências, v. 38, 1966. n. 3/4, p. 455-464.

BEURLEN, K. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). **Anais da Academia de Ciências.** 1971., v. 43, n. supl, p. 411-415.

BONGIOLO, D.E., SCHERER, C.M.S.S. Facies architecture and heterogeneity of the fluvial–aeolian reservoirs of the Sergi formation (Upper Jurassic),

Recôncavo Basin, NE Brazil. **Marine and Petroleum Geology**., v. 27, 2010. n. 9, p. 1885-1897.

BRAUN, O.P.G. Estratigrafia dos Sedimentos da Parte Inferior da Região Nordeste do Brasil (Bacias do Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe). Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1966. Boletim 236, 75 p.

BRAUN, O. P. G. A respeito do “Paleozóico da Bacia de Jatobá, Pernambuco”. Rio de Janeiro: **Revista Mineração e Metalurgia**, v. 53, 1970. n. 309-312, p. 100–9, 240.

BRITO NEVES, B.B.; MANOEL FILHO, J. Geologia e províncias Hidrogeológicas da Bahia. *In*: CONG. BRAS. GEOL., 26. Belém, 1972. **Anais [...]** Belém SBG. 1972.v. 2, p. 195-215.

BRITO NEVES, B. B. Regionalização tectônica do precambriano nordestino. 1975. 189 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975

BRITO NEVES, B.B.; VAN SCHMUS, W.R.; SANTOS, E.J.; NETO, M.; KOZUCH, M. O evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. **Revista Brasileira de Geociências**., v. 25, 1995. n. 4, p. 279-296.

BRITO NEVES, B.B.; SANTOS, E.J.; VAN SCHMUS, W.R. Tectonic history of the Borborema Province. *In*: CORDANI, U.G. et al. Tectonic evolution of the South America. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. p.151-182.

BRUNI, M.A.; CORDANI, U.G.; CAMPOS, D.R.B. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Folha Aracaju (SC. 24). Brasília: DNPM/DGM. 1976.

BUENO, G.V. Serra do Tonã: um elo estratigráfico entre as bacias de Tucano Norte (BA) e Araripe (CE), Nordeste do Brasil. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 4. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista. **Anais [...]** 1996. p.143–146.

CAIXETA, J. M.; BUENO, G.V.; MAGNAVITA, L.P.; FEIJÓ, F.J. Bacias de Recôncavo, Tucano e Jatobá. ***Boletim de Geociências da Petrobras***, 1994.v. 8, n. 1, p. 163–172.

CAMPOS NETO, O.A.; SOUZA-LIMA, W.; CRUZ, F.E.G. Bacia de Sergipe-Alagoas**. Boletim de Geociências da Petrobras**, 2007 .v. 15, n. 2, p. 405-415.

CAPUTO, M. V.; CROWELL, J. C.; Migration of glacial centers across Gondwana during Paleozoic Era. **Bulletin of the Geological Society of America**, 1985. v. 96, p. 1020-1036.

CARDOSO, R.N. Conchostráceos do Grupo Bahía: Brasil. **Boletim do Instituto de Geologia***,* 1966. v. 1, n. 2, p. 1-76.

CARMONA, L. C. M. **Geologia, geoquímica e avaliação econômica do migmatito Rosa Imperial, domínio meridional da Província Borborema, nordeste brasileiro**. 2000. 202 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

COIMBRA, J.C.; ARAI, M.; CARREÑO, A.L. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe Basin, northeastern Brazil. **Geobios**, v. 35, 2002. p. 687-698.

CORREIA, E. G. Contribuição da refração sísmica no delineamento do arcabouço estrutural da Bacia de Jatobá. *In*: **Coletância de relatorios de exploração (II).** 1965. Rio de Janeiro: Petrobrás, CENPES: 41-66.

COSTA, I. P.; MILHOMEM, P.S.; CARVALHO, M.S. Bacias sedimentares brasileiras: **Bacia de Jatobá. Aracaju: Fundação Paleontológica Phoenix**, 2003.

COSTA, I.P.; BUENO, G.V.; MILHOMEM, P.S.; SILVA, H.S.L. E; KOSIN, M.D. Sub-bacia de Tucano Norte e Bacia de Jatobá. **Boletim de Geociências da Petrobras,** v. 15, 2007. n. 2, p. 445–453.

COSTA FILHO, W. D.; DEMÉTRIO, J. G. A.; FEITOSA, E. C.; FILHO, J. M., Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro. **Hidrogeologia da Bacia do Jatobá: Sistema Aquífero Tacaratu/Inajá**. 2008. Recife: UFPE/CPRM/FINEP.

DANTAS, J. R. A.; LIMA-FILHO, C. A. **Síntese da geologia de Pernambuco**. 2007. Disponível em: http://www.dnpm.gov.br/dstpe/trabalhos/Sint_PE/SintesePE_03.htm. Acesso em: 04 jun. 2017.

DAVISON, I. Tectonics and hydrocarbon distribution along the Brazilian South Atlantic margin. *In*: N. R. Cameron; R. H. Bate; V. S. Clure (Eds.); The Oil and Gas habitats of the South Atlantic. London: **Special Publications of Geological Society**, 1999. 153rd ed., p.133–151.

DELGADO, I. M.; SOUZA, J. D.; SILVA, L. C.; SILVEIRA FILHO, N. C.; SANTOS, R. A.; PEDREIRA, A. J.; GUIMARÃES, J. T.; ANGELIM, L. A. A.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; LACERDA FILHO, J. V.; VALENTE, C. R.; PERROTTA, M. M.; GONÇALVES, J. H. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: **Textos, mapas e SIG.** Brasília: CPRM. 2003.

DEMETRIO, J.G.A.; CORREIA, L.C.; SARAIVA, A.L.; Utilização de Imagens STRM na Confecção de Mapas Potenciométricos, **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, Curitiba, 2006.

DERBY, O.A. Contribuicoes para o estudo da geologia do Valle do rio São Francisco. **Arquivos do Museu Nacional**, 1878. *4*: 87-119.

DERBY, O.A. Geology of the Rio Sao Francisco, Brazil. **American Journal of Sciences***, 3rd Series*, 19, 119, 1880. p. 236.

DINIZ, J. A. O.; MORAIS, F.; BORBA, A. L. S.; TROIAN, G. C., Relatório Diagnóstico Aquífero Tacaratu Bacia Sedimentar Jatobá. **Recursos Hídricos Área: Recursos Hídricos Subterrâneos.** Subárea: Levantamento de Recursos Hídricos Subterrâneos. 2012. Vol. 3. CPRM.

DUNHAM, R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W. E. (ed.), **Classification of carbonate rocks: American Association of Petroleum Geologists Memoir**, 1962. p. 108-121.

Embrapa: http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm. (1986 e 1988) Acessado em 22 ago. 2017.

FAMBRINI, G.L.; LIMA-FILHO, M.F.; COSTA, B.H.; JESUINO, P.C.L.; TESSER JUNIOR, S. Sistemas fluviais entrelaçados de alta energia da Formação São Sebastião na Bacia de Jatobá, Nordeste do Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 43. Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia. 2006. **Anais[...]**. p. 289.

FAMBRINI, G.L.; LIMA-FILHO, M.; TESSER JUNIOR, S; COSTA, B.H.; JESUINO, P.C.L.; VALENCA, L.M.M.; NEUMANN, V.H.M.L. Paleocorrentes fluviais da Formação São Sebastião, Bacia de Jatobá, NE do Brasil. *In*: Simpósio de Geologia do Nordeste, 22. Natal. 2007. **Anais[...]**, p. 45.

FAMBRINI, G.L.; NEUMANN, V.H.M.L.; LEMOS, D.R.; ARAÚJO, J.T.; LIMA-FILHO, M.F.; SILVA-FILHO, W.F. Stratigraphy and sedimentology of the Rift Initiation to Rift Climax stages of the Araripe Basin, Northeastern Brazil: new considerations. In: **International Sedimentological Congress**, 18., Mendoza, Argentina, *Abstracts Volume...* Mendoza: IAS/PETROBRAS, 2010, p. 333. 1 CD-ROM.

FAMBRINI, G.L.; LEMOS, D.R.; TESSER JUNIOR, S.; ARAÚJO, J.T.; SILVA-FILHO, W.F.; SOUZA, B.Y.C.; NEUMANN, V.H.M.L. Estratigrafia, Arquitetura Deposicional e Faciologia da Formação Missão Velha (Neojurássico-Eocretáceo) na Área-Tipo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: Exemplo de

Sedimentação de Estágio de Início de Rifte a Clímax de Rifte. **Geologia USP, Série Cientifica**,.v. 11, 2011 n. 2, p. 55-87.

FAMBRINI, G.L.; NEUMANN. V.H.M.L.; BARROS, C.L.; AGOSTINHO, S.M.O.; GALM, P.C.; MENEZES-FILHO, J.A.B.. Análise estratigráfica da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: implicações paleogeográficas. **Geologia USP. Série Científica**, v. 13, 2013a. n. 4, p. 3-28.

FAMBRINI, G.L.; NEUMANN, V.H.M.L.; MENEZES-FILHO, J.A.B.; ROCHA, D.E.G.A.; DURVAL, L.G.; JESUINO, P.C.L. Fácies e sistemas deposicionais da Formação São Sebastião (Eocretáceo), Bacia De Jatobá, PE: contribuição à evolução geológica do Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá, Nordeste Do Brasil. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 25. **Gravatá: Conferências e resumos, Boletim 23**, p. 176-177. 2013b.

FOLK, R.L. Spectral subdivision of limestone types, in Ham, W.E., ed., Classification of carbonate Rocks-A Symposium: **American Association of Petroleum Geologists Memoir 1**, 1962. p. 62-84.

FEITOSA F. A. C. Estudo Hidrogeológico do Aquífero Cabeças no Médio Vale do Rio Gurguéia/PI. Volume 1. Dissertação de Mestrado (Geicoências). Centro de Tecnologias da Universidade Federal de Pernambuco. 1990.

FEITOSA. F. A. C.; VIDAL. C. **Estudos Hidrogeológicos de Bacias Sedimentares da Região Semi-árida do Nordeste Brasileiro**. CPRM. 2004.

FEITOSA. F. A. C.; MANOEL. F. J.; FEIOTOSA. E. C.; DEMETRIO. L. G. A. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações.** 3º edição. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID. 2008.

FREITAS, F.I.; HESSEL, M.H.; NOGUEIRA NETO, J.A. Troncos fósseis da Formação Missão Velha na porção leste da Bacia do Araripe, Ceará. **Revista de Geologia**. v. 21, 2008. n. 2, p. 193-206.

GHIGNONE, J.I. Ensaio de paleogeografia do Nordeste e as sequências sedimentares. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 26. Belém: **Anais Sociedade Brasileira de Geologia**. v. 3. 1972. p. 21–28.

GHIGNONE, Geologia dos sedimentos fanerozóicos do Estado da Bahia, in: Inda, H.A. V (Ed.), **Geologia e Recursos Minerais Do Estado Da Bahia. Salvador**, 1979. pp. 24–117.

GUZMÁN, J.; FAMBRINI, G L.; OLIVEIRA, E. V.; USMA, C. D., Estratigrafia da Bacia de Jatobá: Estado da Arte. **Estudos Geológicos**. v. 25, n.1. 2015.

HAUSMAN, A. Províncias hidrogeológicas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria de Estado dos Negócios das Obras Públicas. 1963. 27p. 1 mapa anexo

JARDIM DE SÁ, e. f. A Faixa Seridó (Província Borborema, nordeste do Brasil) e o seu significado geodinâmica na cadeia brasiliano/pan africana. brasília-df. Tese de Doutorado, n.3, Instituto de Geociências-Universidade de Brasília, 1994 .804 p

KING. L. C. A. Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro. v. 18, 1956. n. 2, p. 147-266.

KUCHLE, J. Análise tectono-estratigráfica de bacias rifte. Porto Alegre, Tese de Doutorado em Geociências - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.

KUCHLE, J.; SCHERER, C.M.D.S.; BORN, C.C.; ALVARENGA, R.D.S.; ADEGAS, F.A Contribution to regional stratigraphic correlations of the Afro-Brazilian depression – The Dom João Stage (Brotas Group and equivalent units – Late Jurassic) in Northeastern Brazilian sedimentary basins. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 31, 2011. n. 4, p. 358-371.

LEAL, A. S. **Inventário hidrogeológico do Nordeste**, folha 19, Aracajú-NO, SUDENE. Aracajú: Div. Doc., 1970. 242 p. (Série Hidrogeologia, 33).

LEAL, J. M, MELO, J. G. **Bacia Sedimentar de Jatobá-PE** (estudo hidrogeológico). 1983. Recife. SUDENE – DRN - Div. Rec. Min.

LEITE, J. F.; PIRES, S. T. M,; ROCHA, D. E. G. A., **Estudo Hidrogeológico da Bacia do Jatobá – PE – Área Passagem de Pedras** – CPRM – Série Hidrogeologia – Estudos e Projetos – Vol.4. Recife/PE. 1999.

LEITE, J. F.; PIRES, S. T. M,; ROCHA, D. E. G. A. **Estudo Hidrogeológico da Bacia do Jatobá** – PE –CPRM – Série Hidrogeologia – Estudos e Projetos – Vol.7. Recife/PE. 2001.

LIMA, R.P.; NEUMANN, V.H.M.L.; ROCHA, D.E.G.A.; MIRANDA, T.S.; GONÇALVES, L.R.L.; BARBOSA, J.A.; SANTOS, C.A.; LIMA-FILHO, M.F.; FAMBRINI, G.L.; MENEZES-FILHO, J.A.B. Sedimentologia e Estratigrafia do Paleolago Aptiano da Bacia de Jatobá. *In*: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, 5. Florianapolis. 2011. **Anais[...] .**CD-ROM.

LOPES, A. V. G. Caracterização Química das Águas Subterrâneas do Aquífero Fissural do Município de Iguaraci-PE. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação e, Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. 2005.

MABESOONE, J. M; CASTRO, C. Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste Brasileiro. Boletim do Núcleo Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia. 1975. 3: 3-5

MCNEELY, R. N.; NEIMANIS, V. P.; DWYER, L. Water Quality Sourcebook: A Guide to Water Quality Parameters. Ottawa, Canadá. 1979.

MAGNAVITA, L. P. Geometry and kinematics of the Recôncavo-Tucano-Jatobá Rift, NE Brazil. University of Oxford, Earth Sciences Department, Wolfson College, Oxford, 1992. Tese de doutoramento em Geociências, 493 p.

MAGNAVITA, L.P.; CUPERTINO, J.A. Concepção atual sobre as bacias de Tucano e Jatobá, Nordeste do Brasil. Boletim de Geociências da Petrobras, v. 1, 1987. n. 2, p. 119-134.

MAGNAVITA, L.P.; DESTRO, N.; CARVALHO, M.S.S.; MILHOMEM, P.S.; SOUZA-LIMA, W. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia de Tucano. Aracaju: Fundação Paleontológica Phoenix, 2003. Disponível em: http://www.phoenix.org.br/Phoenix52_Abr03.htm. Acesso em: 13 fev. 2016.

MAGNAVITA, L.P.; SZATMARI, P.; CUPERTINO, J.A., DESTRO, N., D.G., R. The Recôncavo Basin. In: Roberts, D.G., Bally, A.W. *Regional Geology and Tectonics: Phanerozoic Rift Systems and Sedimentary Basins*. Amsterdam: **Elsevier Science**, 2012. p. 383-420.

MARENGO J. A.; SILVA DIAS P. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos *In*: **Águas doces no Brasil** - capital ecológico, usos múltiplos exploração racional e conservação. Rebouças, A. da C.; Braga Jr., B.; Tundisi, J. G. (ed.) 2ns Ed. IEA/USP, 2007. p. 63-109.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, Impactos e adaptação as mudança de clima no semi árido do Brasil, *In* Parcerias Estrategicas/Centro de Gestão de Estudos Estratégicos-Ministerio da Ciencia e Tecnologia, v.1, n.1, Braslia DF, p. 149-176, 2009.

MEDEIROS, V. C. Folha Garanhuns, escala 1:250.000: integração geológica. Recife: CPRM,1998. 22 p.

MELLO, A.A.; COSTA, A.C., MENDES, V.A.; HAMA M. Elementos ectonoestruturais do Nordeste orienta. *In*: SIMP. GEOL. NORDESTE. , Campina Grande-PB, 1977. **Atlas Campina Grande**, p. 343-362.

MELO, J. G., Estudo hidrogeológico da Bacia Sedimentar do Jatobá; recursos exploráveis e dispositivos de captação. Recife, UFPE, Centro de Tecnologia. 1980. Dissertação de Mestrado.

MENEZES FILHO, N.R.; SANTOS, R.A.; SOUZA, J. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil; carta geológica, carta metalogenética/previsional - escala 1:100.000 (Folha SC.24-X-C-V Santa Brígida). 1988. Estado da Bahia. Brasilia: DNPM/CPRM.

Ministério da Saúde Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.

MISSURA, R. Bacia do riacho Pioré-PE., análise morfotectônica e morfoestratigráfica / Ronaldo Missura. – Recife. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós–Graduação em Geografia, 2013.

MOUNGUENGUI, M.M.; LANG, J.; GUIRAUD, M. Sedimentary dynamics and extensional structuring related to early Cretaceous rifting of Neocomian and Barremian deposits of the interior Basin of Gabon. **Journal of African Earth Sciences**, v. 51, 2008 p. 239-256.

NEUMANN, V.H.M.L. Estratigrafia, Sedimentologia, Geoquímica y Diagénesis de los Sistemas Lacustres Aptiense-Albienses de La Cuenca de Araripe (Noreste de Brasil). Tese de Doutorado - Departament d'Estratigrafia i Paleontologia y Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Universitat de Barcelona, Barcelona, 1999. 250 p.

NEUMANN, V.H.M.L.; CABRERA, L. Una nueva propuesta estratigráfica para La tectonosecuencia post-rifte de La Cuenca de Araripe, Noreste de Brasil. In: Simposio do Cretáceo Brasileiro, 5. Serra Negra: UNESP, **Boletim de Resumos**, p.279–285, 1999.

NEUMANN, V.H.M.L.; ROCHA, D.E.G.A.; LIMA, R.P.; CARVALHO, R.R. Microfácies e microestruturas dos calcários laminados das serras do Periquito e Negra, Bacia do Jatobá. *In*: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, 5. Fortaleza. 2009. **Anais[...].** CD-ROM.

NEUMANN, V.H.M.L.; ROCHA, D.E.G.A.; MORAES, A.S.; SIAL, A.N.; TABOADA-CASTRO, M.T.; BARBOSA, J.A.; FAMBRINI, G.L.; CARVALHO, R.R. Microfácies carbonáticas e comportamento isotópico de C e O nos calcários laminados aptianos lacustres da Serra Negra, Bacia do Jatobá, Nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 20, 2010. n. 1, p. 89-100.

NEUMANN, V.H.M.L.; ROCHA, D.E.G.A. 2014. Stratigraphy of the Post-Rift Sequences of the Jatobá Basin, Northeastern Brazil. In: Rocha, R.; Pais, J.; KULLBERG, J.C.; FINNEY, S. (Eds.). Strati 2013. Cham: **Springer International Publishing**, p. 553-557.

Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da Republica (NAE). Mudança de clima: Negociações Internacionais Sobre a Mudança de Clima: vulnerabilidade, impactos e adaptação á mudança de clima. Brasília: (Cadernos NAE, v. 1). 2005.

MEINZE. O. E. The occurrence of ground water in the United States, with a discussion of principles (PDF) (Report). Water Supply Paper 489. 1923. **United States Geological Survey**

PENA, F. A. 2018 "Fatores de formação dos solos"; *Brasil Escola*. Disponível em <http://brasilescola.uol.com.br/geografia/fatores-formacao-dos-solos.htm>. Acessado em 29 Fev. 2017.

PEREIRA, P.A.; ALMEIDA, J.A.C.; BARRETO, A.M.F. Paleoecologia dos bivalves e braquiópodes da Formação Inajá (Devoniano), Bacia do Jatobá (PE), Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 22, 2012. n. 1, p. 37-53.

PESSOA, M.D.; MENTE A.; LEAL, O. Províncias hidrogeológicas adotados para o mapa hidrogeológico do Brasil na escala 1:2.500.000. *In*: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 1, Recife, 1980. **Anais[...].** Recife: ABAS. P. 461-468.

PINTO, I.D., SANGUINETTI, Y.T. Bisulcocypris: a new Mesozoic genus and preliminary notes about its relation with Metacypris and allied forms**. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, **7**, 1958. p. 75-90.

Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH); Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco;1998.

PONTE, F.C.; ASMUS, H.E. Geological framework of the Brazilian continental margin. **Geologische Rundschau**, v. 67, 1978. p. 201-235.

PONTE, F.C.; APPI, C.J. Proposta de revisão da coluna estratigráfica da Bacia do Araripe. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 36. Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, p.211–226, 1990.

PONTE, F. C. Sistemas deposicionais na Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *In*: Simpósio sobre as Bacias Cretácicas Brasileiras, 2. Rio Claro: **Anais[...]** p.81–84, 1992.

PONTE, F. C. Extensão Paleogeográfica da Bacia do Araripe no Mesocretáceo. *In*: Simpósio sobre o cretáceo do Brasil, 3. Rio Claro: **Anais[...]** p.131–135, 1994.

PONTE, F. C.; PONTE FILHO, F. C. Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe. Recife: DNPM, 4º e 10º Distritos Regionais, Delegacias do Ministério das Minas e Energia em Pernambuco e Ceará, 1996a.

PONTE, F. C.; PONTE FILHO, F. C. Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 4. Águas de São Pedro: Boletim UNESP, p.123–133, 1996b.

PONTE, F. C.; MEDEIROS, R. A.; PONTE FILHO, F. C. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe: Parte 1 - Análise de sequências. Simpósio sobre a Bacia do Araripe e bacias interiores do nordeste, 2. Crato: **Anais[...]** 1997.

PONTES, A. R.; E RIBEIRO, C. L. Detalhe Geológico do Recôncavo Central (MataSalvador, Candeias-Santo Amaro). PETROBRAS. RPBA, arq. DIREX. Rel n. 787. 1964. Salvador

PROSSER, S. Rift-related linked depositional systems and their seismic expression. *In:* G.D. Williams, A. Dobb (Eds.) Tectonics and Seismic Sequence Stratigraphy. **Geological Society Special Publication**, 1993. v. 71 ed., p. 35-66.

ROCHA, D.E.G.A.; LEITE, J.F. **Estudo hidrogeológico da Bacia do Jatobá-Geologia.** Recife: CPRM. 1999.

ROCHA, D.E.G.A.; AMARAL, C.A. Caracterização Geologica e Geométrica dos Aquiferos (Meta B). *In*: Costa, W. D, Feitosa, F. A. C (Coordenadores). *Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Jatobá: Sistema Aqüífero Tacaratu/Inajá*. Ministério de Minas e Energia - Ministério da Ciênica e Tecnologia. 2007.

ROCHA, D.E.G.A. *Caracterização do intervalo carbonático aptiano da Bacia do Jatobá, NE do Brasil*. Tese de Doutorado em Geociências - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011. 124 p.

SANTOS, E.J. O complexo granítico Lagoa das Pedras: acresção e colisão na região de Floresta (Pernambuco), Província Borborema. Tese de doutoramento - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995. 219 p.

SANTOS, A. G. B. Caracterização Geológica e Hidrogeológica do Distrito de Moxotó, Municipio de Ibimirim-PE. Trabalho de conclusão de curso. Centro de Tecnologias e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. 2015.

SCHALLER, H. Bacia de Sergipe / Alagoas. **Boletim Técnico da Petrobras**, v. 12, n. 1, 1969. p. 21-86.

SCHERER, C.M.S.; LAVINA, E.L.C.; DIAS-FILHO, D.C.; OLIVEIRA, F.M.; BONGIOLO, D.E.; AGUIAR, E.S. Stratigraphy and facies architecture of the fluvial–aeolian–lacustrine Sergi Formation (Upper Jurassic), Recôncavo Basin, Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 194, 2007. n. 3-4, p. 169-193.

SCHERER, C.M.S.; JARDIM DE SÁ, E.F.; CÓRDOBA, V.C.; SOUSA, D.C.; AQUINO, M.M.; CARDOSO, F.M.C. Tectono-stratigraphic evolution of the Upper Jurassic–Neocomian rift succession, Araripe Basin, Northeast Brazil. **Journal of South American Earth Sciences,** v. 49, 2014. p. 106-122.

SILVA FILHO, A. F.; GUIMARÃES, I. P.; VAN SCHMUS, W. R. Crustal evolution of the Pernambuco- Alagoas complex, Borborema Province, NE Brazil: Nd isotopic data from neoproterozoic granitoids. **Godwana Research**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 409-422, 2002.

SILVA, J.C. Arqueologia no Médio São Francisco. Tese de doutorado - Univesidade Federal de Pernambuco, Recife 2003.

SILVA FILHO, A. F. ; SILVA, J. M. R. ; OSAKO, L. ; GUIMARAES, I. P. ; LUNA, E. B. A. ; GOMES, H. A. 2007. Mapa Geológico da Folha Garanhuns. CPRM.

SILVA, M.C.; CARVALHO, M.S.S.; BARRETO, A.M.F.; CARVALHO, I.S.C. Paleoictiofauna da Formação Aliança (Jurássico Superior), Bacia de Jatobá, Nordeste do Brasil. *In*: Carvalho, I.S.; Srivastava, N.K.; Strohschoen, O., Lana, C.C. (eds.). **Paleontologia: cenários de vida**, vol.4, Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 595-608.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

SOUSA, K.; OLIVEIRA, E.V.; FRAN BARRETO, A. M. Uma nova fauna do cretáceo continental da Bacia de Jatobá, Estado de Pernambuco, Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 23, 2013. n. 1, p. 87-109.

SOUZA-LIMA, W.; BORBA, C.; RANCAN, C.C.; CANGUSSU, L.P.; COSTA, M.N.C.; MENEZES, M.R.F; RIBAS, N.; GALM, P.C.; SILVA, B.O.; BEZERRA, P.V. Formação Karapotó - Uma Nova Unidade Estratigráfica de Provável idade Siluro-Devoniana da Bacia Sergipe-Alagoas. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 24. Aracaju: **Anais[...].** 2011. p. 284.

TAYLOR, E.F. **Estado da Bahia. Geologia**. Rio de Janeiro, Cons. Nac. Petróleo, 1948. p. 148-16 2. (CNP, Rel. de 1946).

TEISSERENC, P.; VILLEMIN, J. Sedimentary Basin of Gabon - Geology and oil Systems. In: Edwards, J.D., Santogrossi, P.A. (Eds.) **Divergent/Passive Margin Basins**. American Association of Petroleum Geologists, 1990. Memoir 48 ed., v. 48, p.117-199.

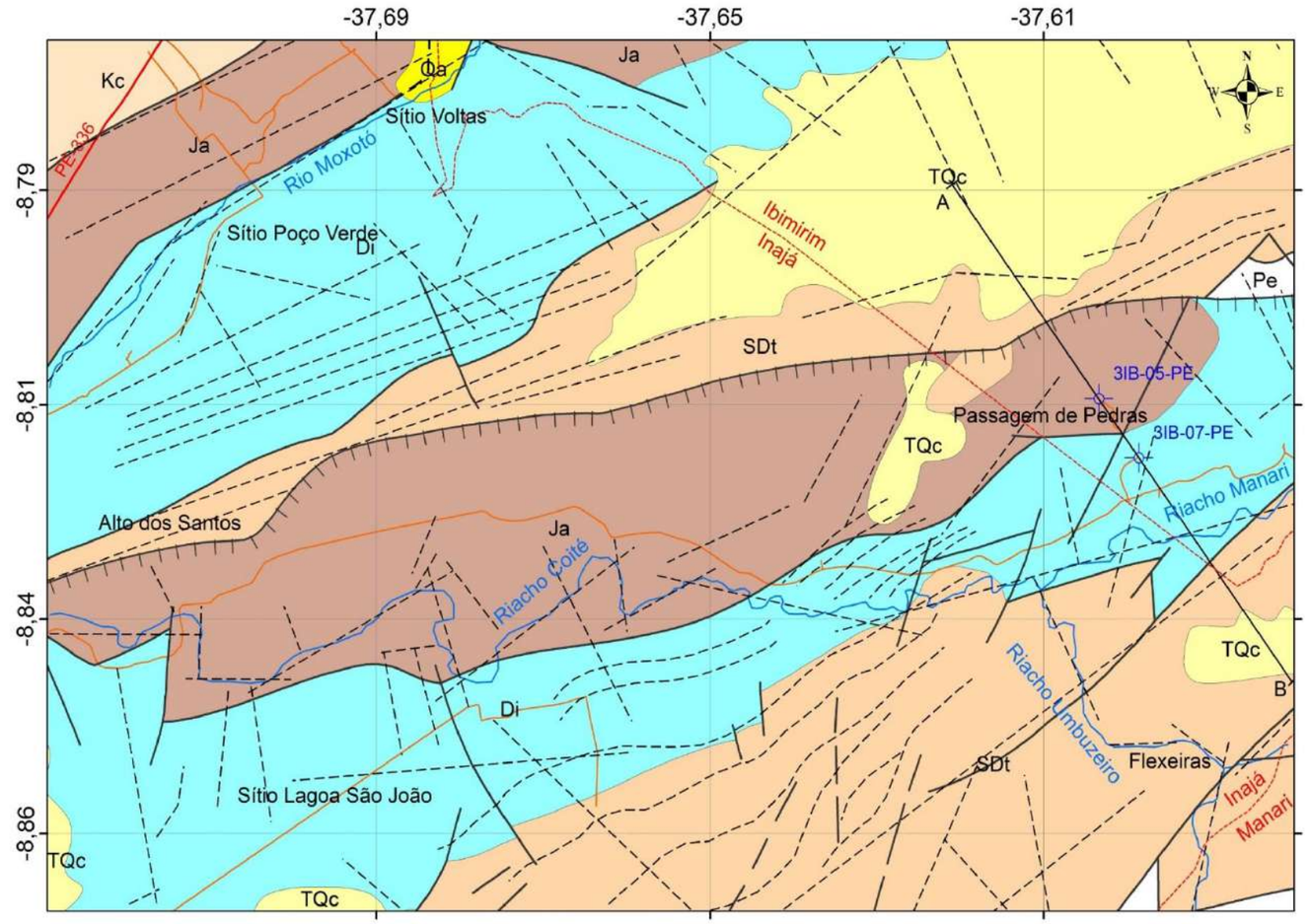
VALENÇA, L.M.M.; NEUMANN, V.H.M.L.; MABESOONE, J.M. An overview on Callovian-Cenomanian intracratonic basins of Northeast Brazil: Onshore stratrigraphic record of the opening of the southern Atlantic. **Geologica Acta**, v. 1, 2003. n. 3, p. 261-275.

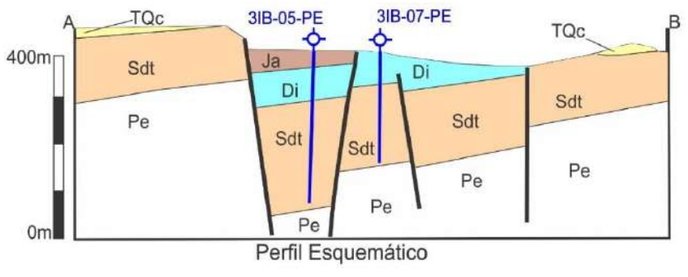
VIANA, C.F. Stratigraphic distribution of Ostracoda in the Bahia Supergroup (Brazil). *In*: West African Micropaleontological Colloquium, 2, Ibadan, 1965, **Proceedings**, Leiden, 1966. p. 240-256.

VIANA, C. F.; GAMA JUNIOR, E. G.; SIMÕES, I. A.; MOURA, J. A.; FONSECA, J. R.; ALVES, R. J. Revisão estratigráfica da Bacia Recôncavo/Tucano. **Boletim Técnico da Petrobras**, 1971. v. 14, n. 3-4, p. 157-192.

Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE). Recife, Embrapa Solos/Governo do Estado de Pernambuco-Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2001.

ANEXO A – MAPA GEOLÓGICO





Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Rodovias
- Estradas não pavimentadas
- Limite municipal
- A B — Perfil geológico
- Poços Passagem de Pedras:
  - 3IB-05-PE
  - 3IB-07-PE

1 0,5 0 1 Km

Datum: SIRGAS 2000

Unidades Litoestratigráficas:

Qa Depósitos Aluvionares
Depósitos arenosos (de finos a grossos), siltes e argilas.

TQc Depósitos Colúvio-eluviais:
Depósitos arenosos, granulometrias médias e finas.

Kc Formação Candeias:
Folhelhos argilosos intercalados por arenitos grosseiros a finos.

Ja Formação Aliança:
Folhelhos calcilíferos. Presença de gretas de dissecação fósseis e em menor quantidade icnofósseis.

Di Formação Inajá:
Arenitos finos e médios. Apresenta estratificações plano-paralelas ou cruzadas.

SDt FormaçãoTacaratu:
Arenitos grossos apresentando estratificações plano-paralelas e cruzadas. Conglomerados sustentados por uma matriz arenosa grossa.

Pe Embasmento Cristalino:
Rocha granítica com granulação grossa intensamente fraturada.

Convenções Geológicas

- Falha normal
- Falha ou fratura indiscriminada
- Falha ou fratura provável
- Lineamentos fotointerpretados
- Acamamento Sedimentar

ANEXO B – PLANILHA DOS POÇOS CADASTRADOS

Poço (nº de ordem)	Lat.	Long.	NE	Cond. elétrica (uS/cm)	pH	Prof. do poço (m)	Potência da bomba (CV)	Vazão informada (L/h)	Vazão calculada (L/h)
F1	-8,8134	-37,5932		352,4	6,30			4000	
F2	-8,8038	-37,5968		1094,0	6,81	220		12000	
F3	-8,8039	-37,5958	36,00			118			
F4	-8,8127	-37,5870		4525,0	6,12	100		12000	
F5	-8,8152	-37,7208		906,0	6,27	95		12000	
F6	-8,8144	-37,7220		698,0	6,50		3,0	8000	
F7	-8,8258	-37,7185		392,0	6,24	100	4,0	10000	
F8	-8,8265	-37,7176	61,40			130			
F9	-8,8275	-37,7176				200		20000	
F10	-8,8284	-37,7170		677,0	6,80	160	3,0	18000	5220
F11	-8,8245	-37,7173		364,0	5,10	105		7000	
F12	-8,8239	-37,7151		365,0	5,87	120	5,0	7000	
F13	-8,8233	-37,7148				130		7000	
F14	-8,8244	-37,7141		375,0	8,40	170		7000	
F14	-8,8301	-37,7121							
F15	-8,8285	-37,7162	75,00			192			
F16	-8,8281	-37,7143							
F17	-8,8270	-37,7111	77,00			200			
F18	-8,8260	-37,7099		619,0	7,50	200	3,0	12000	5220
F19	-8,8254	-37,7072	78,00			186			
F20	-8,8257	-37,7074	78,00			200			
F21	-8,8252	-37,7042		630,0	7,60				
F22	-8,8251	-37,7034							
F23	-8,8141	-37,7195		464,0	6,35	100	3,0	8000	
F24	-8,8132	-37,7185							
F25	-8,8097	-37,7142		374,0	7,10	100	3,0	7500	
F26	-8,8158	-37,6053		667,0	6,99	100	2,5		2570
F27	-8,8129	-37,6074		579,0	7,40				4235
F28	-8,8158	-37,6062							
F29	-8,8148	-37,6051		566,0	6,80		1,5		2117
F30	-8,8153	-37,6048		649,0	7,00	160	1,5		2400
F31	-8,8191	-37,6030		418,0	7,60				
F32	-8,8240	-37,6041		1205,0	6,10	60	2,0	10000	9000
F33	-8,8234	-37,6023		328,0	6,50	86	1,5		3150
F34	-8,8243	-37,6011		290,0	5,70	100	4,0	14000	
F35	-8,8211	-37,5915		289,0	5,20	72	2,5	13500	
F36	-8,8201	-37,5960							
F37	-8,8403	-37,6073		696,0	5,00	125	3,0	12000	
F38	-8,8332	-37,6115		270,0	5,16				
F39	-8,8315	-37,6061		286,0	4,05	100	2,0	8000	
F40	-8,8337	-37,6077		193,0	4,50				
F41	-8,8353	-37,6091		241,0	5,05	80	2,0	7000	
F42	-8,8358	-37,6066		604,0	4,62	100		8500	
F43	-8,8358	-37,6065	16,50						
F44	-8,8388	-37,6131		628,0	6,40	100	2,0	7000	
F45	-8,7903	-37,6986							
F46	-8,7902	-37,6946		666,0	7,30	120	3,0	5000	7830

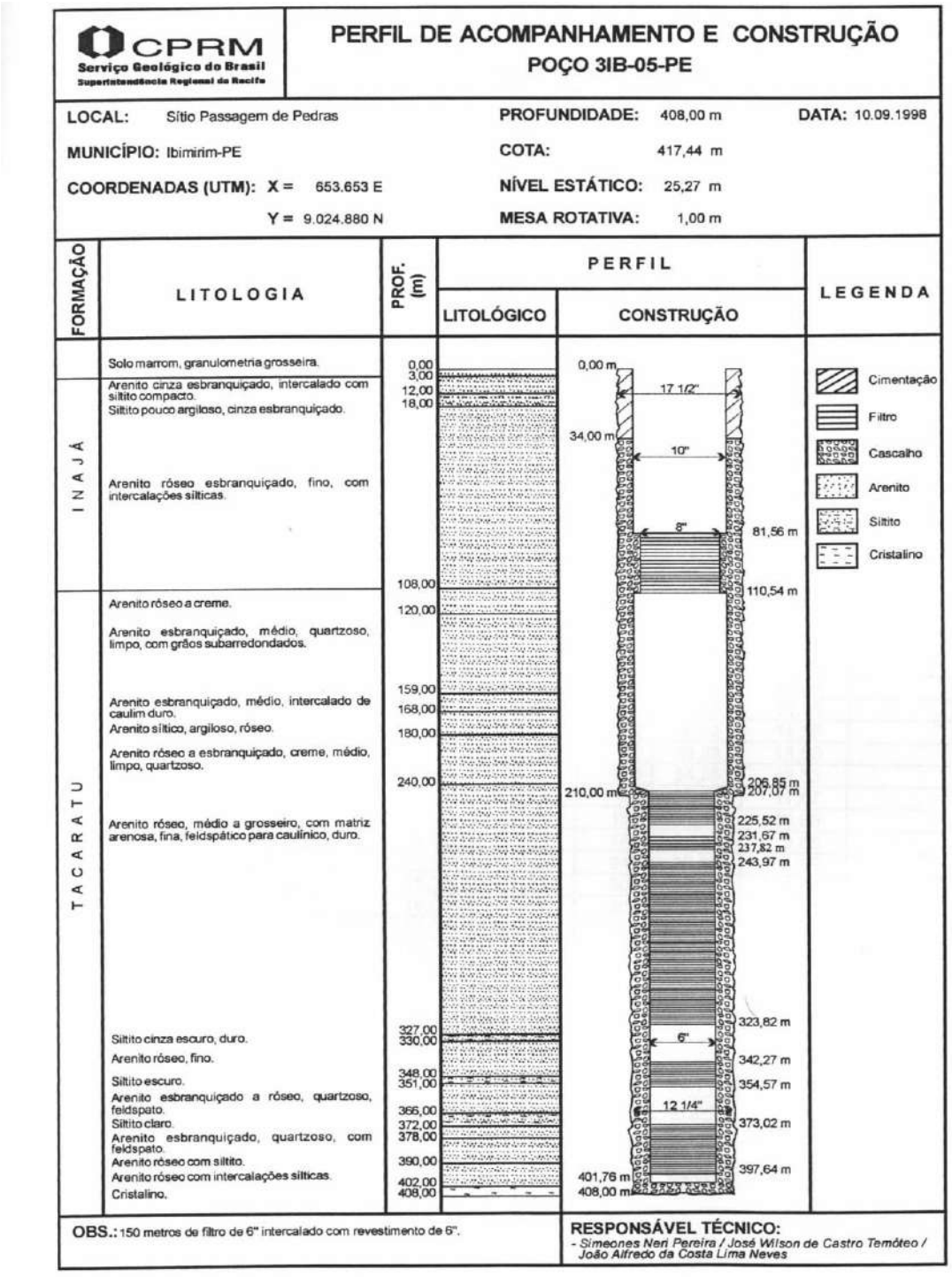
F47	-8,7918	-37,6901		342,0	7,00	150	2,0		5592
Poço (nº de ordem)	**Latitude**	**Longitude**	**NE**	**Cond. elétrica (uS/cm)**	**pH**	**Prof. do poço (m)**	**Potência da bomba (CV)**	**Vazão informada (L/h)**	**Vazão calculada (L/h)**
F48	-8,7932	-37,6883		306,0	7,50	200	3,0	40000	
F49	-8,8041	-37,6791		201,0	6,30	150		36000	
F50	-8,8033	-37,6785		176,0	6,50	150		36000	19575
F51	-8,7925	-37,6941		335,0	7,30	190	5,0	10000	13050
F52	-8,7920	-37,6956		983,0	7,40	210			
F53	-8,7953	-37,7029	23,50	9106,0	6,60	168	3,0	12000	
F54	-8,7991	-37,7001	18,00	20100,0	6,40	50			
F55	-8,8012	-37,6990		353,0	7,20	150	3,0	10000	
F56	-8,8163	-37,7231		580,0	5,60	100	3,0	16000	
F57	-8,8115	-37,7136		866,0	5,90	96	3,0		15000
F58	-8,8074	-37,7093		416,0	9,45	76		5000	
F59	-8,8066	-37,7080		548,0	6,90	90			
F60	-8,7940	-37,7007		772,0	7,60	130	7,0	12000	13000
F61	-8,7939	-37,7032		835,0	7,30	130	5,0	13000	8700
F62	-8,7925	-37,7038		725,0	7,30	130	12,0	12000	
F63	-8,7866	-37,7050				120	3,0	7000	
F64	-8,8313	-37,6246							
F65	-8,8348	-37,6163		1499,0	6,30	100	2,0	10000	9787
F66	-8,8356	-37,6158	22,69			100			
F67	-8,8252	-37,6072		1134,0	6,30	119	2,5	8000	8700
F68	-8,8219	-37,6119		680,0	7,34				
F69	-8,8175	-37,6138	47,00			100			
F70	-8,8288	-37,6079		1067,0	6,42	120			
F71	-8,8370	-37,6182		1216,0	6,90	82			
F72	-8,8413	-37,7139				394			
F73	-8,8298	-37,7192		863,0	6,00	120	3,0		3400
F74	-8,8304	-37,7200		573,0	7,00	160			
F75	-8,8198	-37,6799		5557,0	6,85	204	3,0	10000	
F76	-8,8674	-37,7064		480,0	6,20	150	5,0	10000	5500
F77	-8,8654	-37,7075		927,0	5,60	105	3,5	9000	8700
F78	-8,8648	-37,7064		556,0	5,70				
F79	-8,8616	-37,7016		430,0	5,70	85	2,5	10000	
F80	-8,8620	-37,7022							
F81	-8,8598	-37,6991		594,0	5,40	90	3,0	8000	2796
F82	-8,8534	-37,6865		418,0	5,40	96	2,0	7000	
F83	-8,8543	-37,6881				40			
F84	-8,8479	-37,6814		747,0	6,70	130	2,0	6000	4.600
F85	-8,8513	-37,6833		279,0	6,15	100		13000	
F86	-8,8450	-37,6760	25,65			120			
F87	-8,8452	-37,6691		361,0	6,50	150	3,5		
F88	-8,8472	-37,6516		3553,0	5,30	100	2,0	6000	7118
F89	-8,8466	-37,6524							
F90	-8,8483	-37,6812							
F91	-8,8553	-37,6916							
F92	-8,7834	-37,6806		488,0	7,60	90	3,0	7500	6000
F93	-8,7866	-37,6813		363,0	7,70	96	1,5	6000	5500
F94	-8,7883	-37,6810				100	2,0		
F95	-8,7874	-37,6885	34,50						

Poço (nº de ordem)	Latitude	Longitude	NE	Cond. elétrica (uS/cm)	pH	Prof. do poço (m)	Potência da bomba (CV)	Vazão informada (L/h)	Vazão calculada (L/h)
F96	-8,7802	-37,6758	34,24						
F97	-8,7780	-37,6739							
F98	-8,7775	-37,6736							
F99	-8,8633	-37,7051							
F100	-8,8577	-37,6954							
F101	-8,8467	-37,6761				150	3,5	22000	
F102	-8,8433	-37,6618		608,0	6,15	110	3,0	13000	
F103	-8,8634	-37,6525		150,0	6,40	84	1,5		
F104	-8,8635	-37,6531		478,0	5,88	45	3,0	15000	6000
F105	-8,8624	-37,6549		506,0	6,15	140	3,0		
F106	-8,8641	-37,6523		824,0	5,30	120		8000	
F107	-8,8651	-37,6447		454,0	4,76	160	6,0	12000	
F108	-8,8546	-37,6495							
F109	-8,8296	-37,6212		554,0	7,00	150			
F110	-8,8298	-37,6378		1556,0	6,50	300	3,0	35000	10000
F111	-8,8249	-37,6757							
F112	-8,7755	-37,6845		1308,0	7,70	187	3,0	6000	5592
F113	-8,7798	-37,6811	23,50			217			
F114	-8,7797	-37,6795				200	3,0	7000	
F115	-8,7776	-37,6898		687,0	7,70	150	3,0	4000	
F116	-8,7985	-37,7067							
F117	-8,8019	-37,7044		352,0	7,70	150	14,0	70000	
F118	-8,8264	-37,6228		7858,0	6,25	102	3,0		9787
F119	-8,8215	-37,6206							
F120	-8,8214	-37,6201							
F121	-8,8230	-37,6199							
F122	-8,8313	-37,6451							
F123 (Amazonas)	-8,8488	-37,5999							

Obs: Todas as coordenadas foram compatibilizadas para o DATUM SIRGAS 2000.

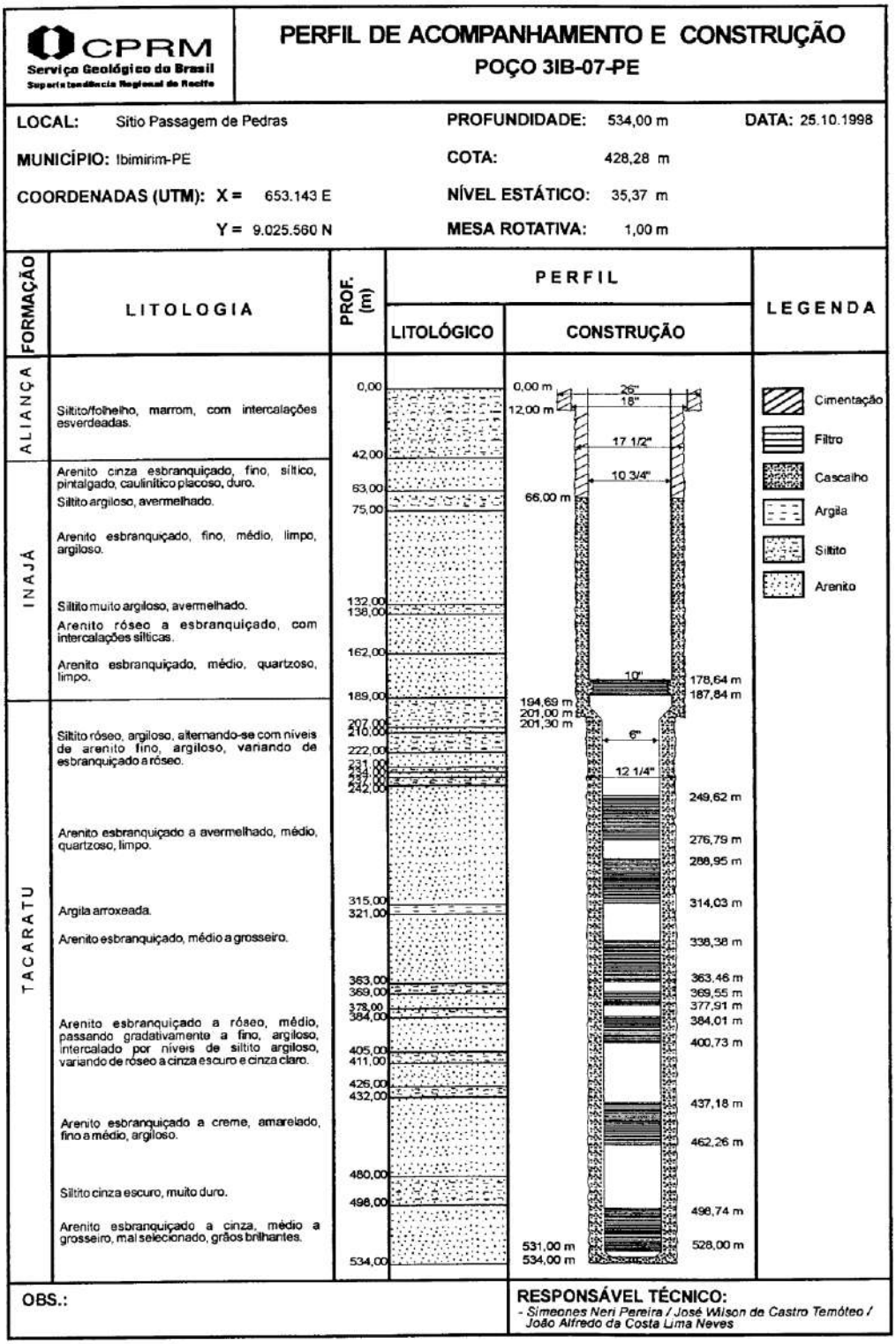
ANEXO C – PERFIS LITOLÓGICOS E CONSTRUTIVOS

Figura C.1 – Perfil litológico e Construtivo do poço 3IB-05-PE.



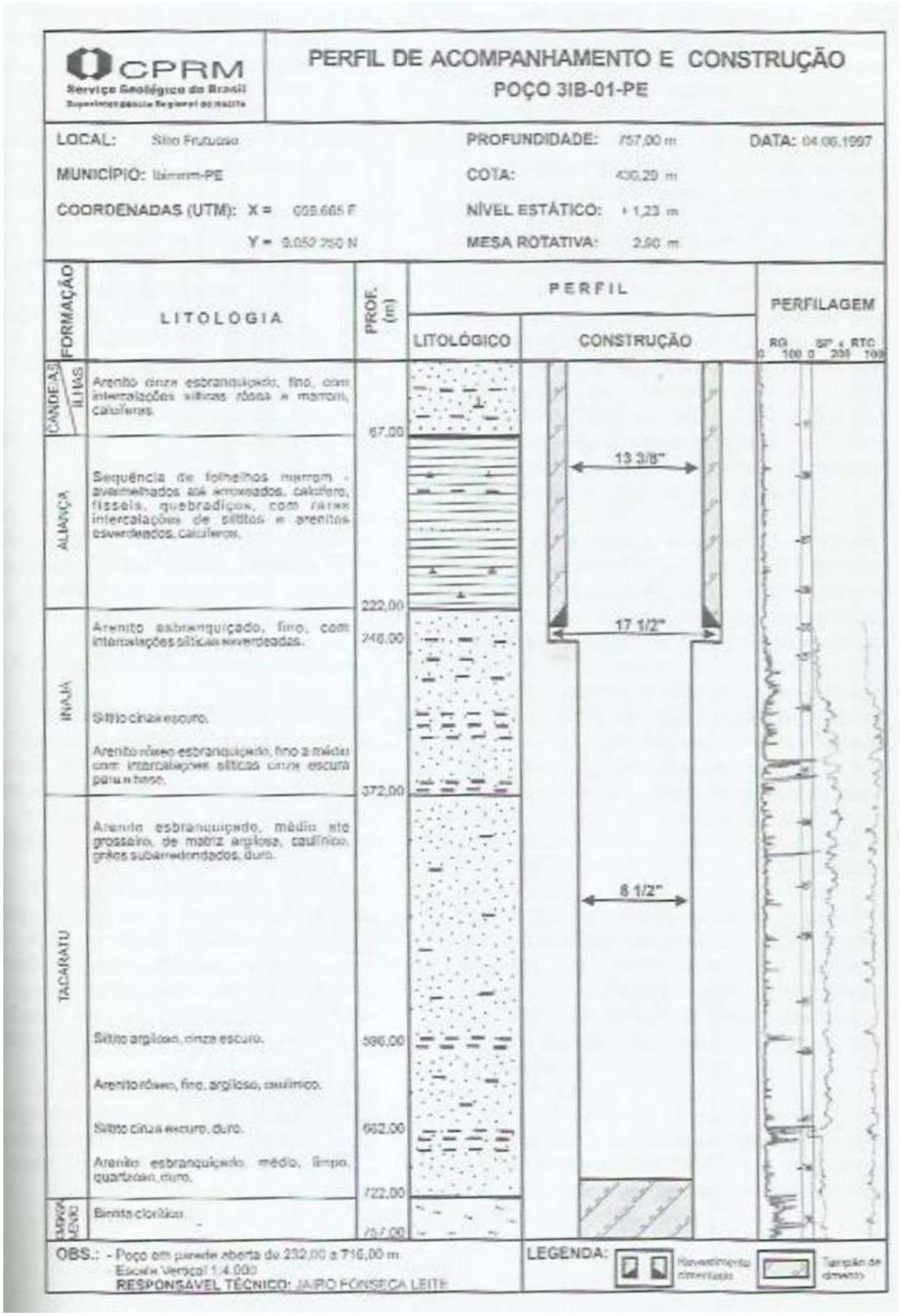
Fonte: Leite *et al.*, 1999.

Figura C.2 – Perfil litológico e Construtivo do poço 3IB-07-PE



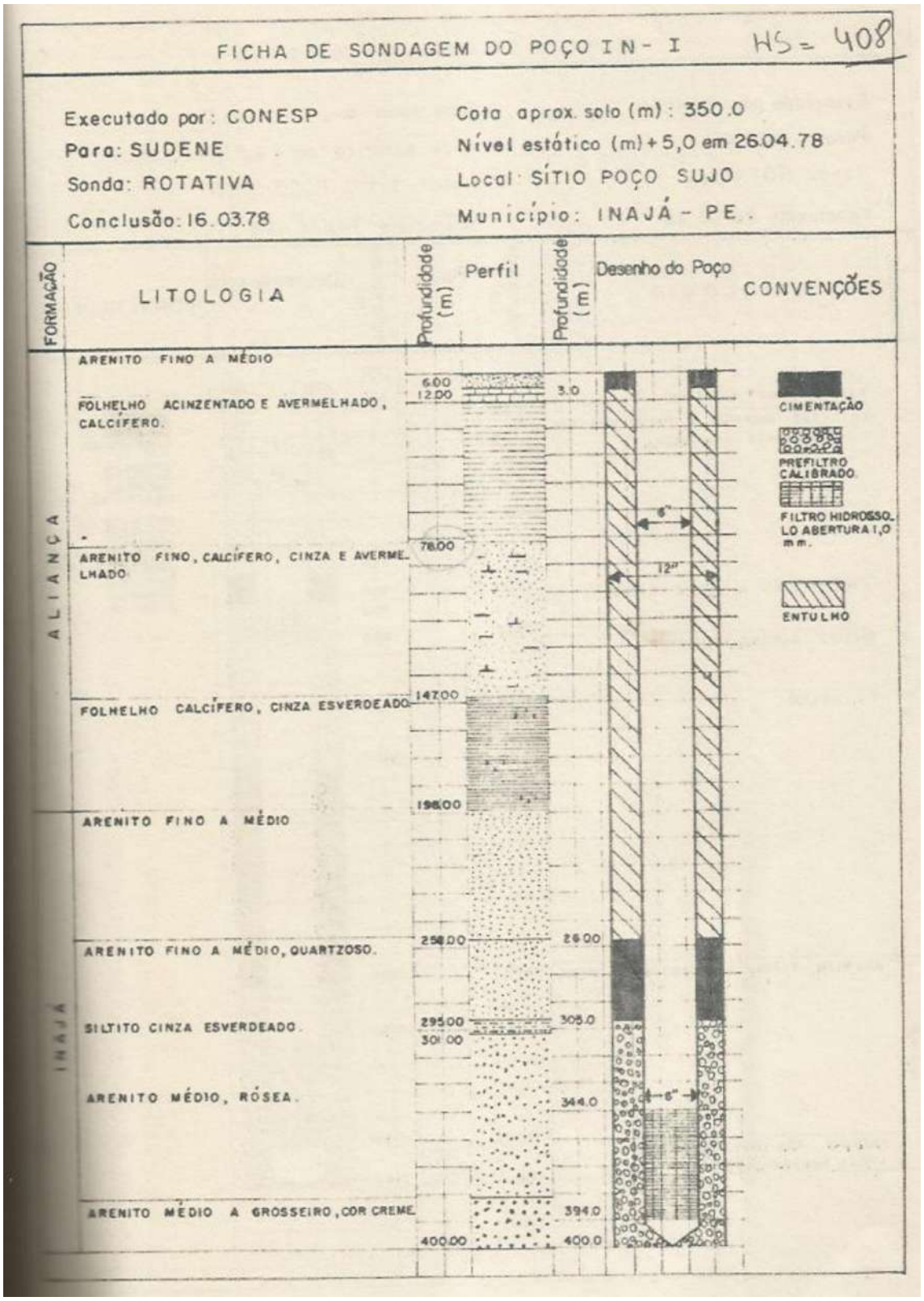
Fonte: Leite *et al.*, 1999.

Figura C.3– Perfil litológico e Construtivo do poço 3IB-01-PE



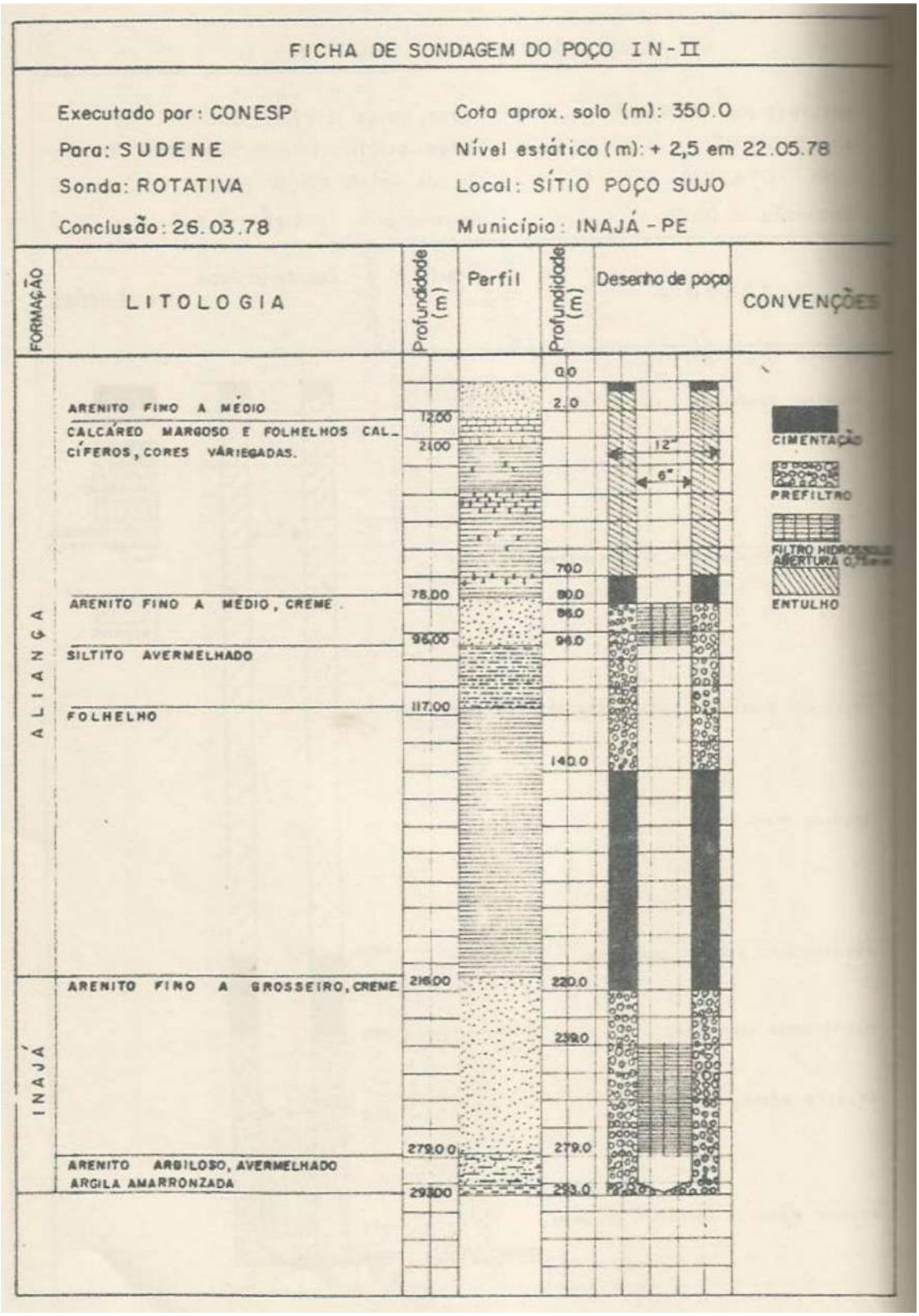
Fonte: Leite *et al*., 2001.

Figura C.4– Perfil litológico e Construtivo do poço IN – I



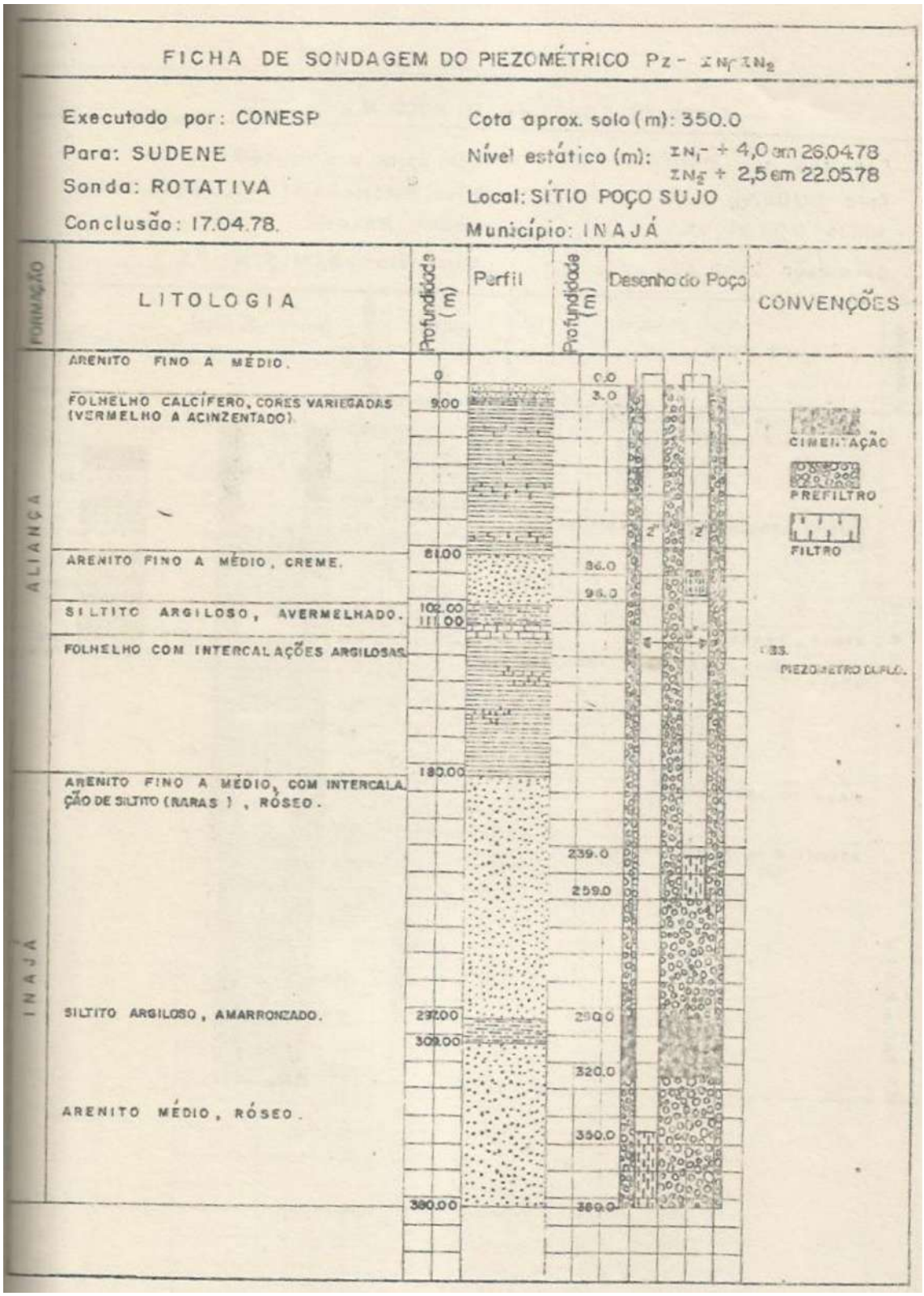
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura C.5– Perfil litológico e Construtivo do poço IN – II



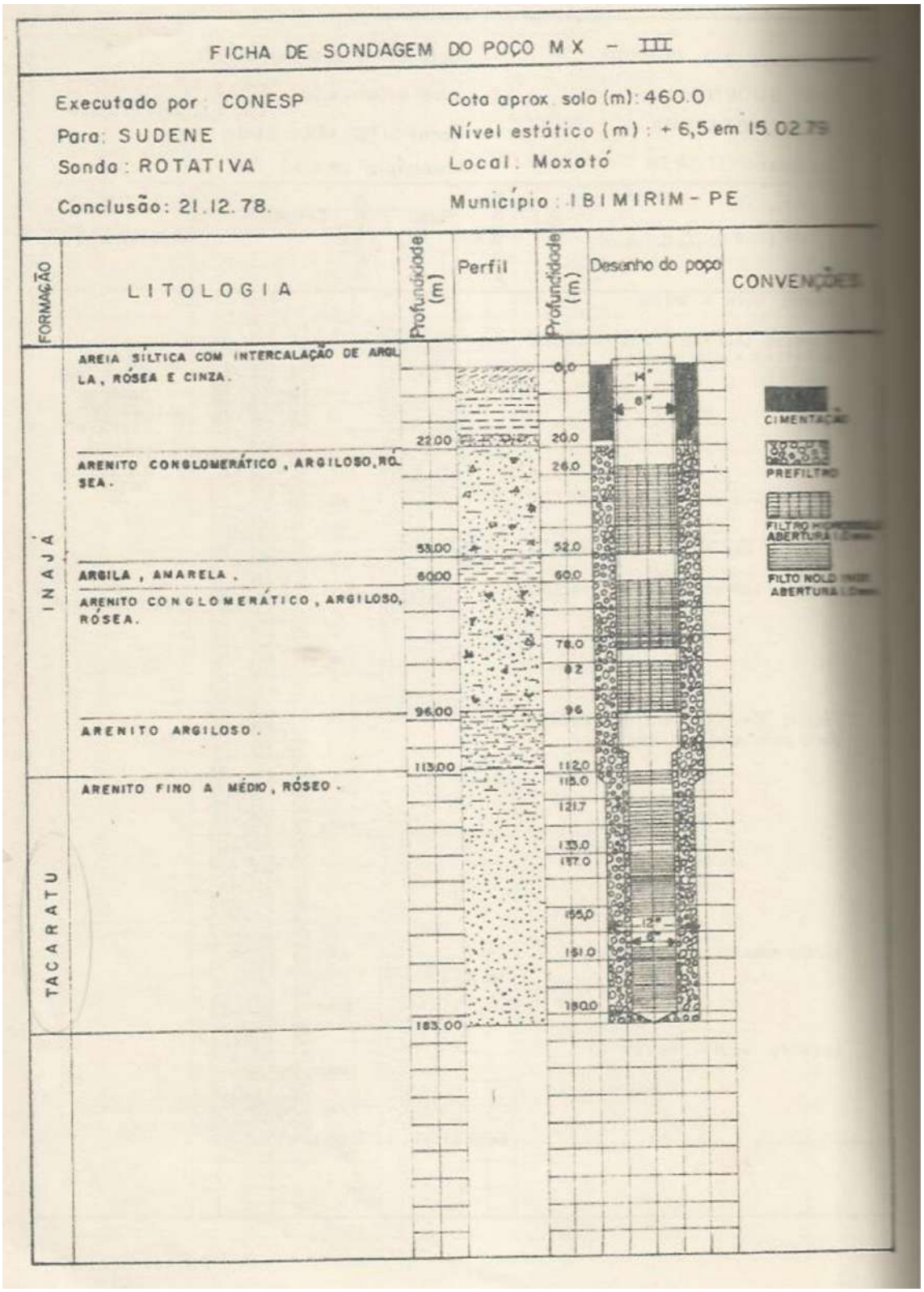
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura C.6– Perfil litológico e Construtivo do poço PZ – IN.



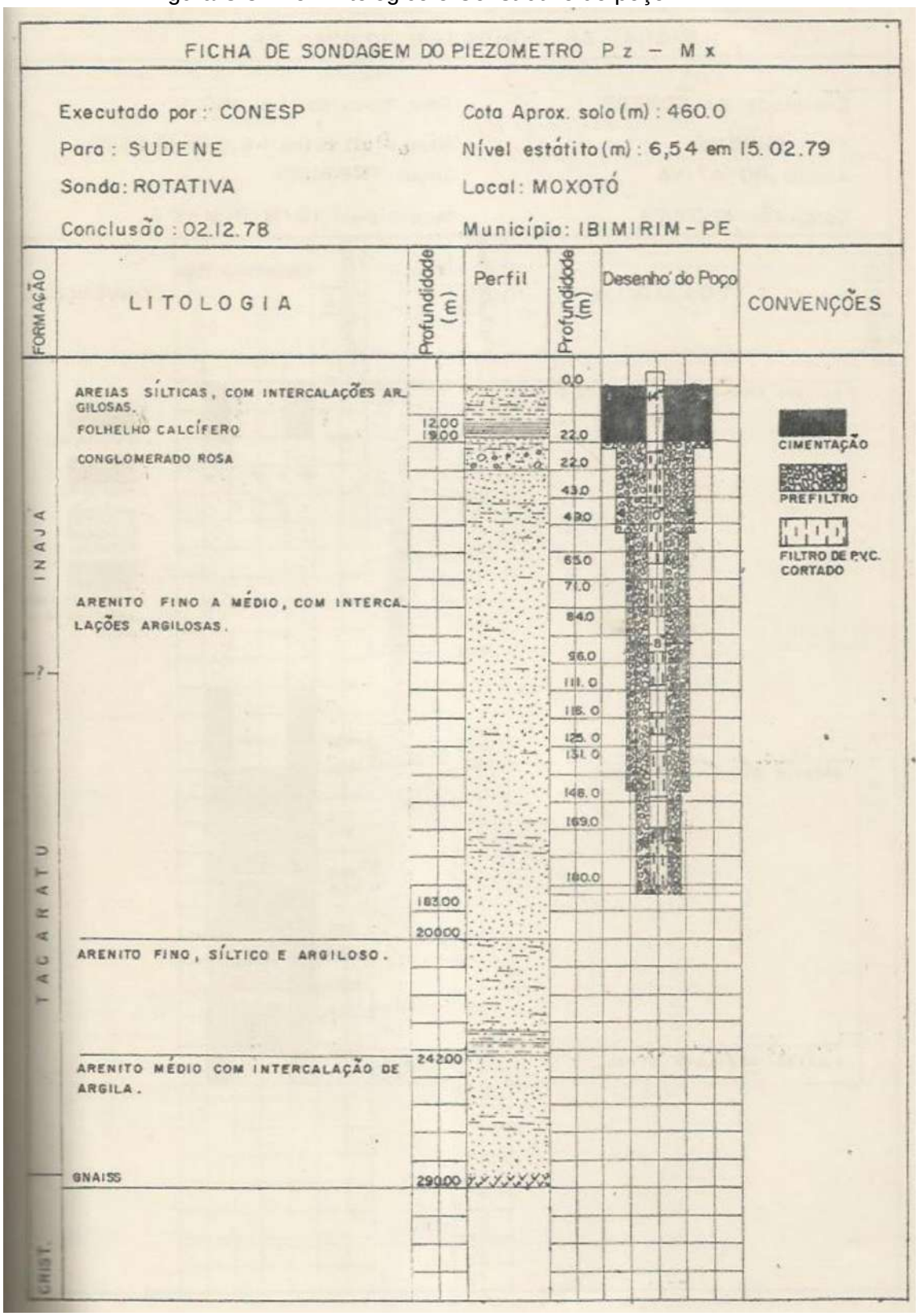
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura C.7– Perfil litológico e Construtivo do poço MX – III.



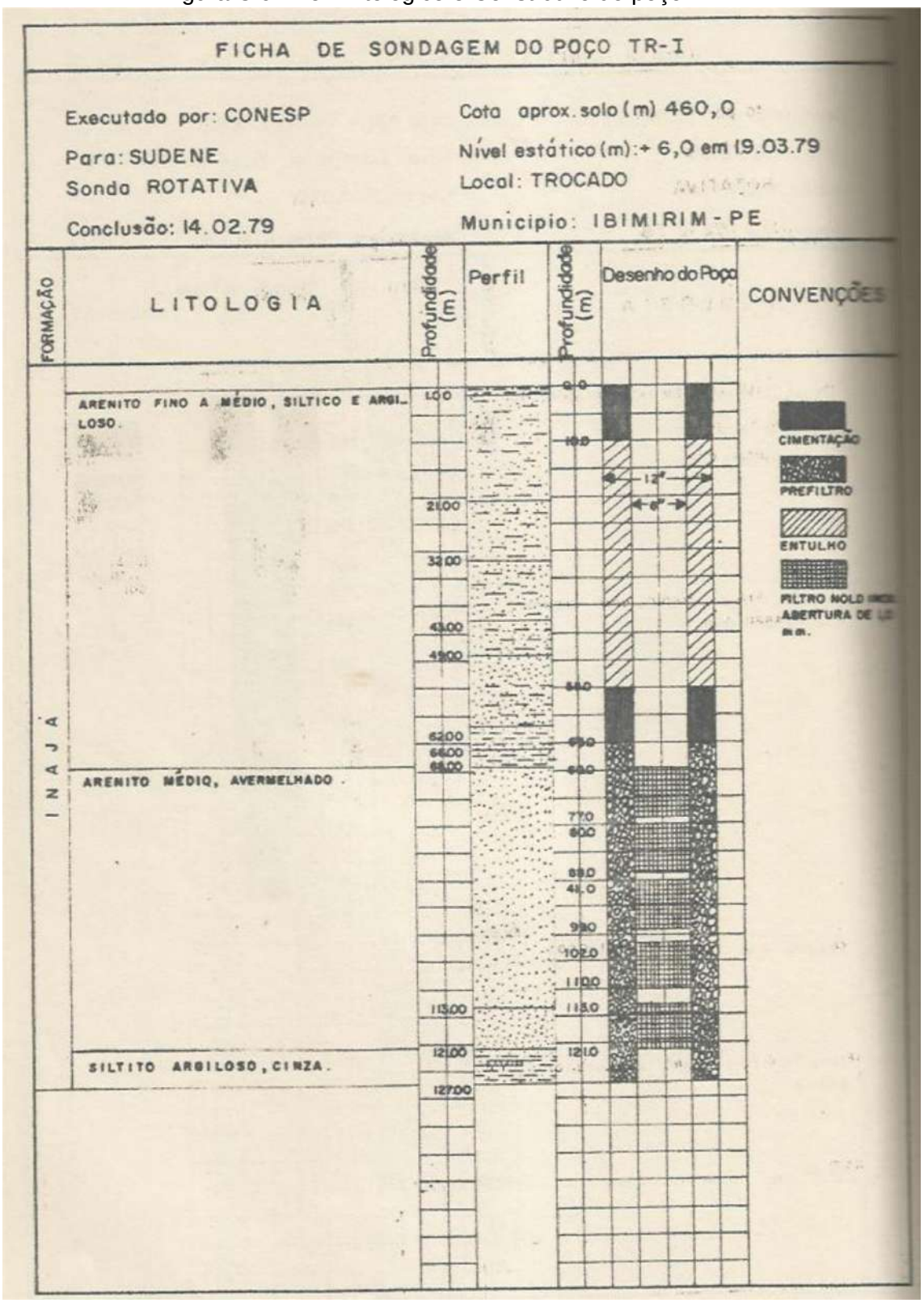
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura C.8– Perfil litológico e Construtivo do poço PZ – MX.



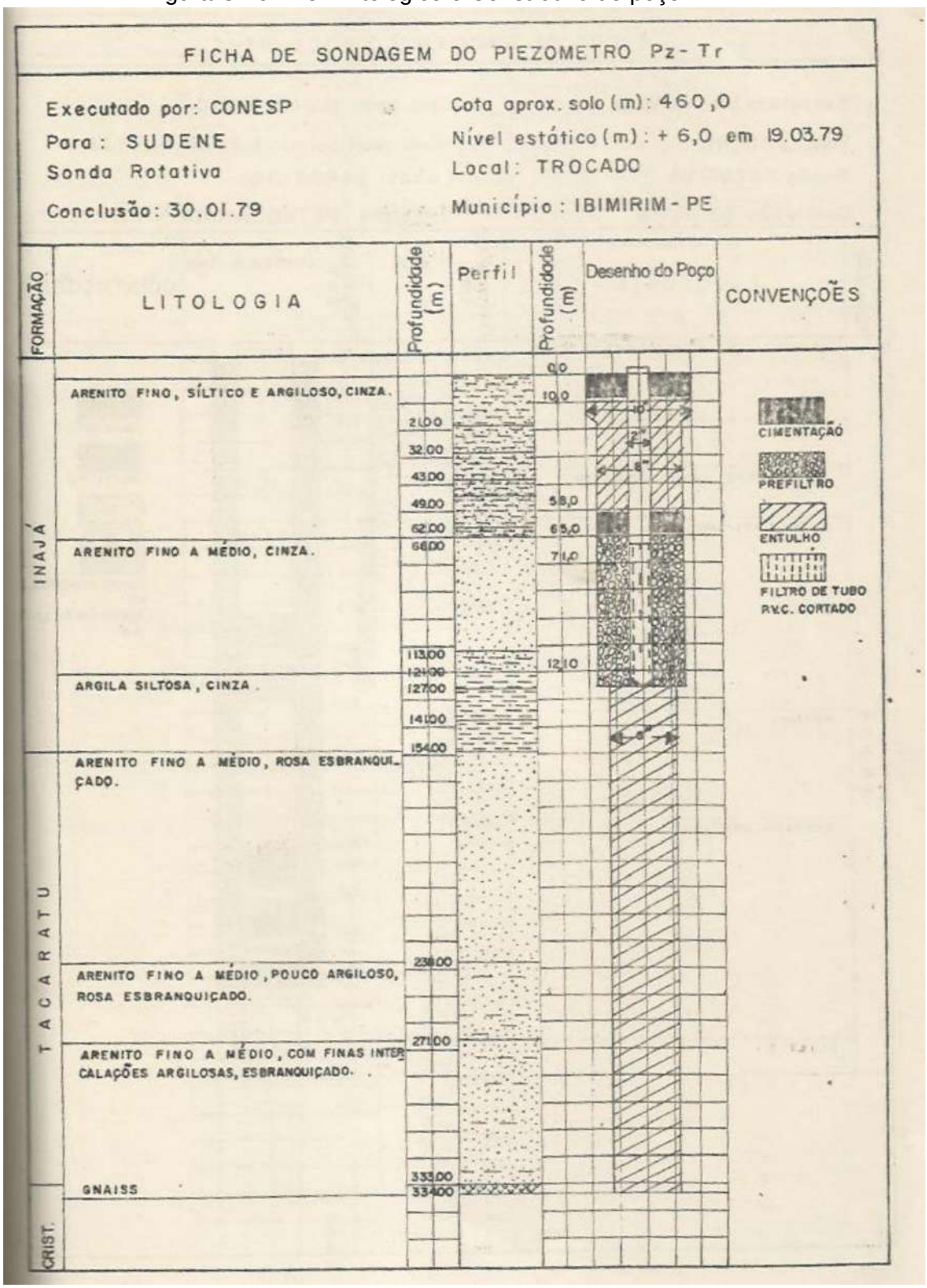
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura C.9– Perfil litológico e Construtivo do poço TR – I.



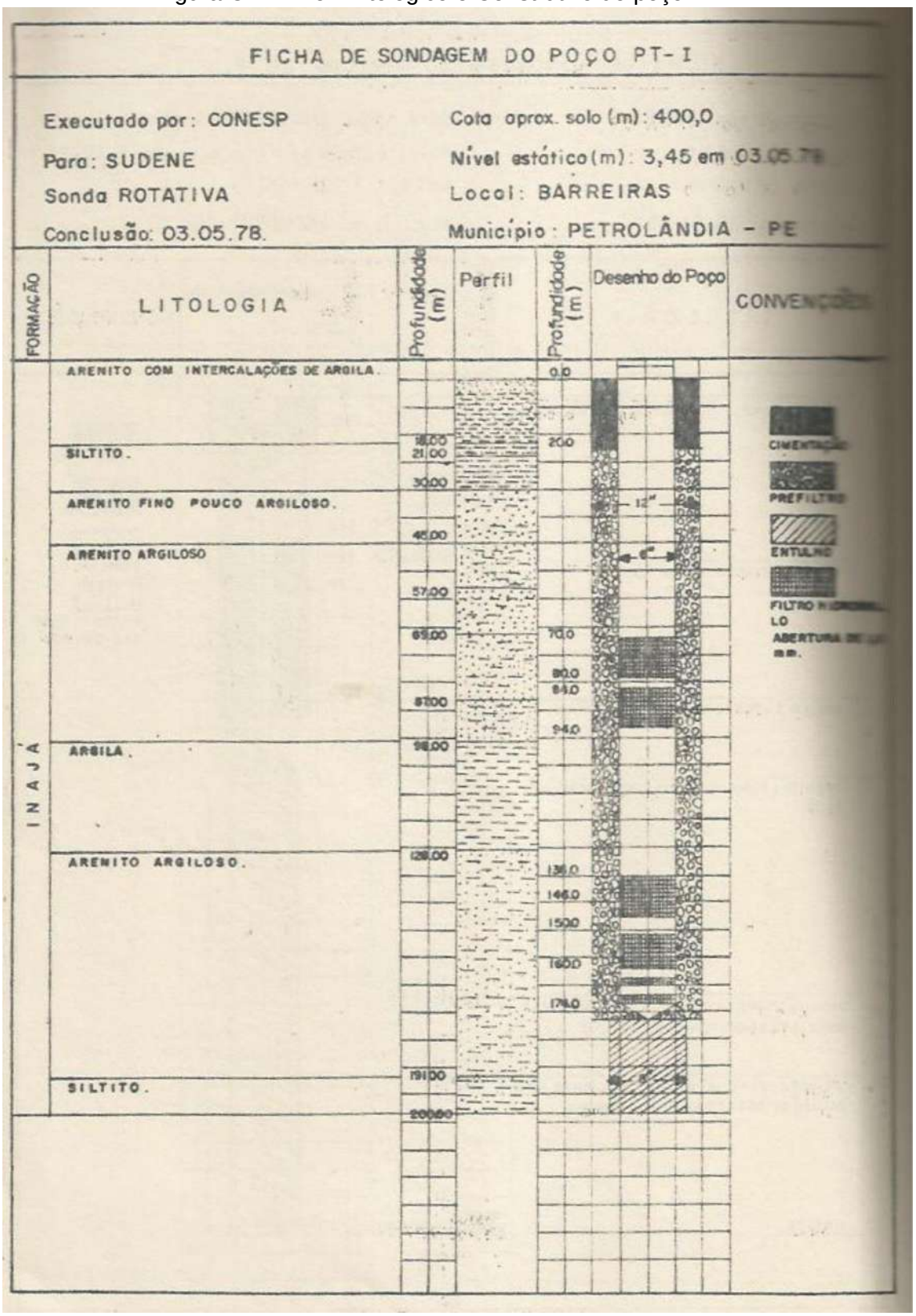
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura C.10– Perfil litológico e Construtivo do poço PZ – TR.



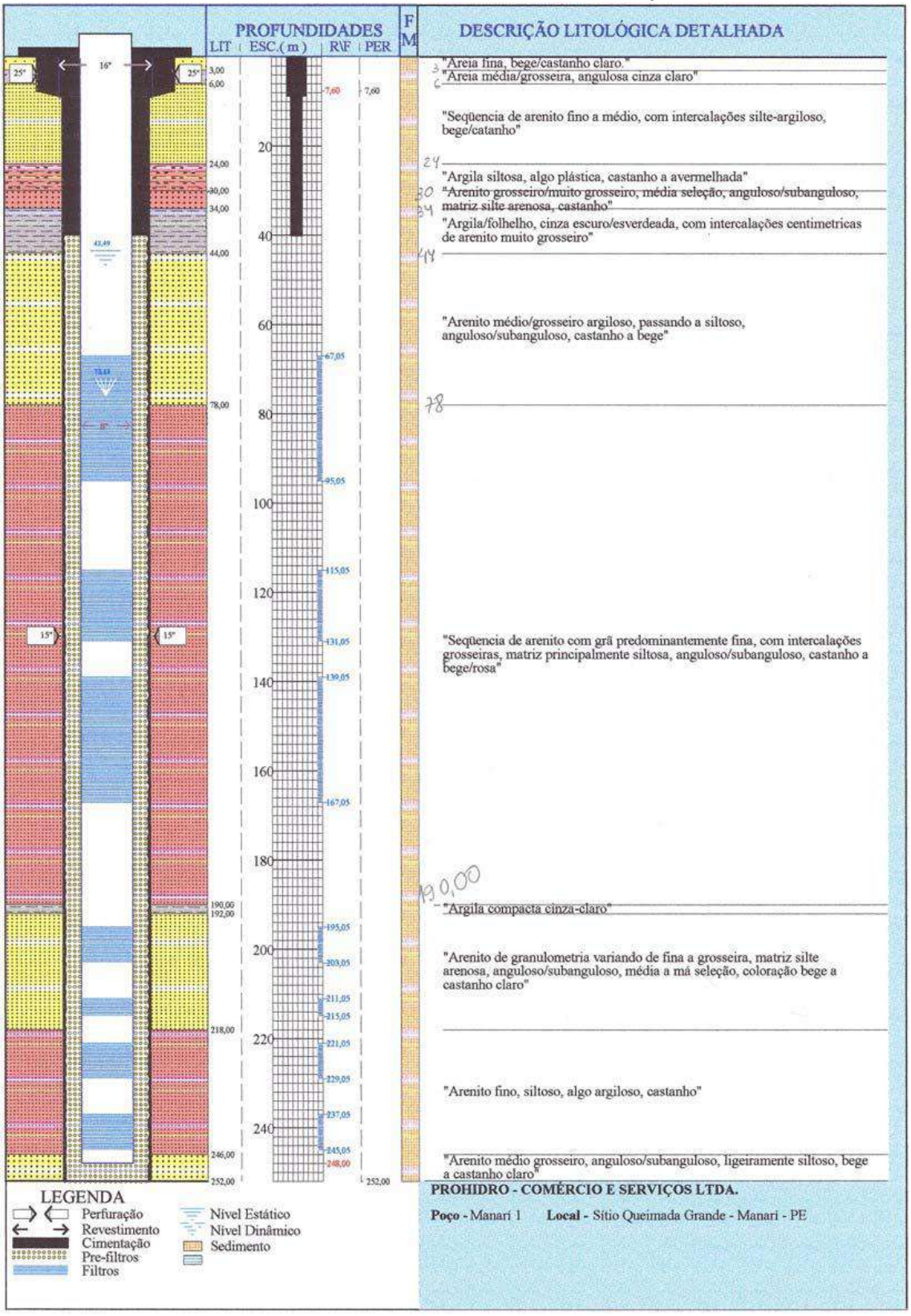
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura C.11– Perfil litológico e Construtivo do poço PT – I.



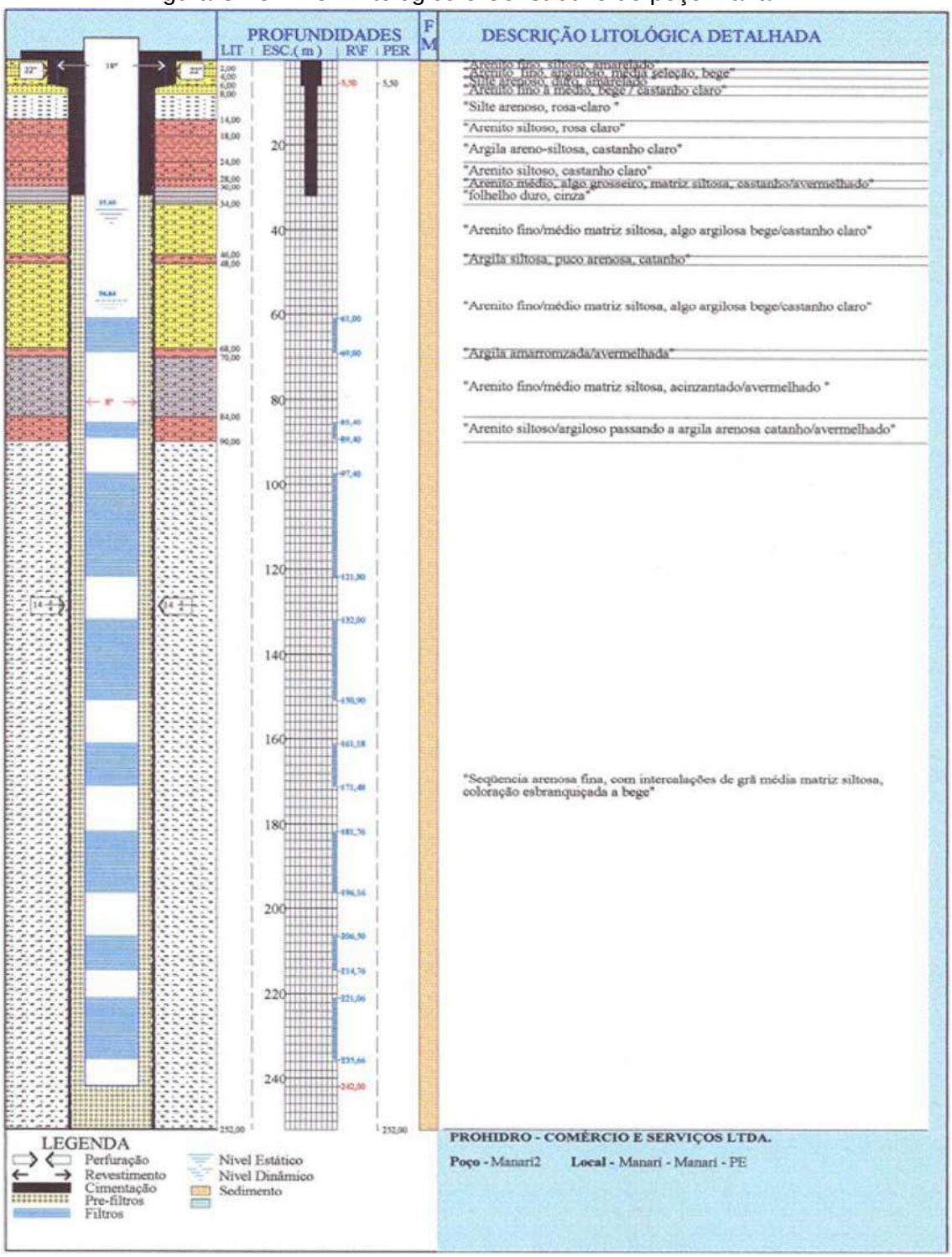
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura C.12 – Perfil litológico e Construtivo do poço Manari 1.



Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

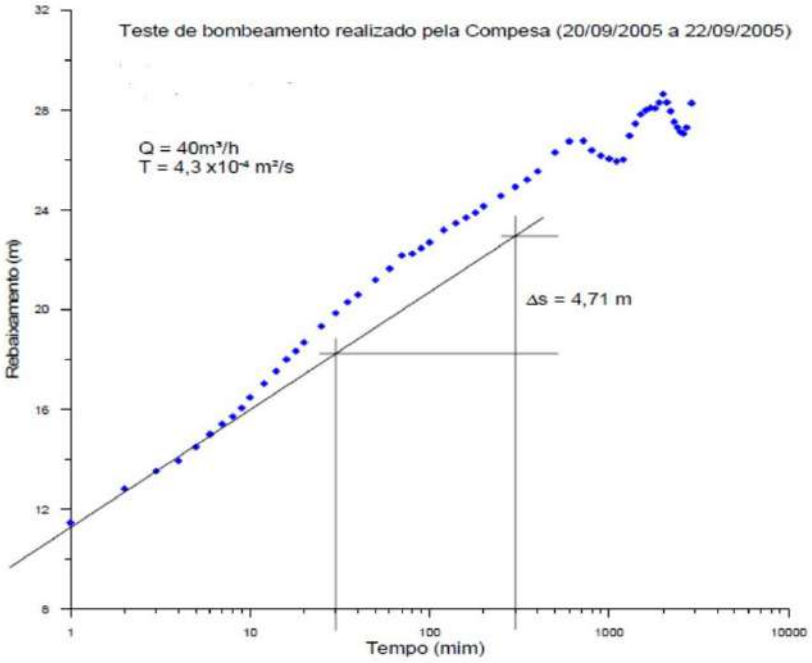
Figura C.13 – Perfil litológico e Construtivo do poço Manari 2.



Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

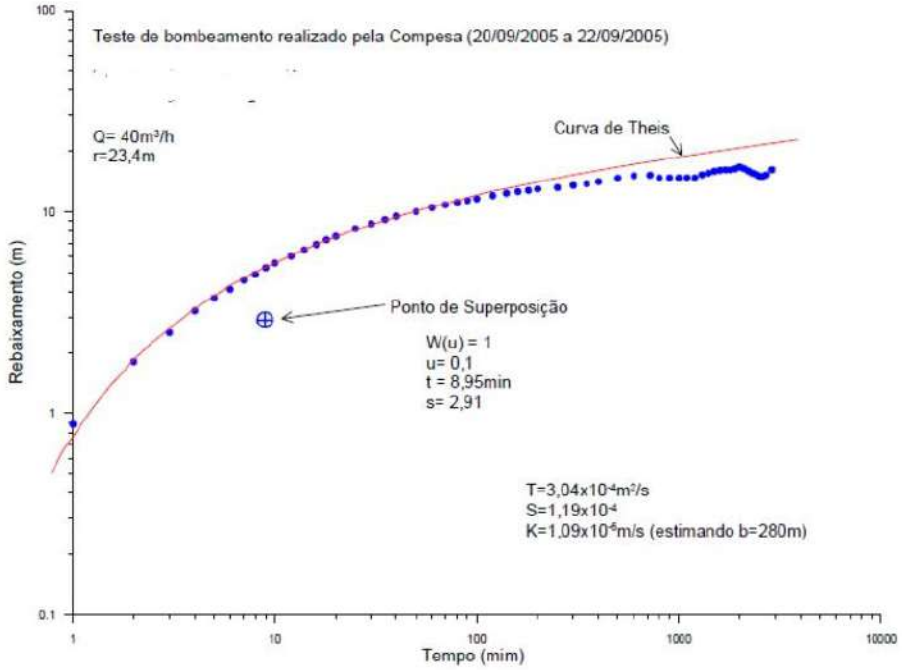
ANEXO D – GRÁFICOS INTERPRETATIVOS DOS ENSAIOS DE BOMBEAMENTOS

Figura D.1 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço Pz Manari 1.



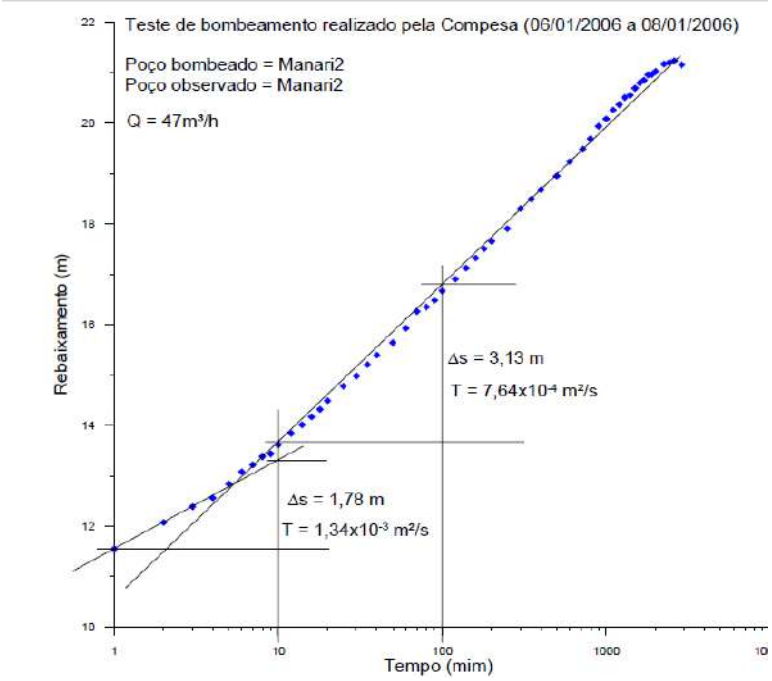
Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura D.2 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço Manari 1.



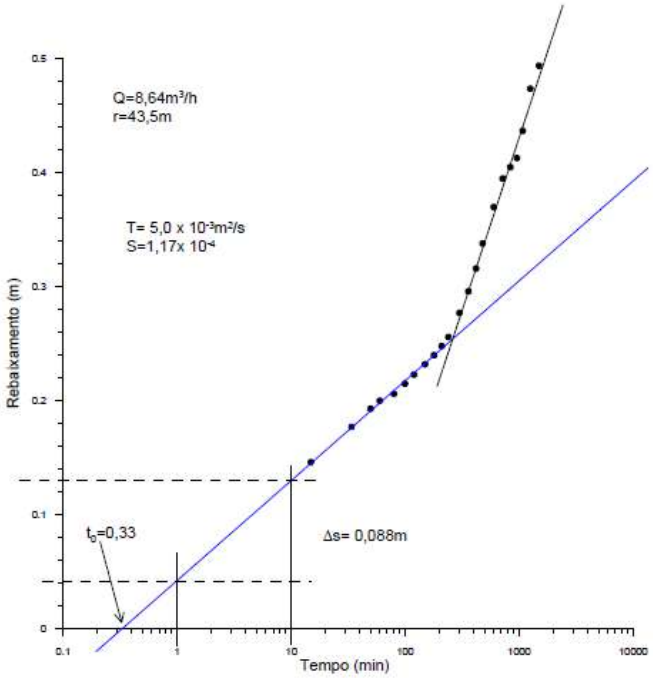
Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura D.3 – Gráfico Interpretativos do ensaio de bombeamento do poço Manari 2.



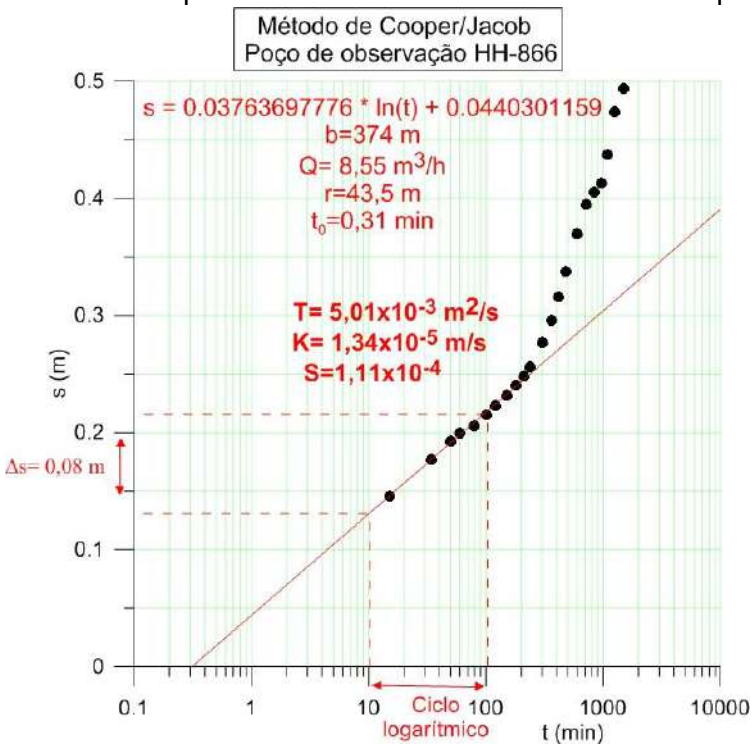
Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura D.4 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço PZ HH-866.



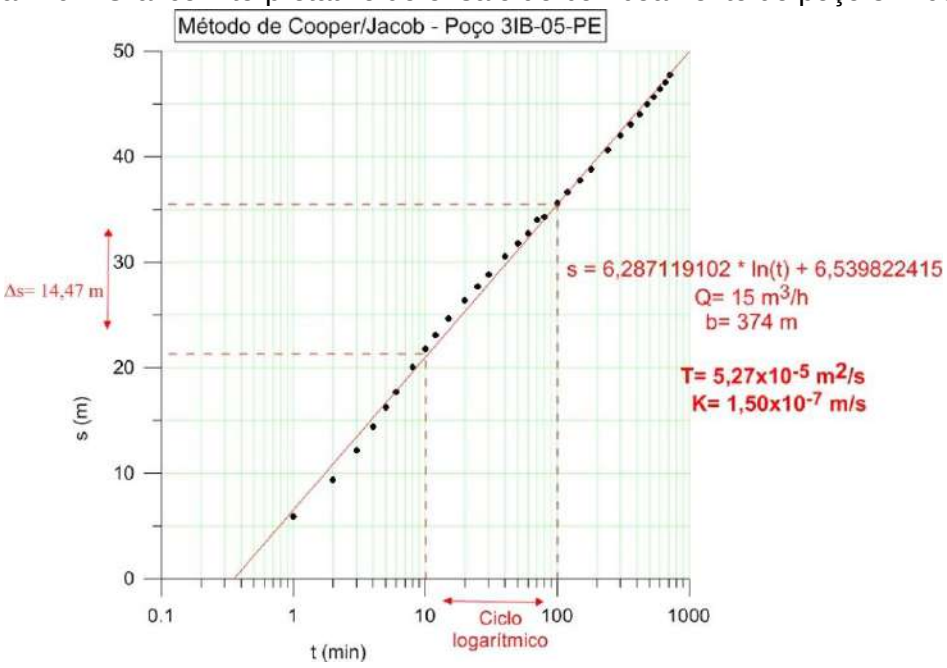
Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura D.5 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço HH-866.



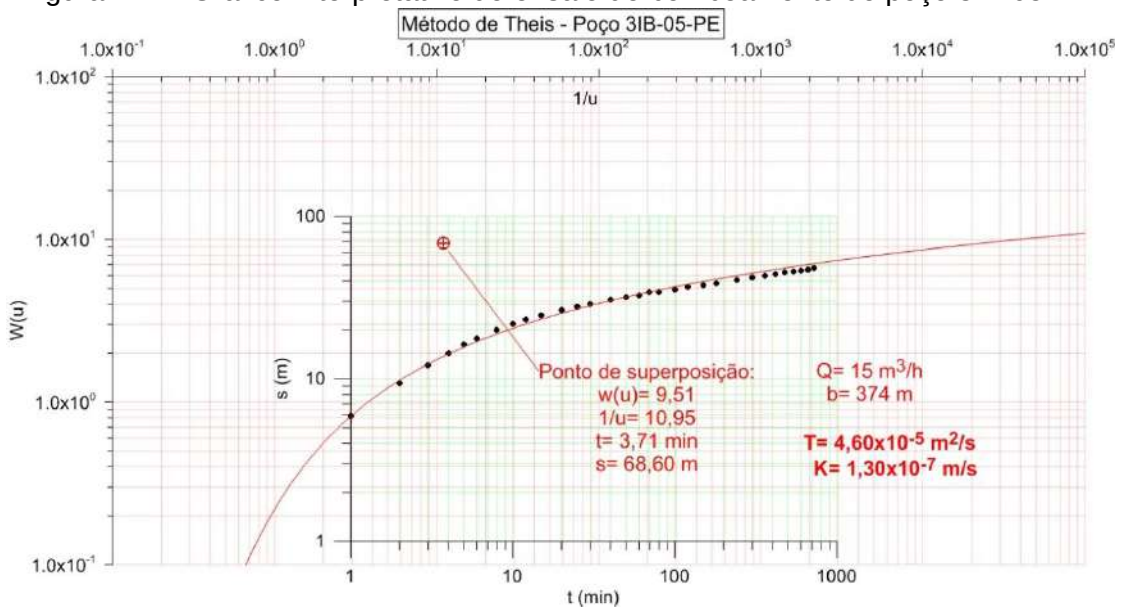
Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008. Interpretação: O autor

Figura D.6 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3IB-05-PE.



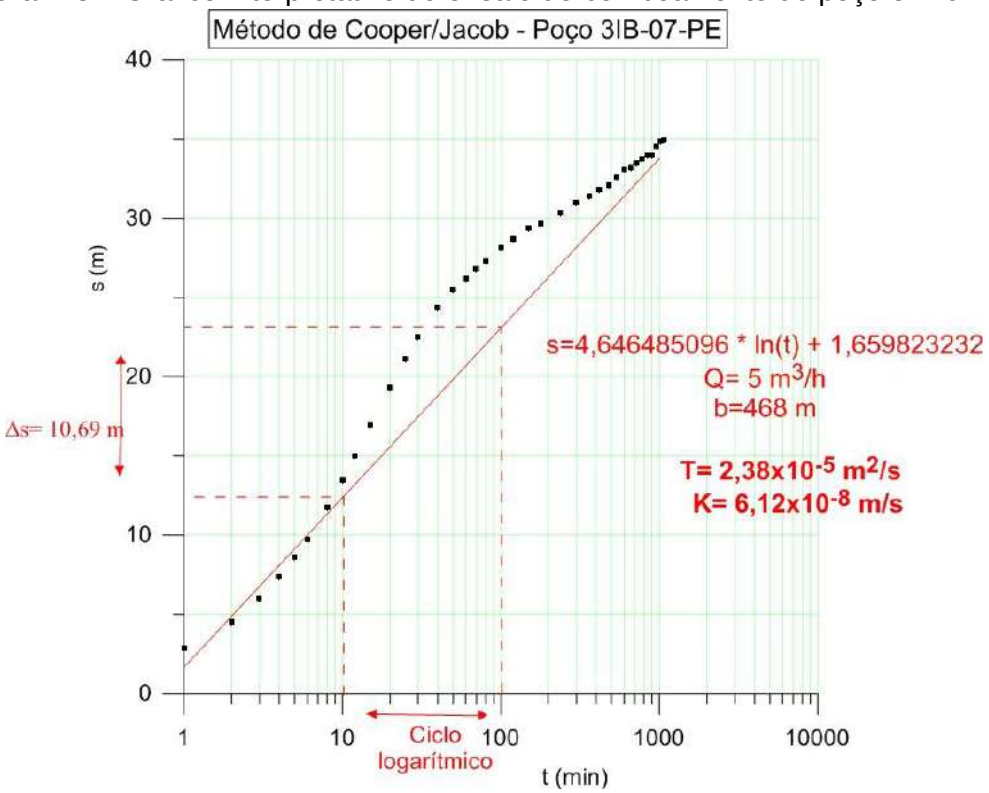
Fonte: Leite *et al*., 1999. Interpretação: O autor

Figura D.7 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3IB-05-PE.



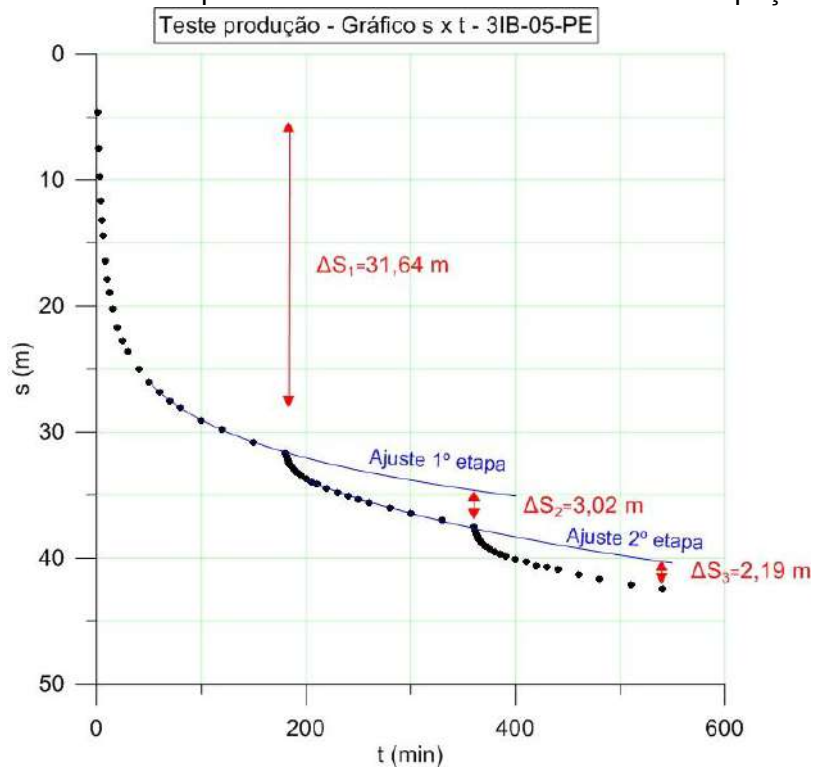
Fonte: Leite *et al*., 1999. Interpretação: O autor

Figura D.8 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3IB-07-PE.



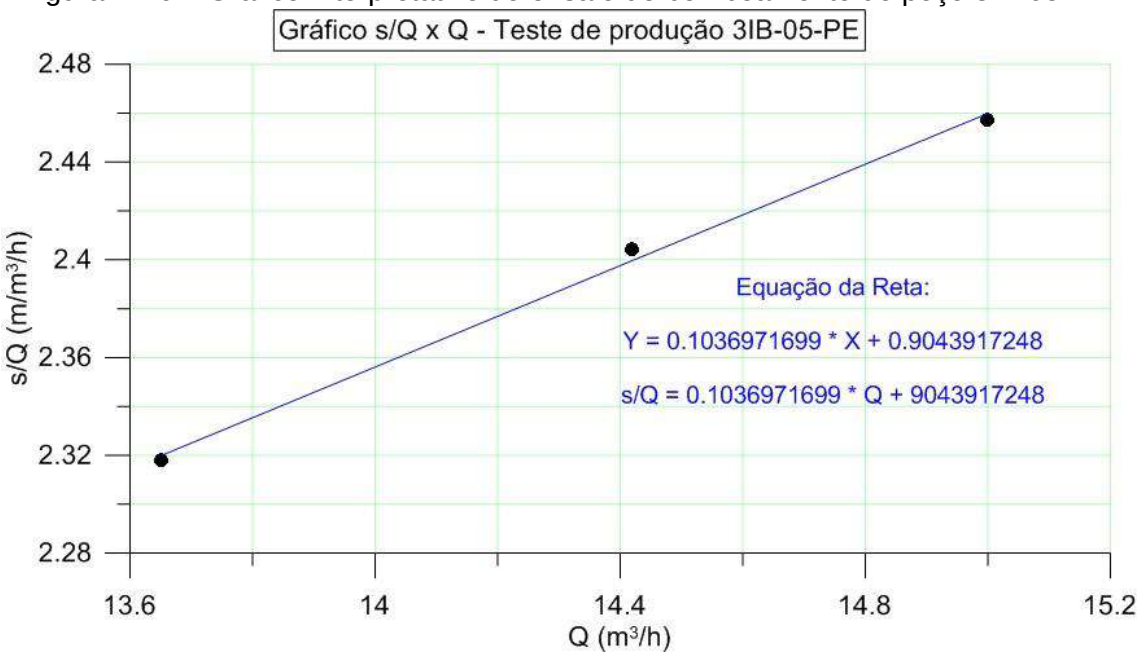
Fonte: Leite *et al*., 1999. Interpretação: O autor.

Figura D.9 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3IB-05-PE.



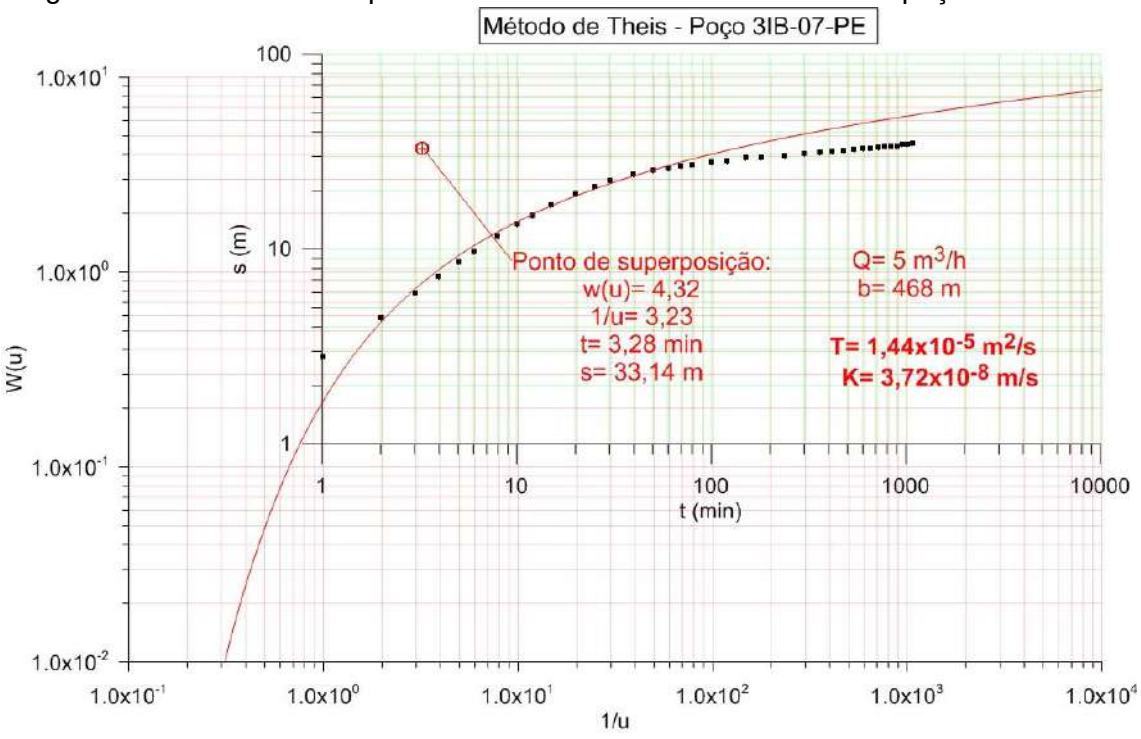
Fonte: Leite *et al*., 1999. Interpretação: O autor

Figura D.10 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3IB-05-PE.



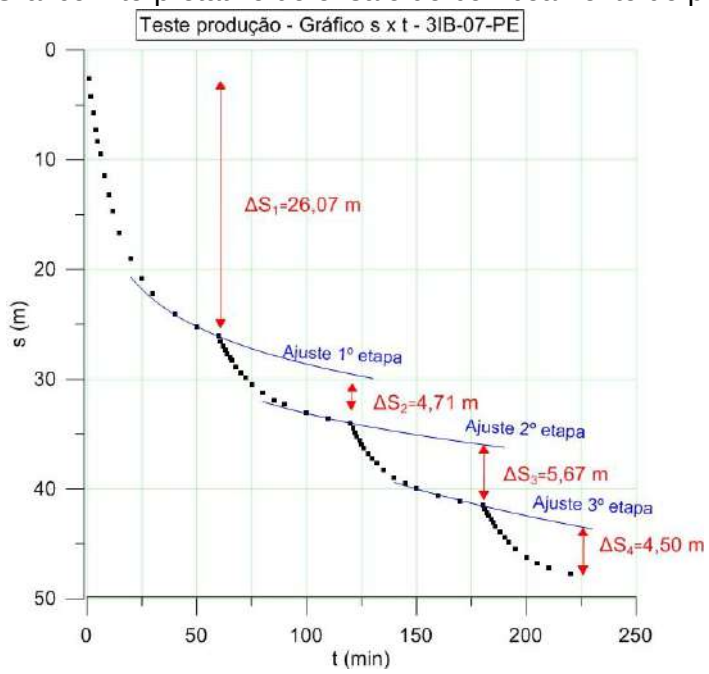
Fonte: Leite *et al*., 1999. Interpretação: O autor.

Figura D.11 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3IB-07-PE.



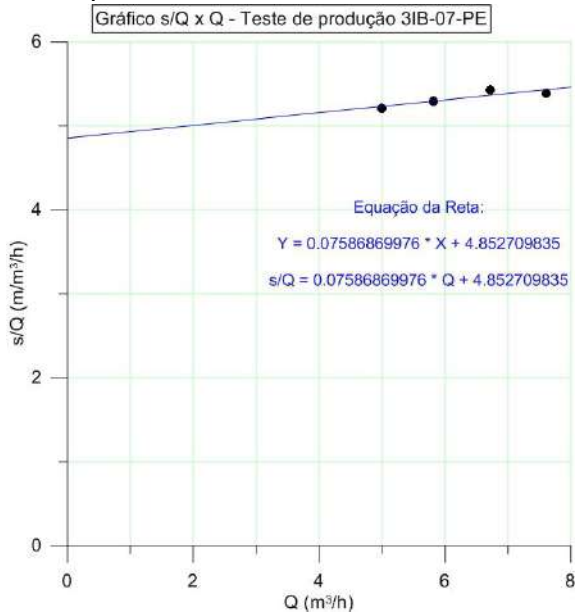
Fonte: Leite *et al*., 1999. Interpretação: O autor.

Figura D.12 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3IB-07-PE.



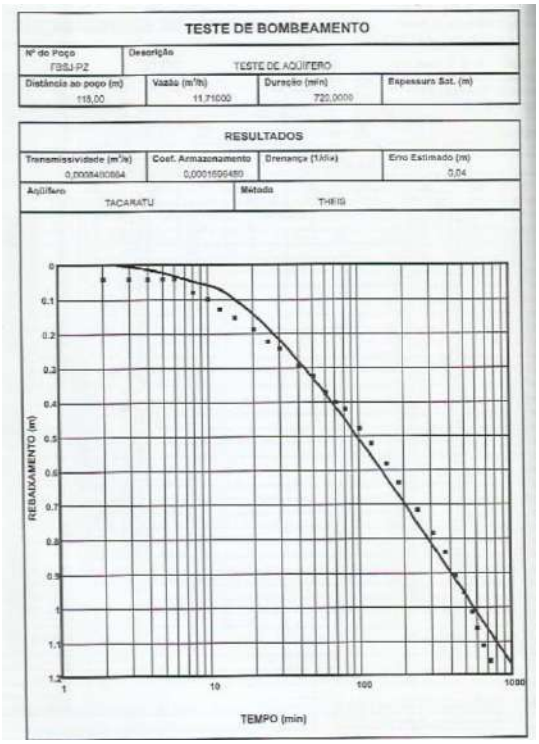
Fonte: Leite *et al*., 1999. Interpretação: O autor.

Figura D.13 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3IB-07-PE.



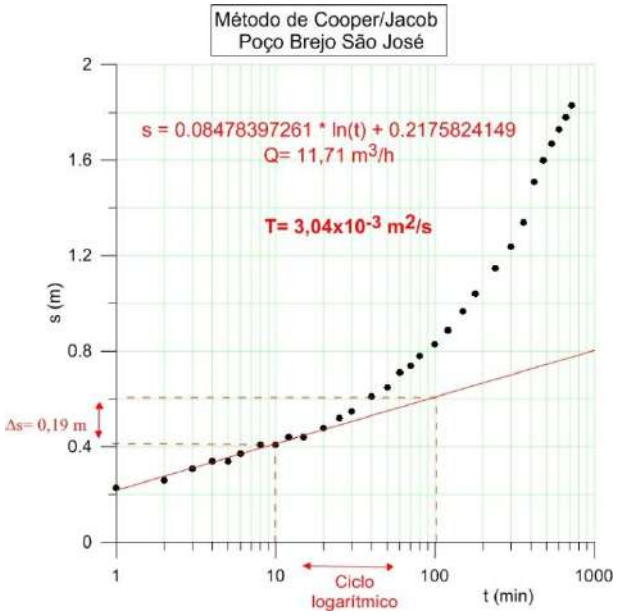
Fonte: Leite *et al*., 1999. Interpretação: O autor.

Figura D.14 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço PZ Brejo São José.



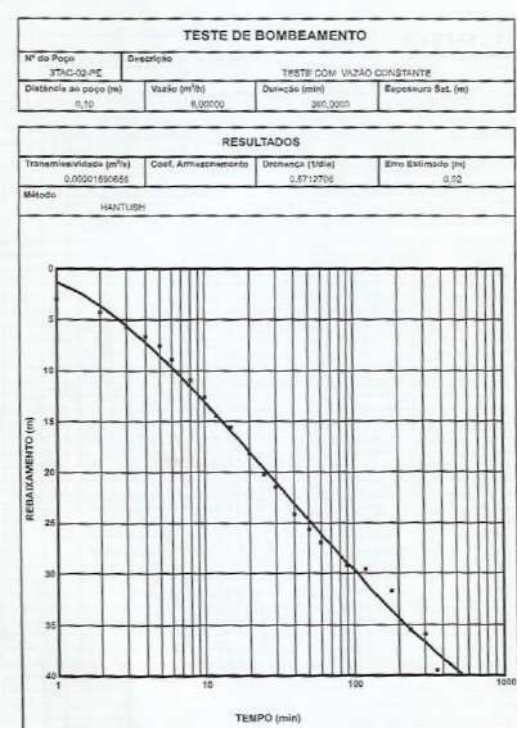
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura D.15 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço Brejo São José.



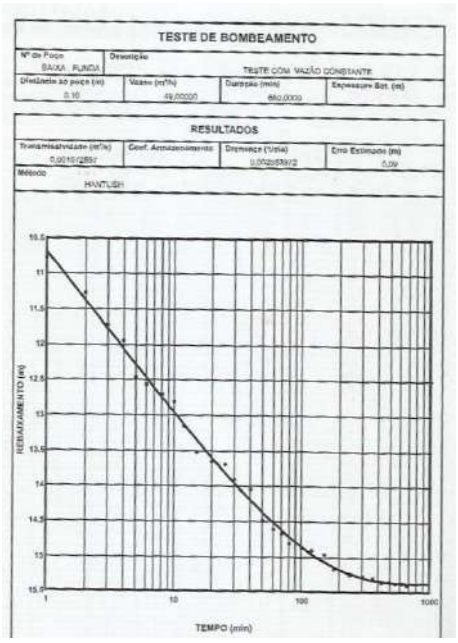
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura D.16 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3 TAC-02-PE.



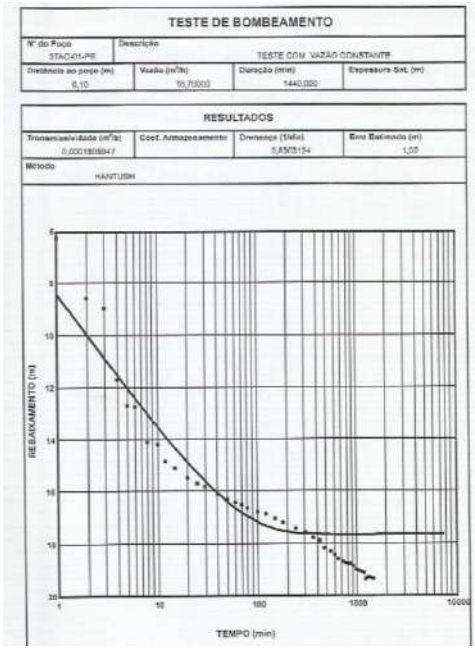
Fonte: Leite *et al*., 2001.

Figura D.17 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço BAIXA FUNDA.



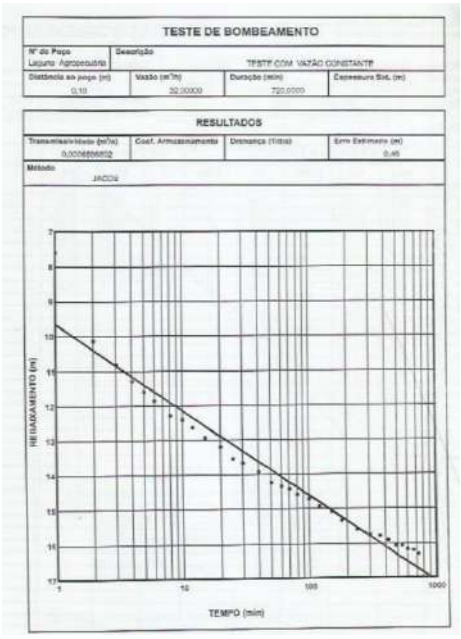
Fonte: Leite *et al*., 2001.

Figura D.18 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3TAC-01-PE.



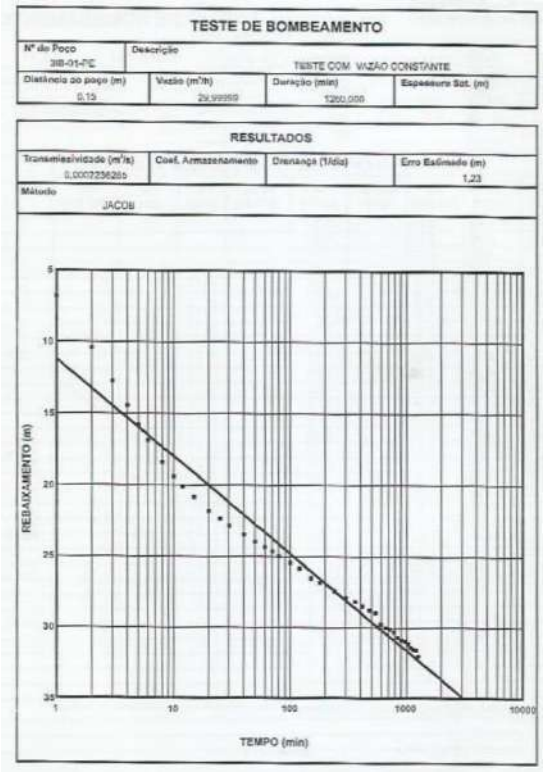
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura D.19 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço Laguna Agropecuária.



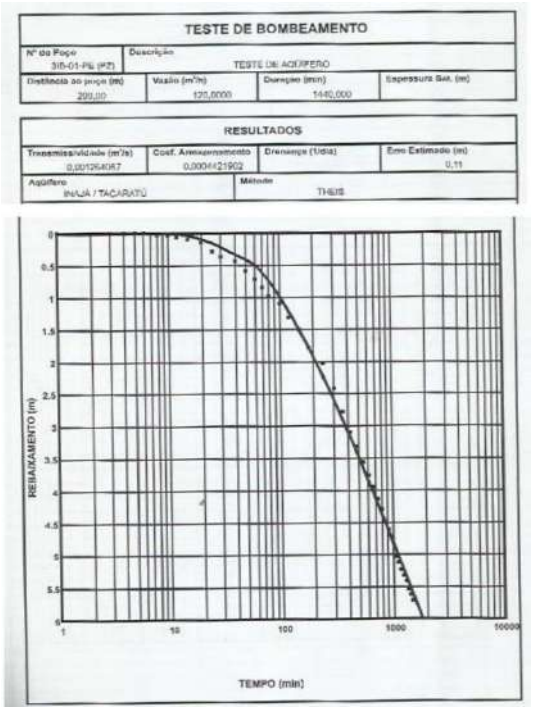
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura D.20 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço 3IB-01-PE.



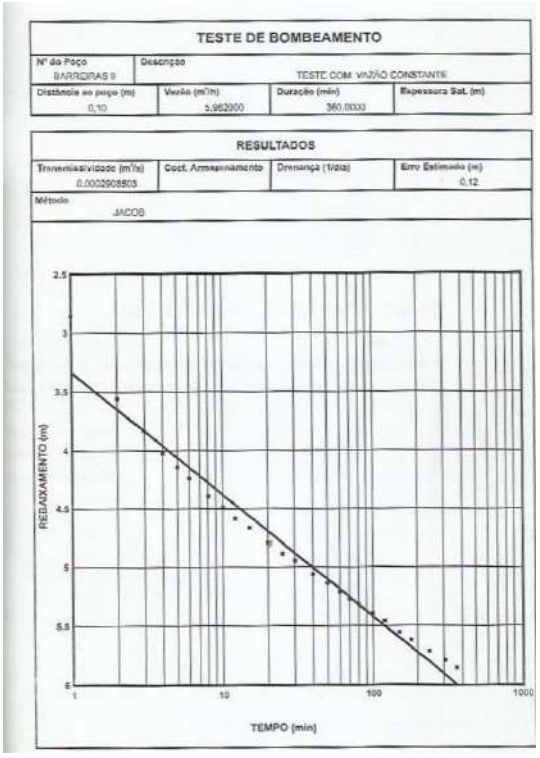
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura D.21 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço PZ do 3IB-01-PE.



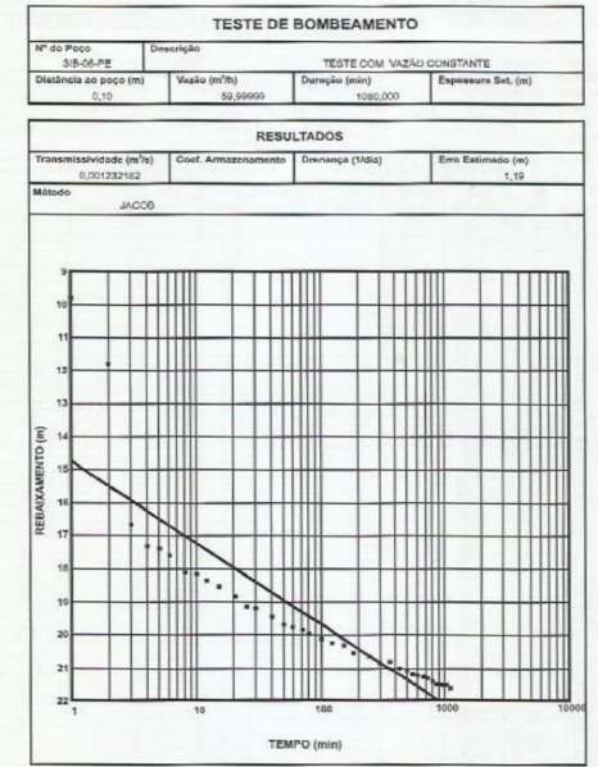
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura D.22 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do poço F. Barreiras II.



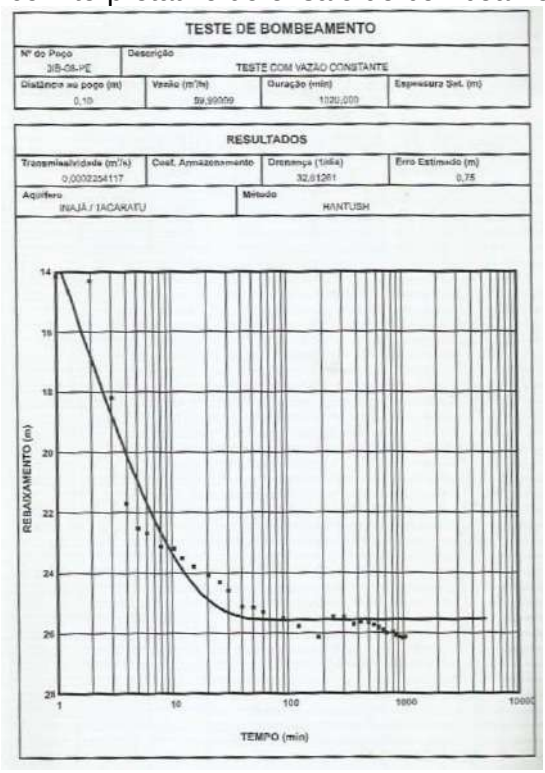
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura D.23 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do 3IB-06-PE.



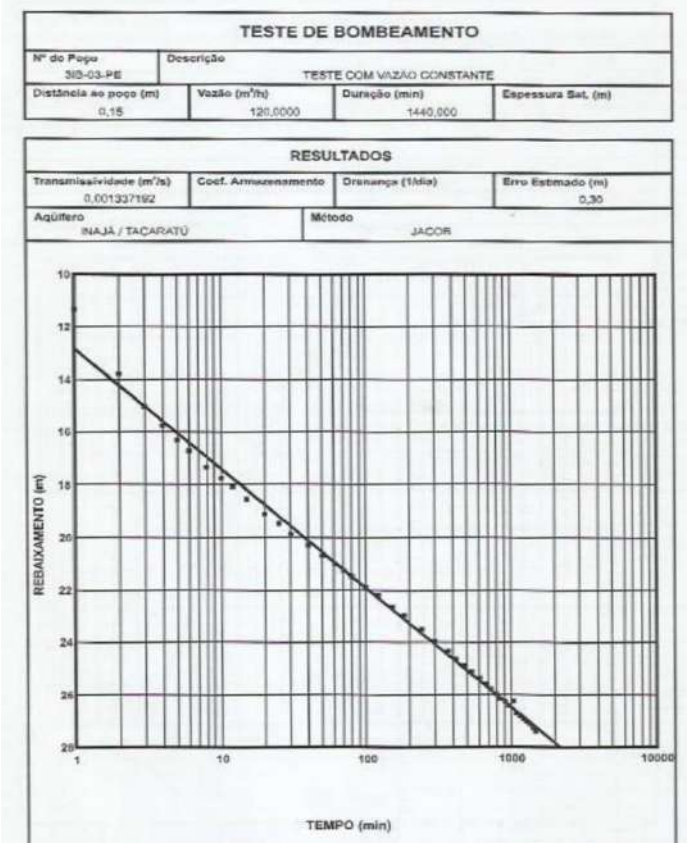
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura D.24 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do 3IB-08-PE.



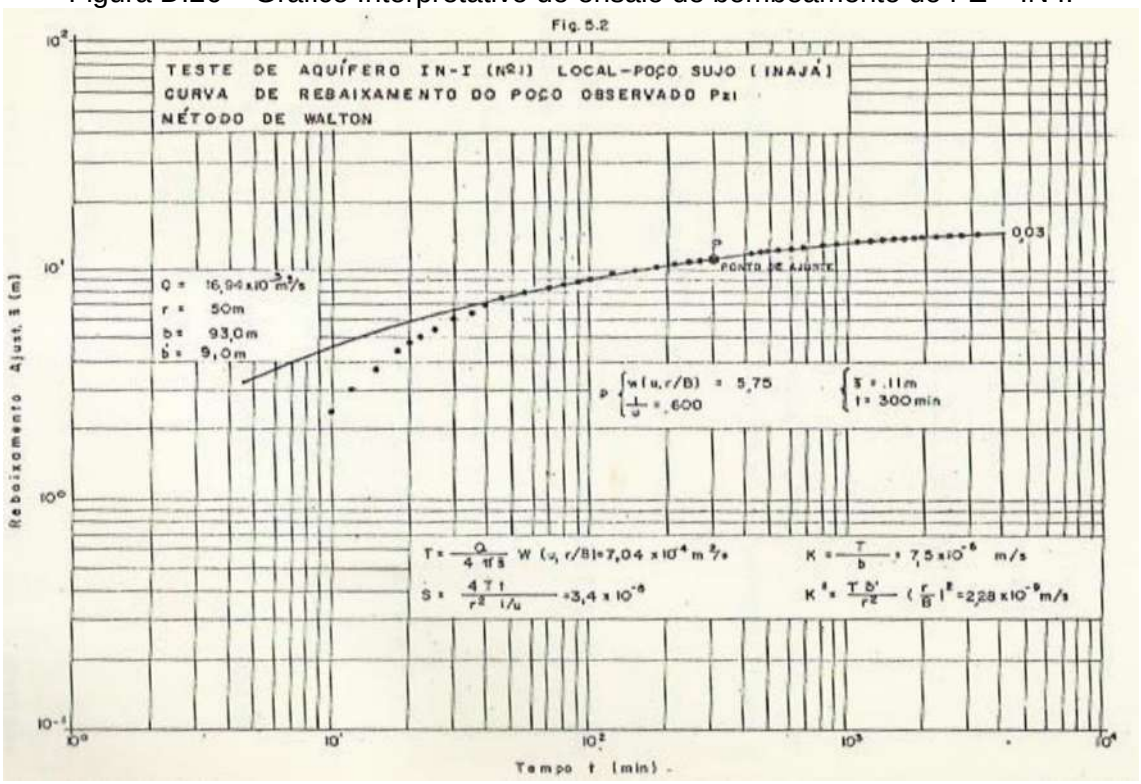
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Anexo 04.25 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do 3IB-03-PE.



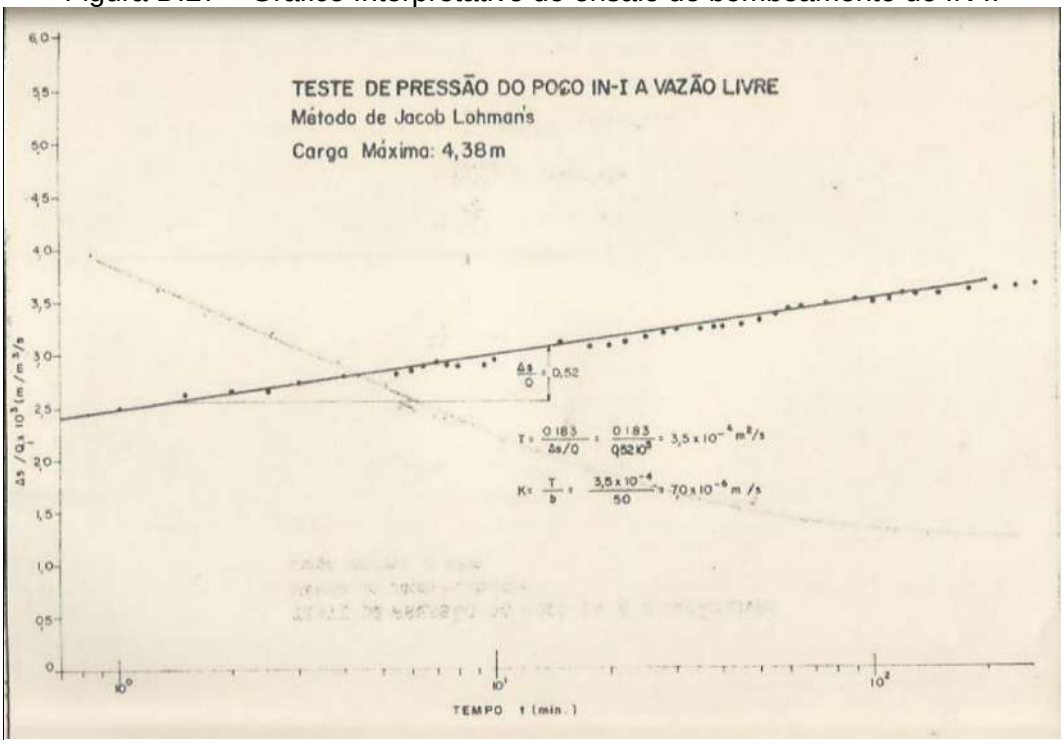
Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura D.26 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do PZ – IN I.



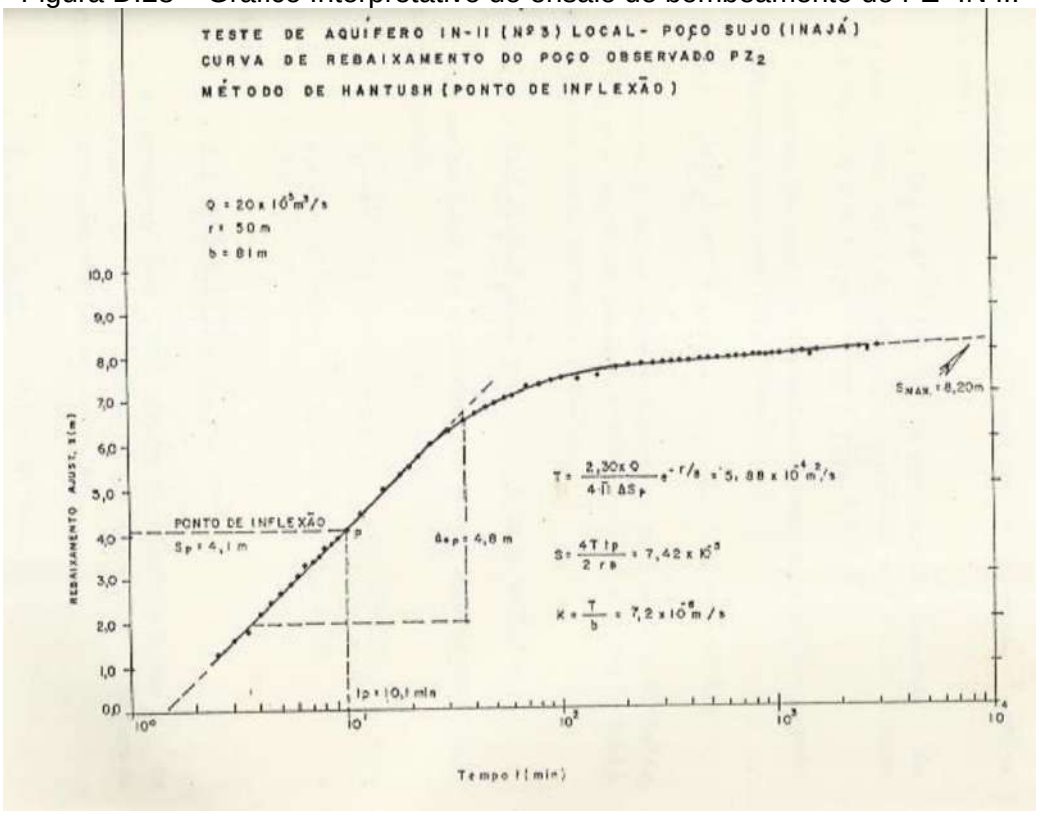
Fonte: Fonte: Melo, 1980.

Figura D.27 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do IN I.



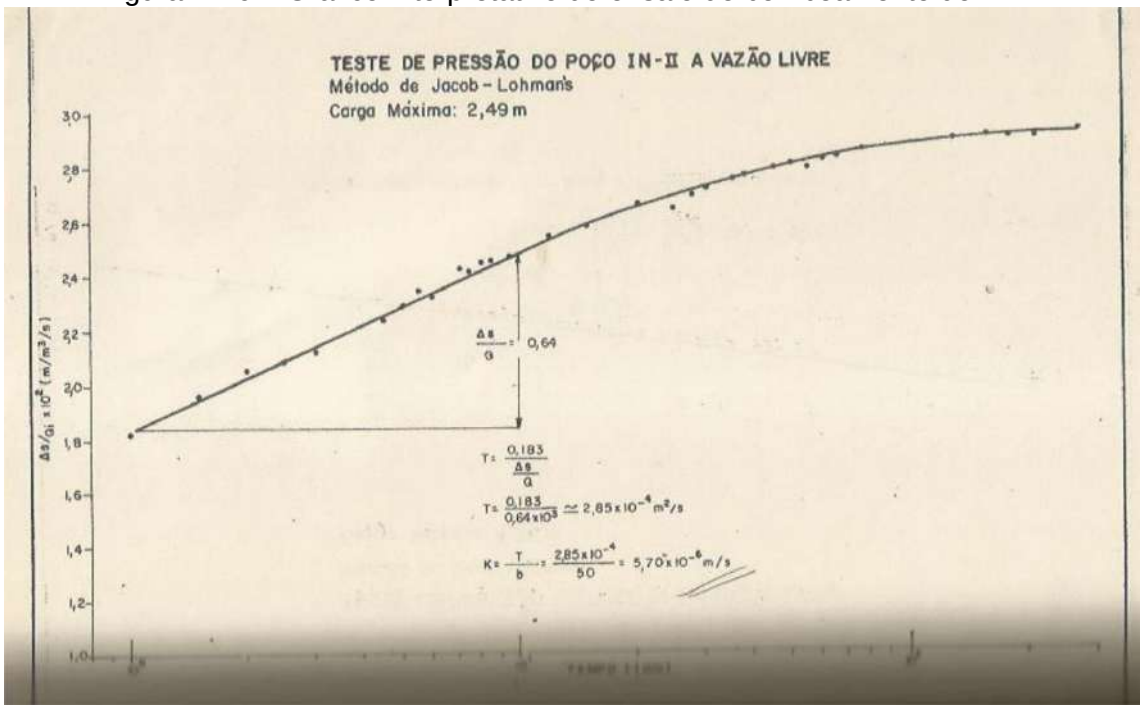
Fonte: Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura D.28 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do PZ -IN II.



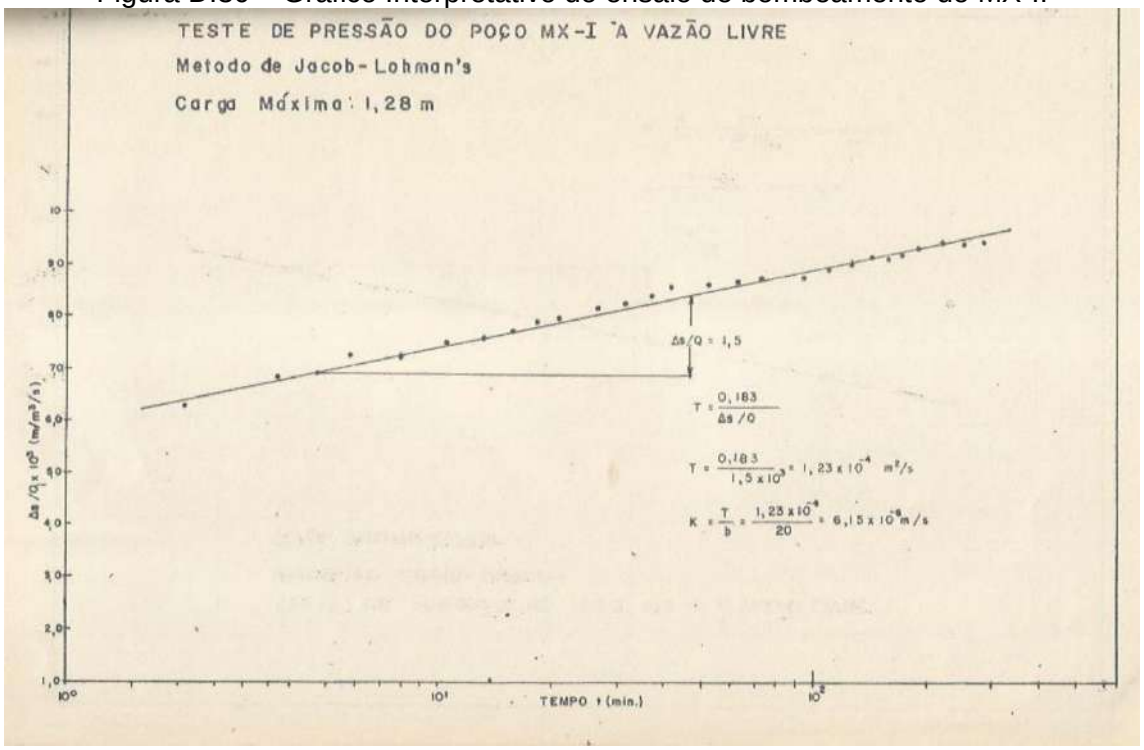
Fonte: Fonte: Melo, 1980.

Figura D.29 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do IN-II.



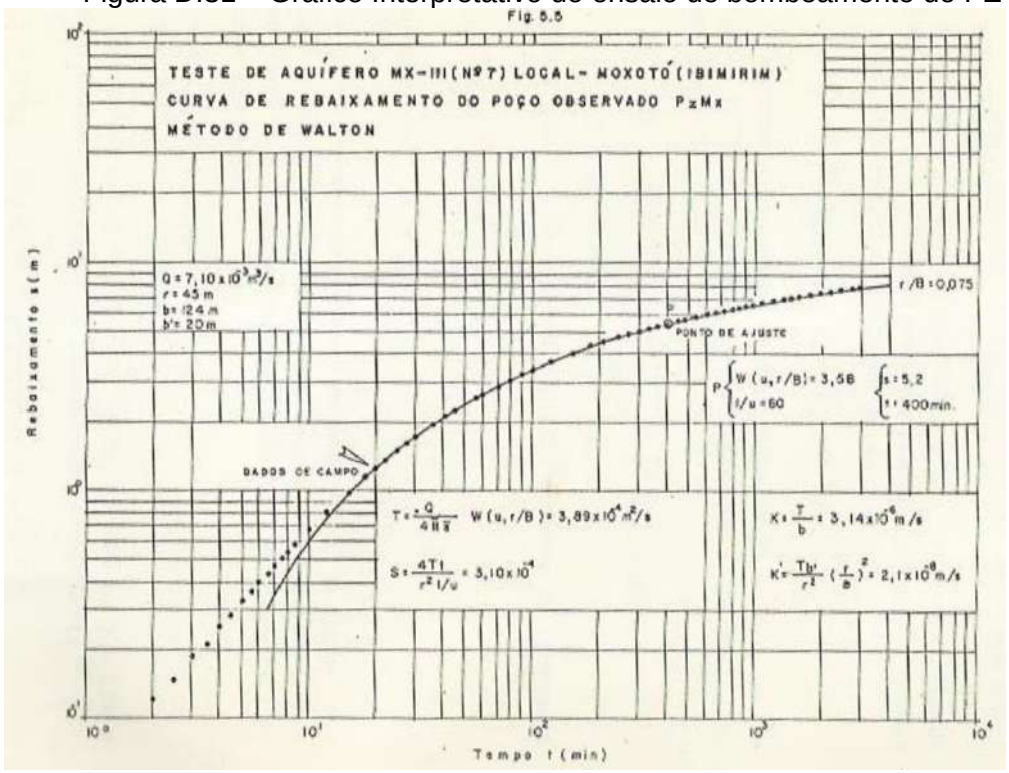
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura D.30 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do MX-I.



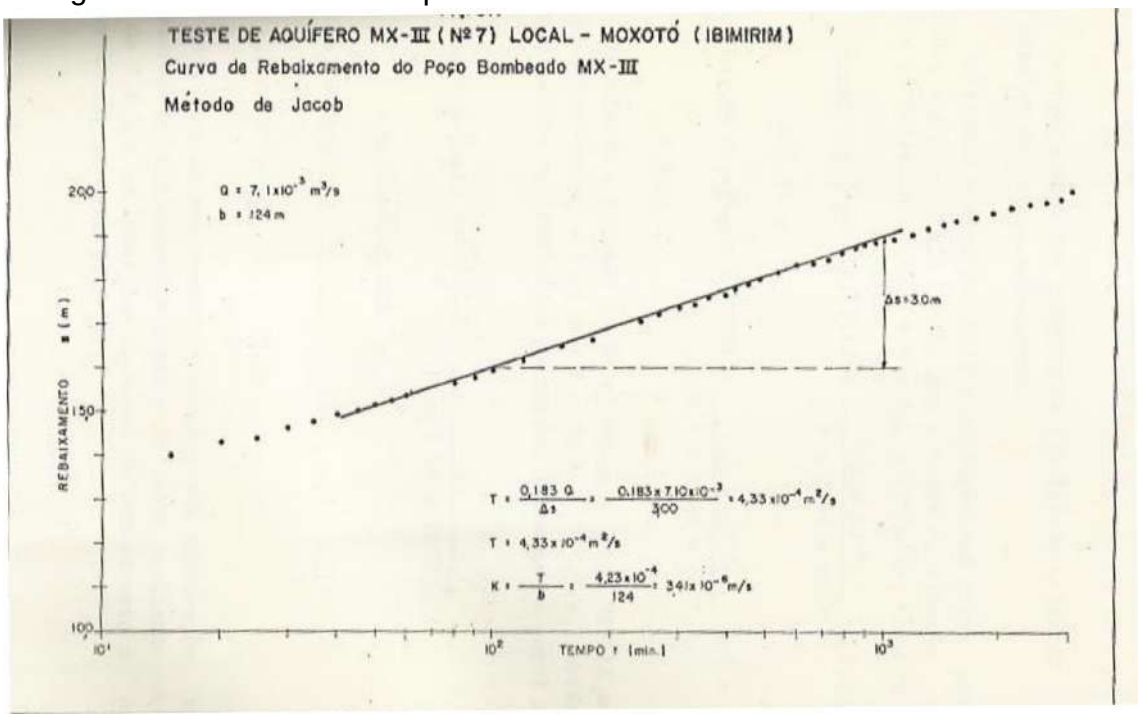
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura D.31 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do PZ MX.



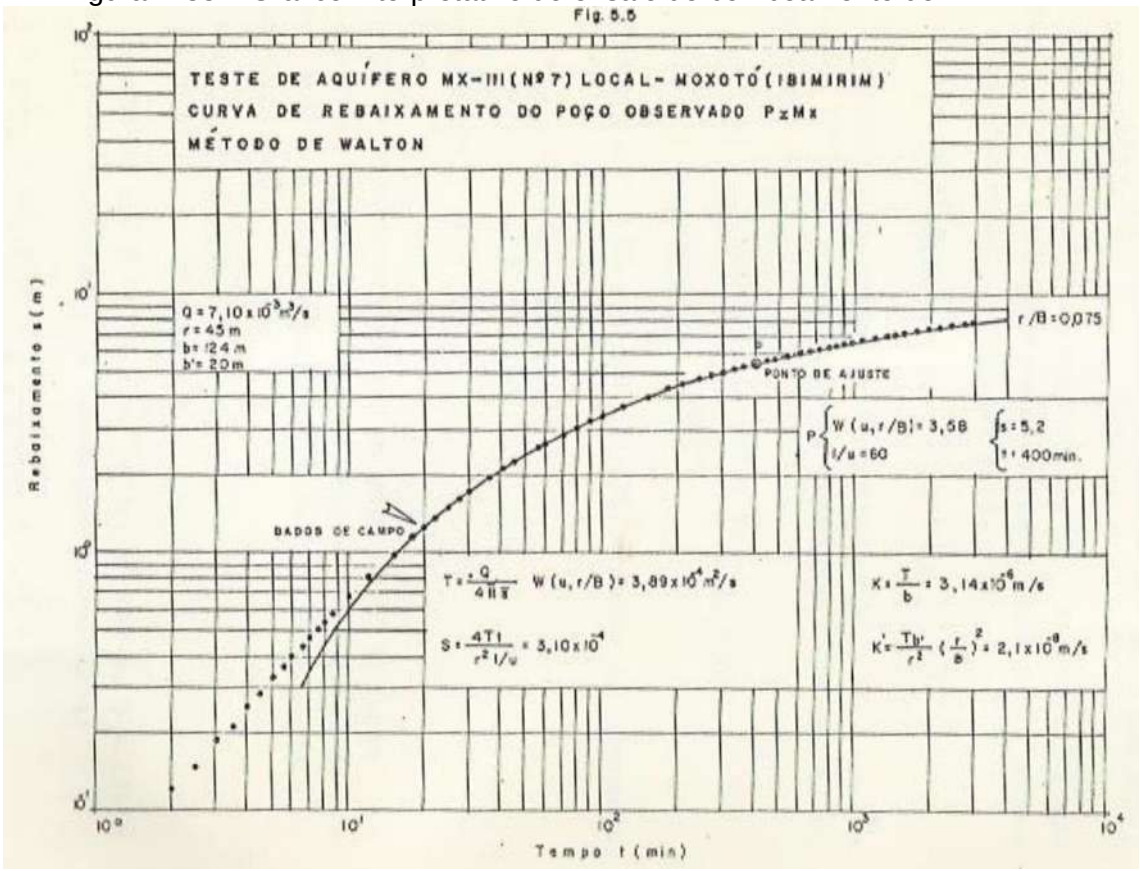
Fonte: Melo, 1980.

Figura D.32 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do MX-III.



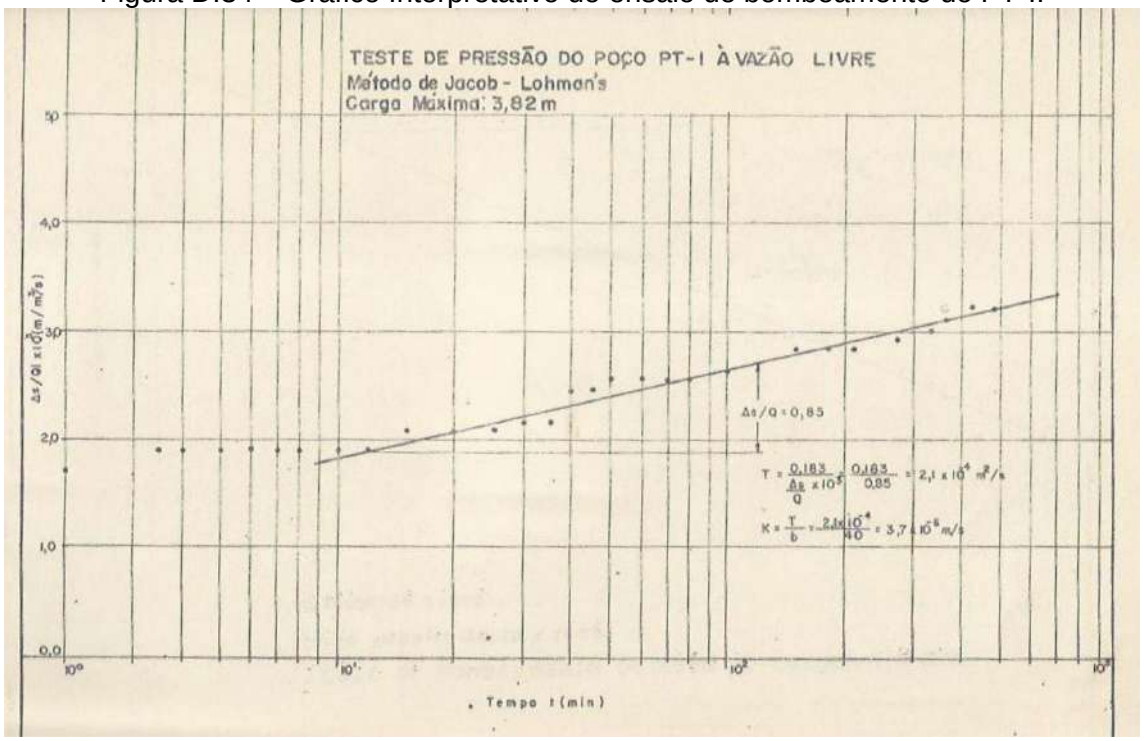
Fonte: Melo, 1980.

Figura D.33 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do PX MX-III.



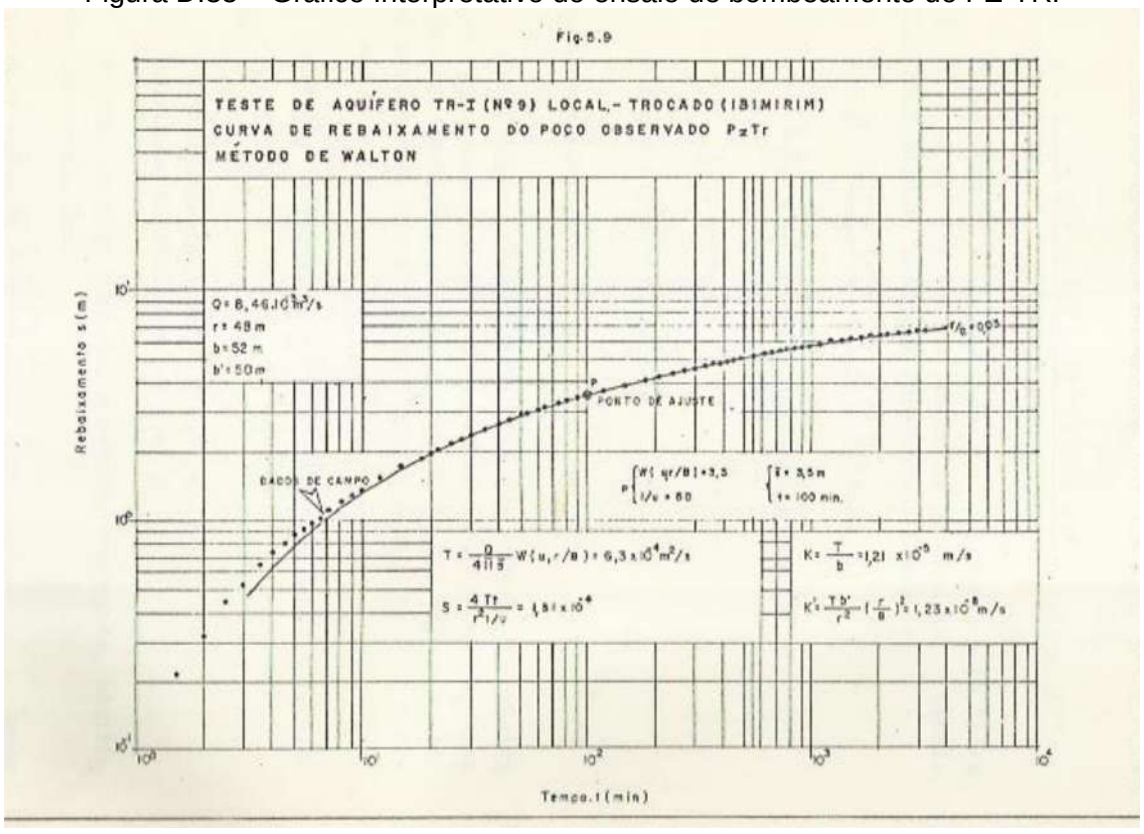
Fonte: Melo, 1980.

Figura D.34 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do PT-I.



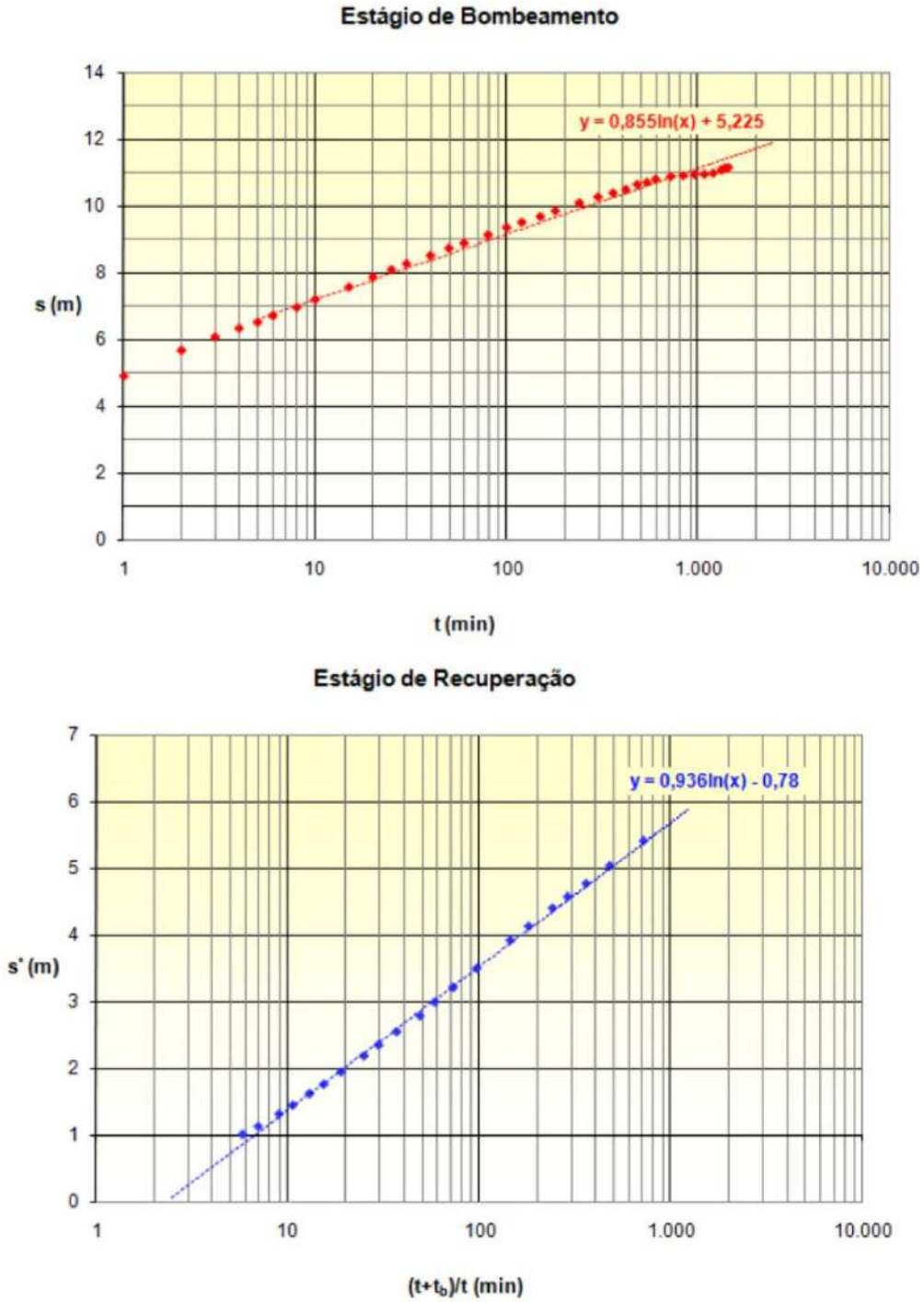
Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura D.35 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do PZ-TR.



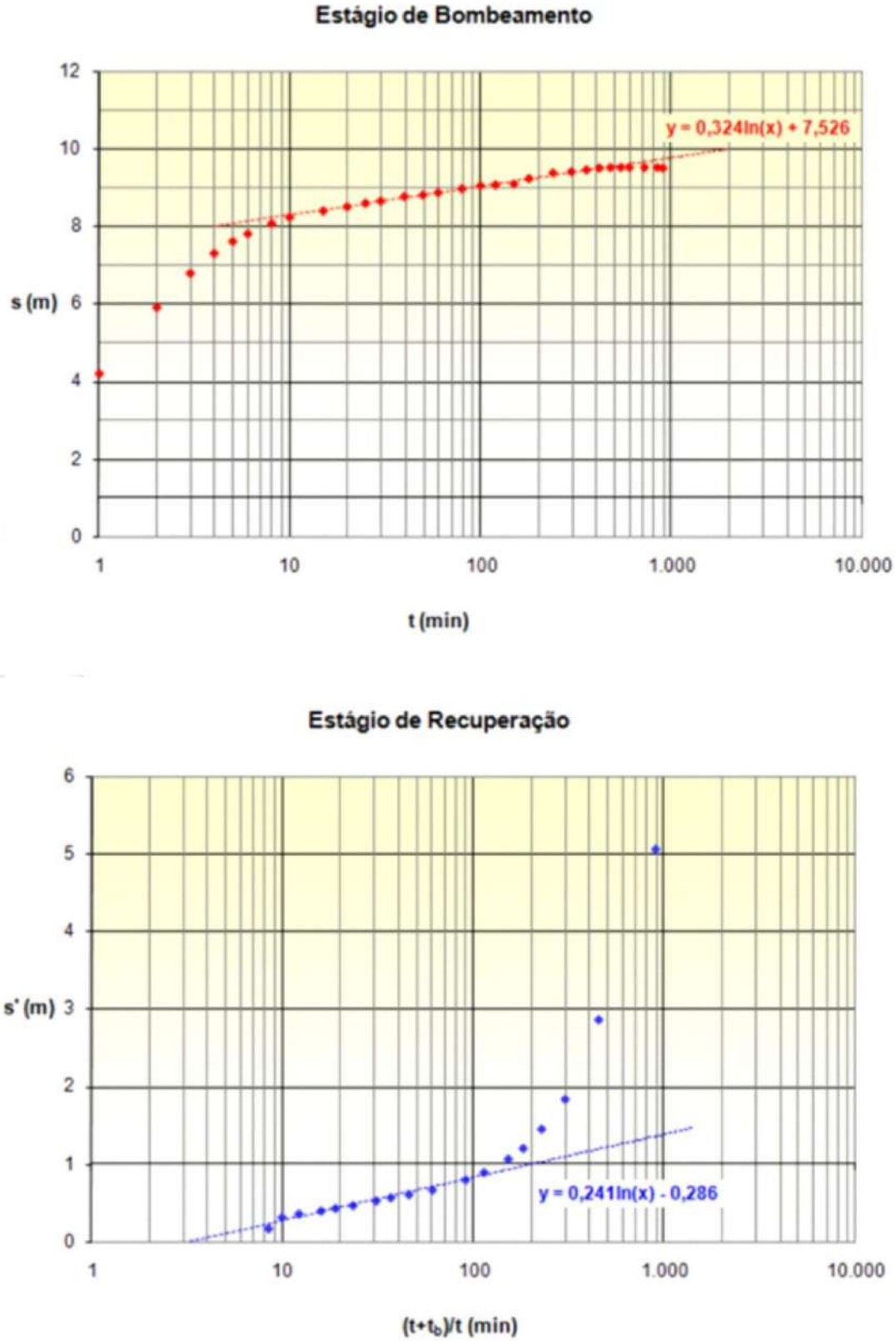
Fonte: Melo, 1980.

Figura D.36 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do 487.



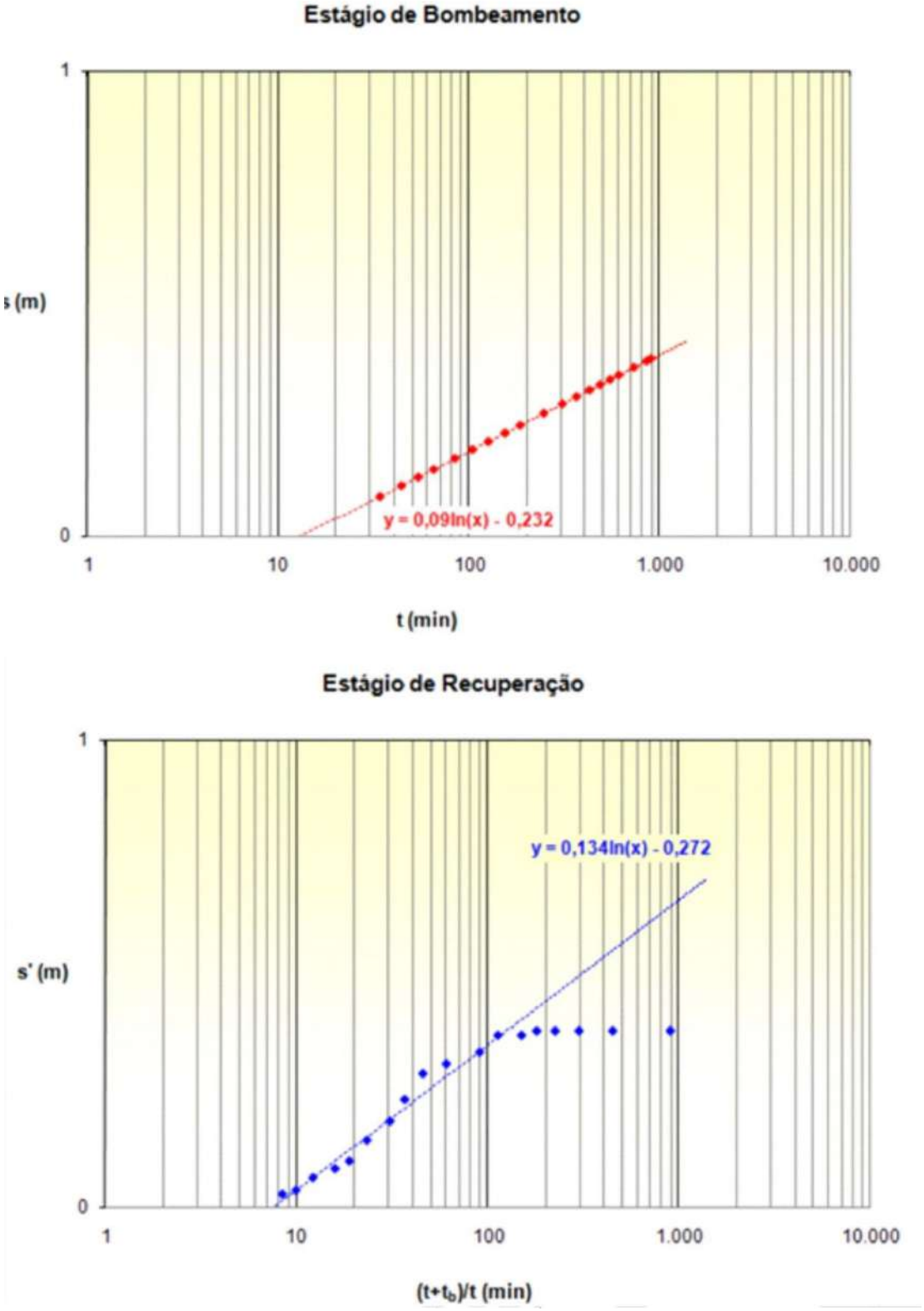
Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura D.37 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do 111.



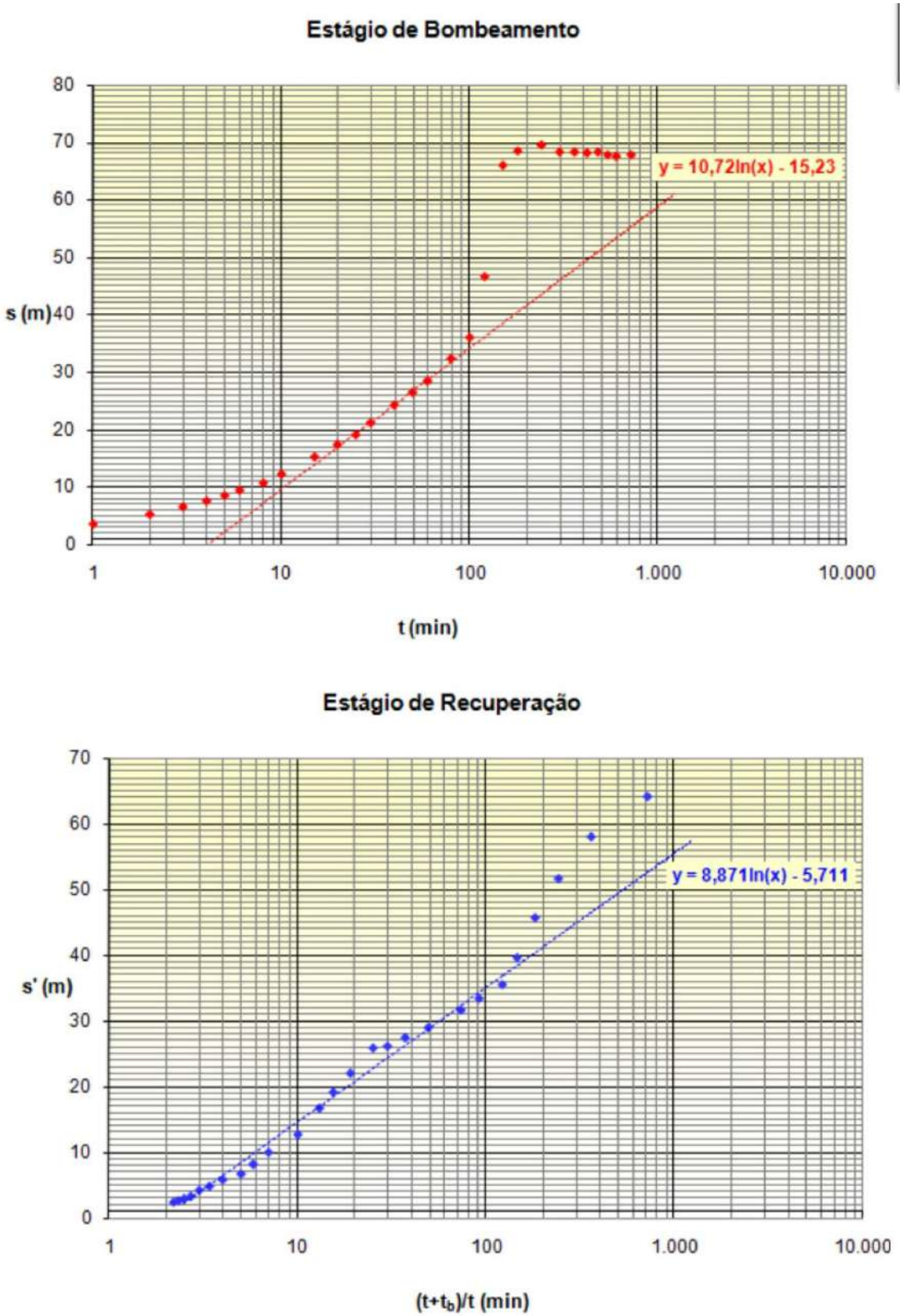
Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura D.38 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do 112.



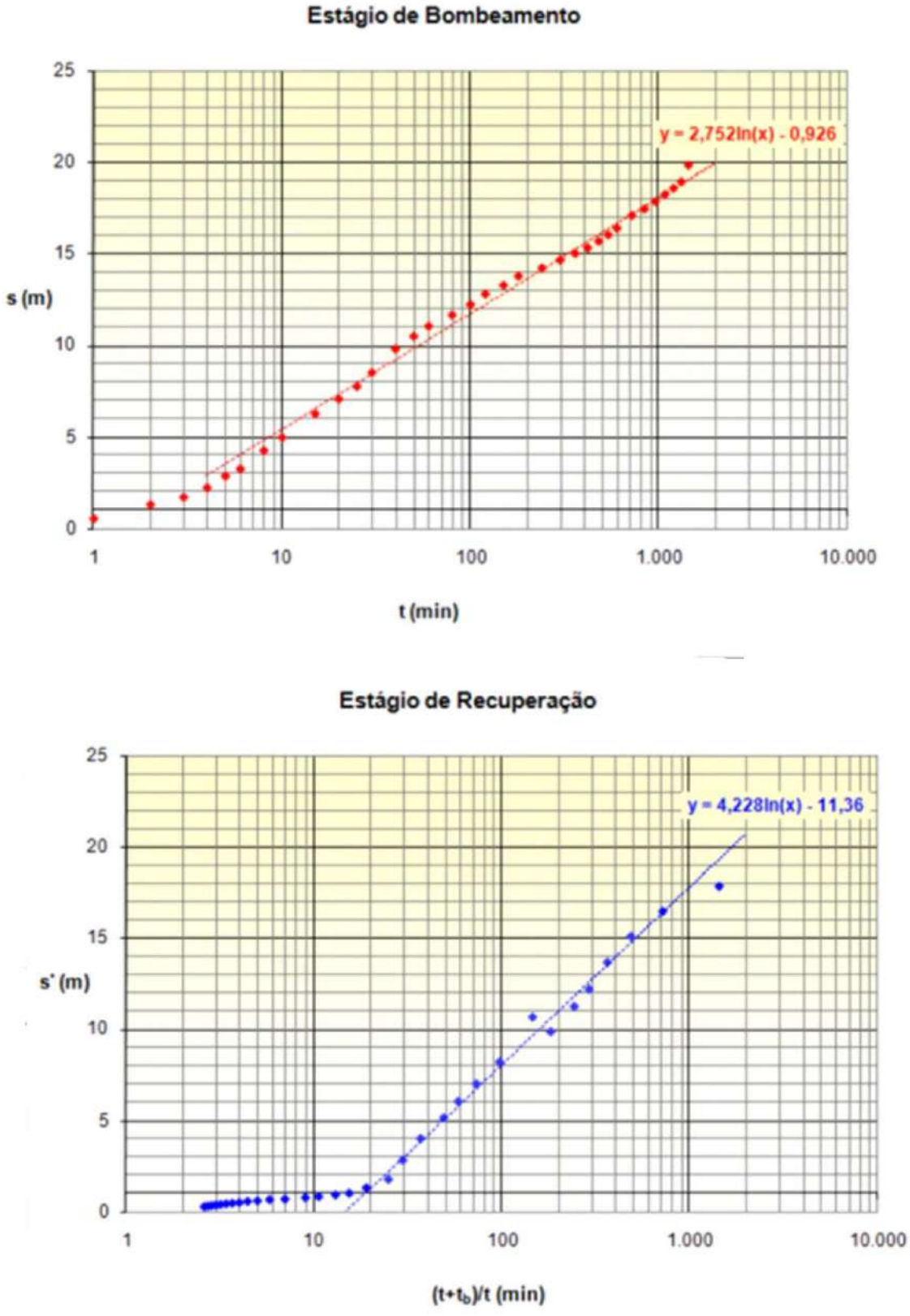
Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura D.39 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do 144.



Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura D.40 – Gráfico Interpretativo do ensaio de bombeamento do 228.



Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

ANEXO E – TABELAS DE DADOS DOS ENSAIOS DE BOMBEAMENTOS.

Figura E.1 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço Manari 1.

PROHIDRO

RELATÓRIO FINAL DE POÇOS

Ass. Resp. Teste:

TESTE DE REBAIXAMENTO CONTÍNUO

Nome do Poço:	Área ou Sistema de Abastecimento	Município:	Local:
P.1	Manari - 1	Manari	St. Queimada Grande

Início:	Horár.	Conclusão:	Hora:	NE (m):	ND (m):	Vazão (m³/h):	T. bomb. (min):	T. Recup. (min):
20.09.05	9:40	22.09.05	9:40	43,488	42,125	40,00	28,8	720

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO TESTE

Bombeamento:	Medição de vazão:	Medição do nível da água:
CMB Ebara BHS 517-10 - 35 CV	Tubo de Pitot D=4" X d=3"	Sonda Elétrica - Marca Altronic - 150m de cabo

PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS

Método:

T: m²/seg

K_z: m/seg

b_o: m

OBSERVAÇÃO

Coordenadas:
24L 0640582
UTM 9018616
Dist. Poço x Pz = 23,4m

Prof. do Poço:	248,00	Prof. Inst.:	132,00
Condutividade:	-	Diâmetro - poço	8"
pH:	6,8	Teor de areia:	-

Aqüíferos: Livre: ☐ Semi-conf. ☐ Semi-Livre ☐ Fissurado ☐ Confinado ■

REBAIXAMENTO					RECUPERAÇÃO				
Hora	t ou t' (min)	ND (m)	△ (m)	Vazão (m³)	Hora	t ou t' (min)	ND (m)	△ (m)	t / t' +t
9:41	1	54,957	11,469	40,00	7:21	1	58,675	15,187	1441
9:42	2	56,313	12,825	40,00	7:22	2	57,696	14,208	721
9:43	3	57,019	13,531	40,00	7:23	3	57,150	13,662	481
9:44	4	57,434	13,946	40,00	7:24	4	56,771	13,283	361
9:45	5	57,992	14,504	40,00	7:25	5	56,215	12,727	289
9:46	6	58,499	15,011	40,00	7:26	6	55,740	12,252	241
9:47	7	58,908	15,420	40,00	7:27	7	55,302	11,814	206,7
9:48	8	59,218	15,730	40,00	7:28	8	54,910	11,422	181
9:49	9	59,552	16,064	40,00	7:29	9	54,560	11,072	161
9:50	10	59,978	16,490	40,00	7:30	10	54,256	10,768	145
9:52	12	60,531	17,043	40,00	7:32	12	53,744	10,256	121
9:54	14	61,026	17,538	40,00	7:34	14	53,252	9,764	103,8
9:56	16	61,497	18,009	40,00	7:36	16	52,880	9,392	91
9:58	18	61,836	18,348	40,00	7:38	18	52,568	9,080	81
10:00	20	62,179	18,691	40,00	7:40	20	52,264	8,776	73
10:05	25	62,825	19,337	40,00	7:45	25	51,618	8,130	58,6
10:10	30	63,362	19,874	40,00	7:50	30	51,170	7,682	49
10:15	35	63,790	20,302	40,00	7:55	35	50,774	7,286	42,1
10:20	40	64,098	20,610	40,00	8:00	40	50,464	6,976	37
10:30	50	64,682	21,194	40,00	8:10	50	49,955	6,467	29,8
10:40	1h 60	65,137	21,649	40,00	8:20	1h 60	49,538	6,050	25
10:50	70	65,665	22,177	40,00	8:30	70	49,218	5,730	21,5
11:00	80	65,739	22,251	40,00	8:40	80	48,936	5,448	19
11:10	90	65,954	22,466	40,00	8:50	90	48,703	5,215	17
11:20	100	66,185	22,697	40,00	9:00	100	48,480	4,992	15,4
11:40	2h 120	66,686	23,198	40,00	9:20	2h 120	48,109	4,621	13
12:00	140	66,958	23,470	40,00	9:40	140	47,812	4,324	11,2
12:20	160	97,179	53,691	40,00	10:00	160	47,587	4,099	10
12:40	3h 180	67,380	23,892	40,00	10:20	3h 180	47,366	3,878	9
13:00	200	67,635	24,147	40,00	10:40	200	47,153	3,665	8,2
13:50	250	68,054	24,566	40,00	11:30	250	46,800	3,312	6,7
14:40	5h 300	68,412	24,924	40,00	12:20	5h 300	46,426	2,938	5,8
15:30	350	68,699	25,211	40,00	13:10	350	46,202	2,714	5,1
16:20	400	69,044	25,556	40,00	14:00	400	46,041	2,553	4,6
18:00	500	69,794	26,306	40,00	15:40	500	45,797	2,309	3,8
19:40	10h 600	70,236	26,748	40,00	17:20	10h 600	45,568	2,080	3,4
21:20	12h 720	70,262	26,774	40,00	19:20	12h 720	44,780	1,292	3
23:00	800	69,882	26,394	40,00	20:40	800			
0:40	15h 900	69,663	26,175	40,00	22:20	15h 900			
2:20	1000	69,534	26,046	40,00	00:00	1000			
4:00	1100	69,429	25,941	40,00	03:20	20h 1200			
5:40	20h 1200	69,502	26,014	40,00	07:20	24h 1440			
7:20	1300	70,463	26,975	40,00					
9:00	1400	70,947	27,459	40,00					
10:40	25h 1500	71,317	27,829	40,00					
12:20	1600	71,480	27,992	40,00					
14:00	1700	71,584	28,096	40,00					
15:40	30h 1800	71,56	28,072	40,00					
17:20	1900	71,79	28,302	40,00					
19:00	2000	72,128	28,640	40,00					
20:40	35h 2100	71,801	28,313	40,00					
22:20	2200	71,449	27,961	40,00					
00:00	2300	71,017	27,529	40,00					
01:40	40h 2400	70,802	27,314	40,00					
03:20	2500	70,613	27,125	40,00					
05:00	2600	70,55	27,062	40,00					
06:40	45h 2700	70,795	27,307	40,00					
09:40	48h 2880	71,771	28,283	40,00					

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura E.2 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço PZ Manari 1.

PROHIDRO

RELATÓRIO FINAL DE POÇOS

Ass. Resp. Teste:

TESTE DE REBAIXAMENTO CONTÍNUO - PIEZÔMETRO

Nome do Poço:		Área ou Sistema de Abastecimento:		Município:	Local:	
P.1		Manari - 1		Manari	St. Queimada Grande	
Início: 20.09.05	Hora: 9:40	Concluído: 22.09.05	Hora: 9:40	NE (m): 43,261	ND (m): 59,968	Vazão (m³/h): -	T. Bomb. (min): 28,8	T. Recup. (min): -

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO TESTE			PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS	OBSERVAÇÃO
Bombeamento:	Medição de vazão:	Medição do nível da água:	Método:	Coordenadas:
CMB Ebara BHS 517-10 - 35 CV	Tubo de Pitot D=4" X d=3"	Sonda Elétrica - Marca Altronic - 150m de cabo	T: m²/seg K_h: m/seg b_o: m	24L 0640570 UTM 9018582 Dist. Poço x Pz = 23,4m
Prof. do Poço: -	Prof. Inst.: -		Aqüíferos: Livre ☐ Semi-Livre ☐ Confinado ■	Semi-conf. ☐ Fissurado ☐
Condutividade: -	Diâmetro - poço: 8"			
pH: -	Teor de areia: -			

REBAIXAMENTO					RECUPERAÇÃO				
Hora	t ou t' (min)		ND (m)	Δ (m)	Vazão (m³/h)	Hora	t ou t' (min)	ND (m)	Δ (m)	t / t' +1
9:41		1	44,145	0,884	40,00					
9:42		2	45,067	1,806	40,00					
9:43		3	45,780	2,519	40,00					
9:44		4	46,493	3,232	40,00					
9:45		5	46,995	3,734	40,00					
9:46		6	47,386	4,125	40,00					
9:47		7	47,850	4,589	40,00					
9:48		8	48,165	4,904	40,00					
9:49		9	48,538	5,277	40,00					
9:50		10	48,830	5,569	40,00					
9:52		12	49,289	6,028	40,00					
9:54		14	49,749	6,488	40,00					
9:56		16	50,155	6,894	40,00					
9:58		18	50,520	7,259	40,00					
10:00		20	50,829	7,568	40,00					
10:05		25	51,511	8,250	40,00					
10:10		30	51,981	8,720	40,00					
10:15		35	52,417	9,156	40,00					
10:20		40	52,776	9,515	40,00					
10:30		50	53,301	10,040	40,00					
10:40	1h	60	53,786	10,525	40,00					
10:50		70	54,110	10,849	40,00					
11:00		80	54,398	11,137	40,00					
11:10		90	54,644	11,383	40,00					
11:20		100	54,869	11,608	40,00					
11:40	2h	120	55,299	12,038	40,00					
12:00		140	55,628	12,367	40,00					
12:20		160	55,861	12,600	40,00					
12:40	3h	180	56,059	12,798	40,00					
13:00		200	56,268	13,007	40,00					
13:50		250	56,470	13,209	40,00					
14:40	5h	300	56,799	13,538	40,00					
15:30		350	57,040	13,779	40,00					
16:20		400	57,385	14,124	40,00					
18:00		500	57,973	14,712	40,00					
19:40	10h	600	58,385	15,124	40,00					
21:20	12h	720	58,462	15,201	40,00					
23:00		800	57,993	14,732	40,00					
0:40	15h	900	57,993	14,732	40,00					
2:20		1000	57,993	14,732	40,00					
4:00		1100	57,993	14,732	40,00					
5:40	20h	1200	57,993	14,732	40,00					
7:20		1300	58,532	15,271	40,00					
9:00		1400	58,838	15,577	40,00					
10:40	25h	1500	59,158	15,897	40,00					
12:20		1600	59,337	16,076	40,00					
14:00		1700	59,410	16,149	40,00					
15:40	30h	1800	59,400	16,139	40,00					
17:20		1900	59,607	16,346	40,00					
19:00		2000	59,968	16,707	40,00					
20:40	35h	2100	59,660	16,399	40,00					
22:20		2200	59,238	15,977	40,00					
00:00		2300	58,860	15,599	40,00					
01:40	40h	2400	58,653	15,392	40,00					
03:20		2500	58,369	15,108	40,00					
05:00		2600	58,234	14,973	40,00					
06:40	45h	2700	58,515	15,254	40,00					
09:40	48h	2880	59,451	16,190	40,00					

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura E.3 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço Manari 2.

PROHIDRO

RELATÓRIO FINAL DE POÇOS

TESTE DE REBAIXAMENTO CONTÍNUO

P-2 | Manari - 2 | Manari | St. Queimada Grande

06.01.2006 | 12:00 | 08.01.2006 | 12:00 | 35,398 | 56,620 | 47,00 | 26,0 | 730

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO TESTE | PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS | OBSERVAÇÃO

CMD Ebara BHS 617-10 - 35 CV | Tubo de Pitot D=4" X d=2" | Sonda Elétrica - Marca Alfrontic - 150m de cabo | Coordenadas:

Prof. do Poço 232,00 | Prof. inst. 125,00

Condutividade - | Diâmetro - poço 6"

pH 6,0 | Teor de areia -

Aquífero: Livre / Semi-Livre / Confinado (marcado) / Semi-conf. / Fissurado

REBAIXAMENTO					RECUPERAÇÃO				
Hora	t ou t' (min)	ND (m)	Δ (m)	Vazão (m³/h)	Hora	t ou t' (min)	ND (m)	Δ (m)	t/t'
12:01	1	46,950	11,532	47,00	12:01	1	45,836	10,237	2881
12:02	2	47,475	12,077	47,00	12:02	2	44,536	9,132	1441
12:03	3	47,786	12,388	47,00	12:03	3	44,383	8,985	961
12:04	4	47,958	12,560	47,00	12:04	4	44,101	8,703	721
12:05	5	48,238	12,840	47,00	12:05	5	43,840	8,442	577
12:06	6	48,480	13,082	47,00	12:06	6	43,640	8,242	481
12:07	7	48,619	13,221	47,00	12:07	7	43,487	8,089	411,4
12:08	8	48,780	13,382	47,00	12:08	8	43,321	7,923	361
12:09	9	48,837	13,439	47,00	12:09	9	43,203	7,805	321
12:10	10	49,015	13,617	47,00	12:10	10	43,075	7,677	289
12:12	12	49,044	13,646	47,00	12:12	12	42,870	7,472	241
12:14	14	49,414	14,016	47,00	12:14	14	42,683	7,285	206,7
12:16	16	49,573	14,175	47,00	12:16	16	42,500	7,102	181
12:18	18	49,720	14,322	47,00	12:18	18	42,369	6,971	161
12:20	20	49,889	14,491	47,00	12:20	20	42,204	6,806	145
12:25	25	50,180	14,782	47,00	12:25	25	41,934	6,536	116,2
12:30	30	50,382	14,984	47,00	12:30	30	41,712	6,314	97
12:35	35	50,605	15,207	47,00	12:35	35	41,489	6,091	83,2
12:40	40	50,794	15,396	47,00	12:40	40	41,315	5,917	73
12:50	50	51,045	15,647	47,00	12:50	50	41,005	5,607	58,6
13:00	1h 60	51,327	15,929	47,00	13:00	1h 60	40,707	5,309	49
13:10	70	51,663	16,265	47,00	13:10	70	40,516	5,118	42,1
13:20	80	51,750	16,352	47,00	13:20	80	40,311	4,913	37
13:30	90	51,882	16,484	47,00	13:30	90	40,132	4,734	33
13:40	100	52,070	16,672	47,00	13:40	100	39,955	4,557	29,8
14:00	2h 120	52,305	16,907	47,00	14:00	2h 120	39,684	4,286	25
14:20	140	52,522	17,124	47,00	14:20	140	39,459	4,061	21,2
14:40	160	52,723	17,325	47,00	14:40	160	39,255	3,857	19
15:00	3h 180	52,906	17,508	47,00	15:00	3h 180	39,100	3,702	17
15:20	200	53,054	17,656	47,00	15:20	200	38,951	3,553	15,4
16:10	250	53,396	17,998	47,00	16:10	250	38,624	3,226	12,5
17:00	5h 300	53,704	18,306	47,00	17:00	5h 300	38,371	2,973	10,6
17:50	350	53,895	18,497	47,00	17:50	350	38,284	2,886	9,2
18:40	400	54,080	18,682	47,00	18:40	400	38,123	2,725	8,2
20:20	500	54,355	18,957	47,00	20:20	500	37,698	2,300	6,7
22:00	10h 600	54,640	19,242	47,00	22:00	10h 600	37,467	2,069	5,8
23:40	12h 720	54,885	19,487	47,00	23:40	700	37,283	1,885	5,1
01:20	800	55,096	19,698	47,00	01:20	800	37,092	1,694	4,6
03:00	15h 900	55,340	19,942	47,00	03:00	15h 900	36,970	1,572	4,2
04:40	1000	55,484	20,086	47,00	04:40	1000	36,850	1,452	3,8
06:20	1100	55,661	20,263	47,00	08:00	20h 1200	36,598	1,200	3,4
08:00	20h 1200	55,768	20,370	47,00	12:00	24h 1440	36,510	1,112	2
09:40	1300	55,910	20,512	47,00					
11:20	1400	55,955	20,557	47,00					
13:00	25h 1500	56,055	20,657	47,00					
14:40	1600	56,209	20,812	47,00					
16:20	1700	56,255	20,857	47,00					
18:00	30h 1800	56,360	20,962	47,00					
19:40	1900	53,366	17,968	47,00					
21:20	2000	56,430	21,032	47,00					
01:32	2252	56,572	21,174	47,00					
04:19	40 h 2419	56,604	21,206	47,00					
07:20	2600	56,639	21,241	47,00					
12:00	48h 2880	56,562	21,164	47,00					

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura E.4 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço HH-866.

Poço: **HH-866** – Poço bombeado
Local: Sítio Travessão (Restaurante Serra Dourada) - Catimbau
Município: Buíque/PE
Tempo de bombeamento: 1500min
Executor: Waldir Duarte Costa Filho

Profundidade:
NE= 2.729m
ND= 22.075m
Crivo= 43,0 m
UTMX=694.087 mE

Q= 8,55m³/h
r= 0,15m
Inicio: 14/04/07
Término: 15/04/07
UTMN=9.048.906 mN

BOMBEAMENTO					RECUPERAÇAO				
Hora	Tempo (min)	ND (m)	S (m)	Q/s (m³/h/m)	Hora	Tempo (min)	tb/t'+1	ND (m)	s_r (m)
10h01	1	17,936	5,207	1,642	11h01	1	1,501,00	15,698	2,969
10h02	2	19,196	6,467	1,322	11h02	2	751,00	14,476	1,747
10h03	3	19,838	7,109	1,203	11h03	3	501,00	14,101	1,372
10h04	4	20,149	7,420	1,152	11h04	4	376,00	13,923	1,194
10h05	5	20,262	7,533	1,135	11h05	5	301,00	13,800	1,071
10h06	6	20,348	7,619	1,122	11h06	6	251,00	13,721	0,992
10h08	8	20,505	7,776	1,100	11h08	8	188,50	13,618	0,889
10h10	10	20,610	7,881	1,085	11h10	10	151,00	13,561	0,832
10h12	12	20,699	7,970	1,073	11h12	12	126,00	13,521	0,792
10h15	15	20,809	8,080	1,058	11h15	15	101,00	13,475	0,746
10h20	20	20,891	8,162	1,048	11h20	20	76,00	13,422	0,693
10h25	25	20,963	8,234	1,038	11h25	25	61,00	13,383	0,654
10h30	30	21,023	8,294	1,031	11h30	30	51,00	13,363	0,634
10h40	40	21,101	8,372	1,021	11h40	40	38,50	13,318	0,589
10h50	50	21,280	8,551	1,000	11h50	50	31,00	13,296	0,567
11h00	60	21,240	8,511	1,005	12h00	60	26,00	13,270	0,541
11h20	80	20,966	8,237	1,038	12h20	80	19,75	13,241	0,512
11h40	100	21,049	8,320	1,028	12h40	100	16,00	13,203	0,474
12h00	120	21,118	8,389	1,019	13h00	120	13,50	13,183	0,454
12h30	150	21,179	8,450	1,012	13h30	150	11,00	13,153	0,424
13h00	180	21,234	8,505	1,005	14h00	180	9,33	13,132	0,403
13h30	210	21,259	8,530	1,002	14h30	210	8,14	13,119	0,390
14h00	240	21,298	8,569	0,998	15h00	240	7,25	13,108	0,379
15h00	300	21,359	8,630	0,991	16h00	300	6,00	13,093	0,364
16h00	360	21,457	8,728	0,980	17h00	360	5,17	13,077	0,348
17h00	420	21,510	8,781	0,974	18h00	420	4,57	13,070	0,341
18h00	480	21,555	8,826	0,969	19h00	480	4,13	13,061	0,332
20h00	600	21,642	8,913	0,959	08h00	1260	2,19	12,960	0,231
22h00	720	21,732	9,003	0,950					
24h00	840	21,752	9,023	0,948					
02h00	960	21,819	9,090	0,941					
04h00	1080	21,876	9,147	0,935					
07h00	1260	21,883	9,154	0,934					
11h00	1500	22,075	9,346	0,915					

Observações: Datum WGS84; Ponto de Medição = Altura da Base de Proteção (h_b = 0,05 m) + Altura do Tubo Guia (h_g = 0,35 m) = 0,40 m

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura E.5 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço PZ HH-866.

Anexo 10. Teste de aqüífero - Poço bombeado: HH866 – Poço observado: Pz-866

Poço: **Pz-866** – Poço observado
Local: Sitio Travessão (Restaurante Serra Dourada) - Catimbau
Município: Buíque/PE
Tempo de bombeamento: 1500min
Executor: Waldir Duarte Costa Filho

Profundidade:
NE= 14.014m
ND= 14,508m
Crivo= m
UTMX= 694.121 mE

Q= 8,55m³/h
r= 43,5 m
Início: 14/04/07
Término: 15/04/07
UTMN=9.048.934 mN

BOMBEAMENTO					RECUPERAÇÃO				
Hora	Tempo (min)	ND (m)	s (m)	Q/s (m³/h/m)	Hora	Tempo (min)	tb/t'+1 (min)	ND (m)	s (m)
10h01	1				11h01	1	1.501,00	14,512	0,498
10h02	2				11h02	2	751,00	14,510	0,496
10h03	3				11h03	3	501,00	14,462	0,448
10h04	4				11h04	4	376,00	14,442	0,428
10h05	5				11h05	5	301,00	14,425	0,411
10h06	6				11h06	6	251,00	14,425	0,411
10h08	8				11h08	8	188,50	14,402	0,388
10h10	10				11h10	10	151,00	14,387	0,373
10h12	12				11h12	12	126,00	14,375	0,361
10h15	15	14,160	0,146	58,562	11h15	15	101,00	14,360	0,346
10h20	20				11h20	20	76,00	14,342	0,328
10h25	25				11h25	25	61,00	14,335	0,321
10h34	34	14,191	0,177	48,305	11h30	30	51,00	14,324	0,310
10h40	40				11h40	40	38,50	14,306	0,292
10h50	50	14,207	0,193	44,301	11h50	50	31,00	14,300	0,286
11h00	60	14,214	0,200	42,750	12h00	60	26,00	14,290	0,276
11h20	80	14,220	0,206	41,505	12h20	80	19,75	14,276	0,262
11h40	100	14,229	0,215	39,767	12h40	100	16,00	14,263	0,249
12h00	120	14,237	0,223	38,341	13h00	120	13,50	14,255	0,241
12h30	150	14,246	0,232	36,853	13h30	150	11,00	14,243	0,229
13h00	180	14,254	0,240	35,625	14h00	180	9,33	14,233	0,219
13h30	210	14,262	0,248	34,476	14h30	210	8,14	14,224	0,210
14h00	240	14,270	0,256	33,398	15h00	240	7,25	14,221	0,207
15h00	300	14,291	0,277	30,866	16h00	300	6,00	14,218	0,204
16h00	360	14,310	0,296	28,885	17h00	360	5,17	14,216	0,202
17h00	420	14,330	0,316	27,057	18h00	420	4,57	14,216	0,202
18h00	480	14,352	0,338	25,296	19h00	480	4,13	14,216	0,202
20h00	600	14,384	0,370	23,108	08h00	1260	2,19	14,175	0,161
22h00	720	14,409	0,395	21,646					
24h00	840	14,419	0,405	21,111					
02h00	960	14,427	0,413	20,702					
04h00	1080	14,451	0,437	19,565					
07h00	1260	14,488	0,474	18,038					
11h00	1500	14,508	0,494	17,308					

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura E.6 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço Fazenda Brejo São José.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

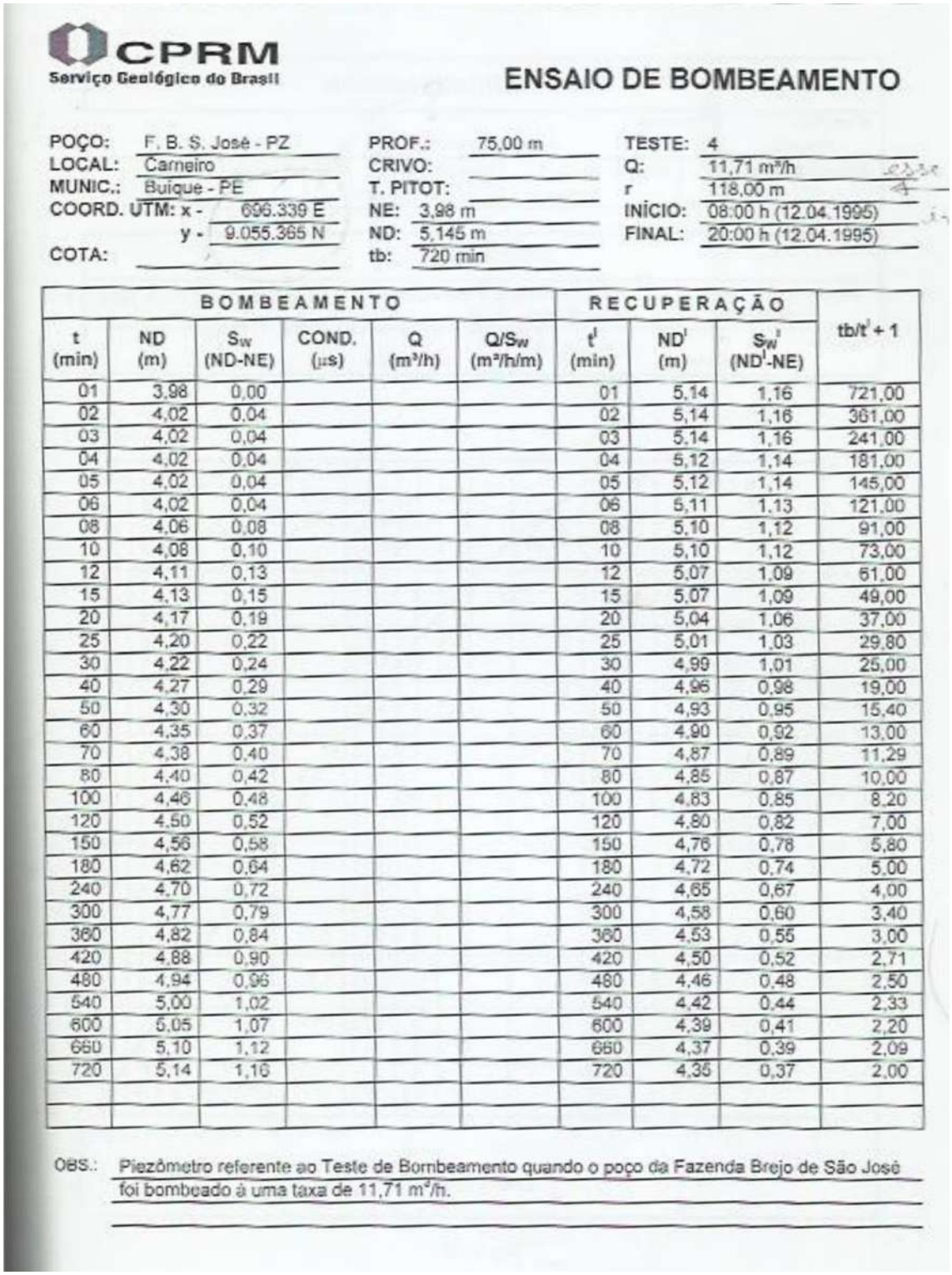
ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO:	F. B. S. José	PROF.:	73,00 m	TESTE:	4
LOCAL:	Carneiro	CRIVO:	48,00 m	Q:	11,71 m³/h
MUNIC.:	Buíque - PE	T. PITOT:	4"x 1,7"	r	0,10 m
COORD. UTM: x -	696.386 E	NE:	1,98 m	INÍCIO:	08:05 h (12.04.1995)
y -	9.054.974 N	ND:	3,815 m	FINAL:	20:05 h (12.04.1995)
COTA:		tb:	720 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_W (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_W (m³/h/m)	t^l (min)	ND^l (m)	$S_W{}^l$ (ND^l-NE)	$tb/t^l + 1$
01	2,21	0,23		11,71		01	3,65	1,67	721,00
02	2,24	0,26		11,71		02	3,62	1,64	361,00
03	2,29	0,31		11,71		03	3,59	1,61	241,00
04	2,32	0,34		11,71		04	3,57	1,59	181,00
05	2,32	0,34		11,71		05	3,55	1,57	145,00
06	2,35	0,37		11,71		06	3,53	1,55	121,00
08	2,39	0,41		11,71		08	3,51	1,53	91,00
10	2,39	0,41		11,71		10	3,49	1,51	73,00
12	2,42	0,44		11,71		12	3,47	1,49	61,00
15	2,42	0,44		11,71		15	3,47	1,49	49,00
20	2,46	0,48		11,71		20	3,42	1,44	37,00
25	2,50	0,52		11,71		25	3,39	1,41	29,80
30	2,53	0,55		11,71		30	3,37	1,39	25,00
40	2,59	0,61		11,71		40	3,32	1,34	19,00
50	2,63	0,65		11,71		50	3,29	1,31	15,40
60	2,69	0,71		11,71		60	3,26	1,28	13,00
70	2,72	0,74		11,71		70	3,22	1,24	11,29
80	2,76	0,78		11,71		80	3,20	1,22	10,00
100	2,81	0,83		11,71		100	3,13	1,15	8,20
120	2,87	0,89		11,71		120	3,09	1,11	7,00
150	2,95	0,97		11,71		150	3,05	1,07	5,80
180	3,02	1,04		11,71		180	3,01	1,03	5,00
240	3,13	1,15		11,71		240	2,92	0,94	4,00
300	3,22	1,24		11,71		300	2,84	0,86	3,40
360	3,32	1,34		11,71		360	2,78	0,80	3,00
420	3,49	1,51		11,71		420	2,71	0,73	2,71
480	3,58	1,60		11,71		480	2,66	0,68	2,50
540	3,65	1,67		11,71		540	2,63	0,65	2,33
600	3,71	1,73		11,71		600	2,61	0,63	2,20
660	3,76	1,78		11,71		660	2,57	0,59	2,09
720	3,81	1,83		11,71	6,38	720	2,55	0,57	2,00

Fonte: Leite *et al.*, 2001.

Figura E.7 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço PZ Fazenda Brejo São José.



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO: F. B. S. José - PZ
LOCAL: Carneiro
MUNIC.: Buíque - PE
COORD. UTM: x - 696.339 E
y - 9.055.365 N
COTA:

PROF.: 75,00 m
CRIVO:
T. PITOT:
NE: 3,98 m
ND: 5,145 m
tb: 720 min

TESTE: 4
Q: 11,71 m³/h
r 118,00 m
INÍCIO: 08:00 h (12.04.1995)
FINAL: 20:00 h (12.04.1995)

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_W (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_W (m³/h/m)	t' (min)	ND' (m)	S_W' (ND'-NE)	$tb/t' + 1$
01	3,98	0,00				01	5,14	1,16	721,00
02	4,02	0,04				02	5,14	1,16	361,00
03	4,02	0,04				03	5,14	1,16	241,00
04	4,02	0,04				04	5,12	1,14	181,00
05	4,02	0,04				05	5,12	1,14	145,00
06	4,02	0,04				06	5,11	1,13	121,00
08	4,06	0,08				08	5,10	1,12	91,00
10	4,08	0,10				10	5,10	1,12	73,00
12	4,11	0,13				12	5,07	1,09	61,00
15	4,13	0,15				15	5,07	1,09	49,00
20	4,17	0,19				20	5,04	1,06	37,00
25	4,20	0,22				25	5,01	1,03	29,80
30	4,22	0,24				30	4,99	1,01	25,00
40	4,27	0,29				40	4,96	0,98	19,00
50	4,30	0,32				50	4,93	0,95	15,40
60	4,35	0,37				60	4,90	0,92	13,00
70	4,38	0,40				70	4,87	0,89	11,29
80	4,40	0,42				80	4,85	0,87	10,00
100	4,46	0,48				100	4,83	0,85	8,20
120	4,50	0,52				120	4,80	0,82	7,00
150	4,56	0,58				150	4,76	0,78	5,80
180	4,62	0,64				180	4,72	0,74	5,00
240	4,70	0,72				240	4,65	0,67	4,00
300	4,77	0,79				300	4,58	0,60	3,40
360	4,82	0,84				360	4,53	0,55	3,00
420	4,88	0,90				420	4,50	0,52	2,71
480	4,94	0,96				480	4,46	0,48	2,50
540	5,00	1,02				540	4,42	0,44	2,33
600	5,05	1,07				600	4,39	0,41	2,20
660	5,10	1,12				660	4,37	0,39	2,09
720	5,14	1,16				720	4,35	0,37	2,00

OBS.: Piezômetro referente ao Teste de Bombeamento quando o poço da Fazenda Brejo de São José foi bombeado à uma taxa de 11,71 m³/h.

Leite *et al*., 2001.

Figura E.8 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço 3 TAC-02-PE.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO:	3TAC-02-PE	PROF.:	236,00 m	TESTE:	9
LOCAL:	Torre da Telpe	CRIVO:	228,45 m	Q:	6,00 m³/h
MUNIC.:	Tacaratu - PE	T. PITOT:		r	0,10 m
COORD. UTM: x -	596.078 E	NE:	165,45 m	INÍCIO:	07:15 h (18.04.1997)
y -	8.997.306 N	ND:	205,04 m	FINAL:	13:15 h (18.04.1997)
COTA:	800,72 m	tb:	360 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_w (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_w (m³/h/m)	t^l (min)	ND^l (m)	S_w^l (ND^l-NE)	$tb/t^l + 1$
01	168,54	3,09		6,00					
02	169,77	4,32		6,00					
03	171,11	5,66		6,00					
04	172,17	6,72		6,00					
05	173,04	7,59		6,00					
06	174,37	8,92		6,00					
08	176,43	10,98		6,00					
10	178,07	12,62		6,00					
12	179,94	14,49		6,00					
15	181,12	15,67		6,00					
20	183,64	18,19		6,00					
25	185,67	20,22		6,00					
30	186,91	21,46		6,00					
40	189,62	24,17		6,00					
50	191,13	25,68		6,00					
60	192,39	26,94		6,00					
90	194,64	29,19		6,00					
120	195,05	29,60		6,00					
180	197,25	31,80		6,00					
240	201,05	35,60		6,00					
300	201,49	36,04		6,00					
360	205,04	39,59		6,00	0,15				

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Leite *et al*., 2001.

Figura E.9 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço 3 TAC-01-PE.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO:	3TAC-01-PE	PROF.:	257,00 m	TESTE:	8
LOCAL:	Serra da Telpe	CRIVO:	146,00 m	Q:	16,70 m³/h
MUNIC.:	Tacaratu - PE	T. PITOT:	4" x 2"	r	0,10 m
COORD. UTM: x -	594.265 E	NE:	94,02 m	INÍCIO:	16:16 h (22.01.1997)
y -	8.997.582 N	ND:	113,40 m	FINAL:	16:16 h (23.01.1997)
COTA:	723,74 m	tb:	1440 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			tb/t' + 1
t (min)	ND (m)	S_w (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_w (m³/h/m)	t' (min)	ND' (m)	S_w' (ND'-NE)	
01	100,25	6,23		16,70					
02	102,62	8,60		16,70					
03	103,01	8,99		16,70					
04	105,70	11,68		16,70					
05	106,73	12,71		16,70					
06	106,78	12,76		16,70					
08	108,12	14,10		16,70					
10	108,22	14,20		16,70					
12	108,86	14,84		16,70					
15	109,15	15,13		16,70					
20	109,52	15,50		16,70					
25	109,72	15,70		16,70					
30	109,85	15,83		16,70					
40	110,15	16,10		16,70					
50	110,34	16,32		16,70					
60	110,45	16,43		16,70					
70	110,54	16,52		16,70					
80	110,67	16,65		16,70					
100	110,83	16,81		16,70					
120	110,91	16,89		16,70					
150	111,09	17,07		16,70					
180	111,24	17,22		16,70					
240	111,47	17,45		16,70					
300	111,63	17,61		16,70					
360	111,81	17,79		16,70					
420	111,94	17,92		16,70					
480	112,24	18,22		16,70					
540	112,35	18,33		16,70					
600	112,50	18,48		16,70					
660	112,61	18,59		16,70					
720	112,76	18,74		16,70					
780	112,81	18,79		16,70					
840	112,82	18,80		16,70					
900	112,91	18,89		16,70					
960	113,04	19,02		16,70					
1020	113,09	19,07		16,70					
1080	113,13	19,11		16,70					

Leite *et al*., 2001.

Figura E.10 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço 3IB-01-PE.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

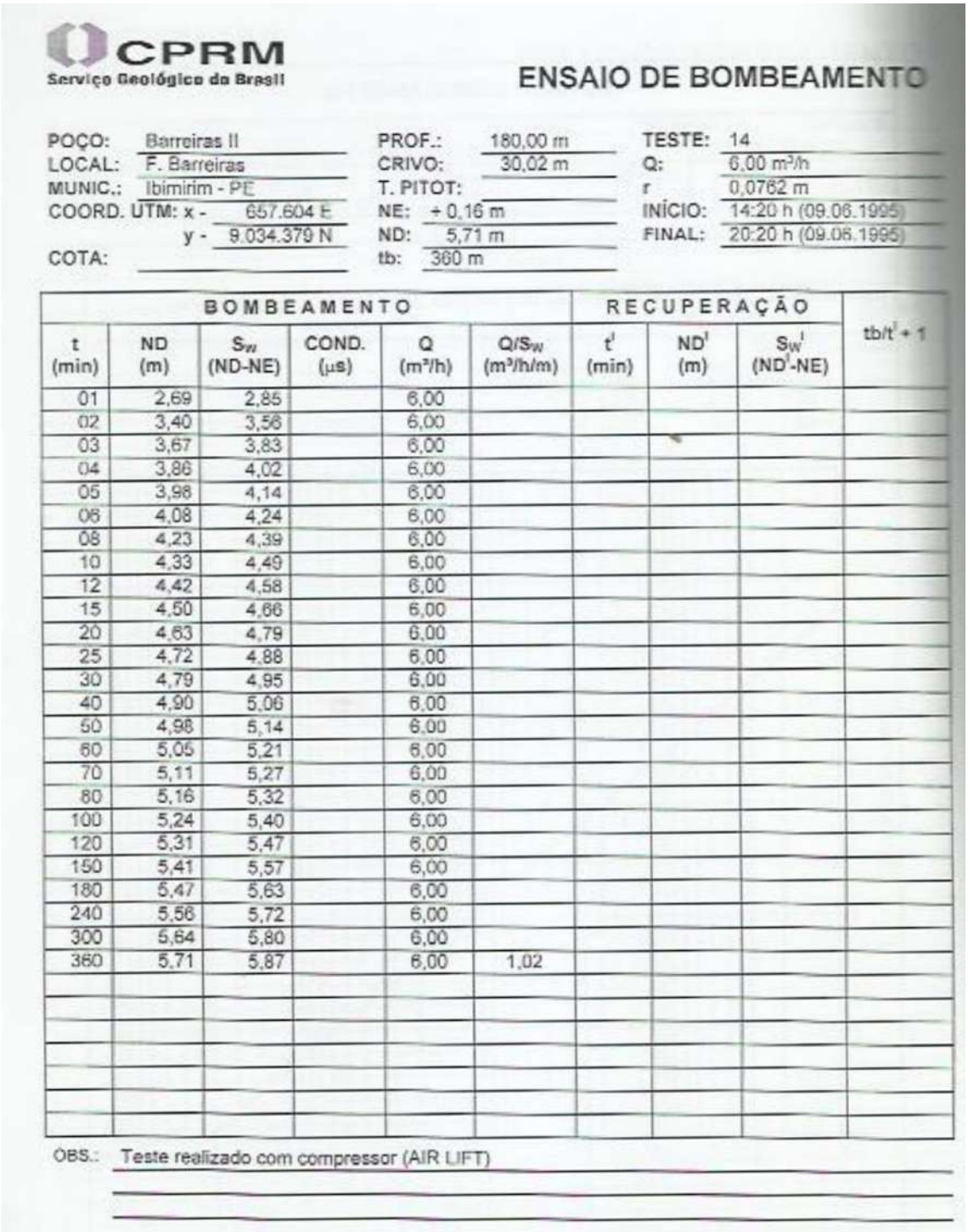
ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO:	3IB-01-PE	PROF.:	349,00 m	TESTE:	13
LOCAL:	Frutuoso	CRIVO:	54,20 m	Q:	30,00 m³/h
MUNIC.:	Ibimirim - PE	T. PITOT:	4"x 2,8"	r	0,15 m
COORD. UTM: x -	659.665 E	NE:	+ 0,19 m	INÍCIO:	12:00 h (11.04.1996)
y -	9.052.250 N	ND:	31,84 m	FINAL:	09:00 h (12.04.1996)
COTA:	430,29 m	tb:	1260 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			tb/t' + 1
t (min)	ND (m)	S_W (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_W (m³/h/m)	t' (min)	ND' (m)	S_W' (ND'-NE)	
01	6,57	6,76		30,00		01	25,56	25,75	
02	10,21	10,40		30,00		02	21,30	21,49	
03	12,50	12,69		30,00		03	18,38	18,57	
04	14,24	14,43		30,00		04	16,25	16,44	
05	15,57	15,76		30,00		05	14,73	14,92	
06	16,66	16,85		30,00		06	13,59	13,78	
08	18,21	18,40		30,00		08	12,17	12,36	
10	19,24	19,43		30,00		10	11,22	11,41	
12	19,91	20,10		30,00		12	10,59	10,78	
15	20,69	20,88		30,00		15	9,90	10,09	
20	21,68	21,87		30,00		20	9,14	9,33	
25	22,18	22,37		30,00		25	8,57	8,76	
30	22,69	22,88		30,00		30	8,15	8,34	
40	23,32	23,51		30,00		40	7,48	7,67	
50	23,84	24,03		30,00		50	6,99	7,18	
60	24,19	24,38		30,00		60	6,62	6,81	
70	24,46	24,65		30,00		70	6,30	6,49	
80	24,79	24,98		30,00		80	6,02	6,21	
100	25,25	25,44		30,00		100	5,57	5,76	
120	25,66	25,85		30,00		120	5,22	5,41	
150	26,33	26,52		30,00		150	4,79	4,98	
180	26,68	26,87		30,00		180	4,42	4,61	
240	27,23	27,42		30,00		240	3,90	4,09	
300	27,71	27,90		30,00		300	3,50	3,69	
360	28,01	28,20		30,00		360	3,21	3,40	
420	28,30	28,49		30,00		420	2,92	3,11	
480	28,57	28,76		30,00		480	2,72	2,91	
540	28,78	28,97		30,00		540	2,55	2,74	
600	29,56	29,75		30,00		600	2,41	2,60	
660	29,79	29,98		30,00		660	2,21	2,40	
720	29,91	30,10		30,00		720	2,14	2,33	
780	30,10	30,29		30,00		780	2,04	2,23	
840	30,47	30,66		30,00		840	1,92	2,11	
900	30,68	30,87		30,00		900	1,83	2,02	
960	30,77	30,96		30,00		960	1,74	1,93	
1020	30,98	31,17		30,00		1020	1,67	1,86	
1080	31,22	31,41		30,00		1080	1,62	1,81	

Leite *et al*., 2001.

Figura E.11 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço Fazenda Barreiras II.



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO: Barreiras II
LOCAL: F. Barreiras
MUNIC.: Ibimirim - PE
COORD. UTM: x - 657.604 E
y - 9.034.379 N
COTA:

PROF.: 180,00 m
CRIVO: 30,02 m
T. PITOT:
NE: + 0,16 m
ND: 5,71 m
tb: 360 m

TESTE: 14
Q: 6,00 m³/h
r 0,0762 m
INÍCIO: 14:20 h (09.06.1995)
FINAL: 20:20 h (09.06.1995)

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_w (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_w (m³/h/m)	t^l (min)	ND^l (m)	S_w^l (ND^l-NE)	$tb/t^l + 1$
01	2,69	2,85		6,00					
02	3,40	3,56		6,00					
03	3,67	3,83		6,00					
04	3,86	4,02		6,00					
05	3,98	4,14		6,00					
06	4,08	4,24		6,00					
08	4,23	4,39		6,00					
10	4,33	4,49		6,00					
12	4,42	4,58		6,00					
15	4,50	4,66		6,00					
20	4,63	4,79		6,00					
25	4,72	4,88		6,00					
30	4,79	4,95		6,00					
40	4,90	5,06		6,00					
50	4,98	5,14		6,00					
60	5,05	5,21		6,00					
70	5,11	5,27		6,00					
80	5,16	5,32		6,00					
100	5,24	5,40		6,00					
120	5,31	5,47		6,00					
150	5,41	5,57		6,00					
180	5,47	5,63		6,00					
240	5,56	5,72		6,00					
300	5,64	5,80		6,00					
360	5,71	5,87		6,00	1,02				

OBS.: Teste realizado com compressor (AIR LIFT)

Leite *et al*., 2001.

Figura E.12 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço 3IB-06-PE.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO: 3IB-06-PE
LOCAL: Brejo do Pioré
MUNIC.: Ibimirim - PE
COORD. UTM: x - 660.690 E
y - 9.048.220 N
COTA:

PROF.: 270,00 m
CRIVO:
T. PITOT:
NE: 0,71 m
ND: 22,32 m
tb: 1080 min

TESTE: 17
Q: 60,00 m³/h
r 0,10 m
INÍCIO: 08:00 h (18.05.1999)
FINAL: 02:00 h (19.05.1999)

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			tb/t' + 1
t (min)	ND (m)	S_W (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_W (m³/h/m)	t' (min)	ND' (m)	S_W' (ND'-NE)	
01	10,55	9,84	184,60	60,00		01	13,38	12,67	
02	12,49	11,78	187,80	60,00		02	10,71	10,00	
03	17,37	16,66	205,00	60,00		03	9,76	9,05	
04	18,02	17,31	210,00	60,00		04	9,24	8,53	
05	18,10	17,39	207,00	60,00		05	9,03	8,32	
06	18,30	17,59	206,00	60,00		06	8,47	7,76	
08	18,82	18,11	194,50	60,00		08	7,78	7,07	
10	18,88	18,17	189,30	60,00		10	7,31	6,60	
12	19,08	18,37	183,60	60,00		12	7,05	6,34	
15	19,26	18,55	182,20	60,00		15	6,52	5,81	
20	19,55	18,84	176,50	60,00		20	6,04	5,33	
25	19,87	19,16	173,90	60,00		25	5,65	4,94	
30	19,91	19,20	172,20	60,00		30	5,36	4,65	
40	20,18	19,47	171,40	60,00		40	4,86	4,15	
50	20,40	19,69	170,80	60,00		50	4,56	3,85	
60	20,47	19,76	170,70	60,00		60	4,26	3,55	
70	20,58	19,87	172,50	60,00		70	4,08	3,37	
80	20,69	19,98	174,20	60,00		80	3,88	3,17	
100	20,84	20,13	174,40	60,00		120	3,27	2,56	
120	20,98	20,27	172,10	60,00		180	2,75	2,04	
150	21,06	20,35	171,80	60,00		240	2,47	1,76	
180	21,28	20,57	169,40	60,00		300	2,19	1,48	
240	21,38	20,67	170,50	60,00		360	1,89	1,18	
300	21,58	20,87	173,00	60,00		420	1,62	0,91	
360	21,54	20,83	171,50	60,00		600	1,41	0,70	
420	21,73	21,02	167,30	60,00					
480	21,81	21,10	165,30	60,00					
540	21,92	21,21	165,00	60,00					
600	21,97	21,26	168,60	60,00					
660	22,01	21,30	165,40	60,00					
720	22,04	21,33	161,90	60,00					
780	22,14	21,43	162,50	60,00					
840	22,20	21,49	163,50	60,00					
900	22,22	21,51	162,30	60,00					
960	22,24	21,53	162,00	60,00					
1020	22,23	21,52	162,00	60,00					
1080	22,32	21,61	162,40	60,00					

OBS.: Teste com compressor (Air Lift)

Leite *et al*., 2001.

Figura E.13 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço 3IB-08-PE.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO: 3IB-08-PE
LOCAL: Varas
MUNIC.: Ibimirim - PE
COORD. UTM: x - 646.432 E
y - 9.030.623 N
COTA: 373,13 m

PROF.: 498,00 m
CRIVO:
T. PITOT:
NE: 1,38 m
ND: 27,56 m
tb: 1020 min

TESTE: 22
Q: 60,00 m³/h
r 0,10 m
INÍCIO: 06:30 h (05.08.1999)
FINAL: 23:30 h (05.08.1999)

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			tb/t' + 1
t (min)	ND (m)	S_w (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_w (m³/h/m)	t' (min)	ND' (m)	S_w' (ND'-NE)	
01	15,53	14,15	324			01	16,49	15,11	
02	15,71	14,33	300			02	13,68	12,30	
03	19,59	18,21	291			03	13,31	11,93	
04	23,09	21,71	287			04	12,88	11,15	
05	23,91	22,53	285			05	10,66	9,28	
06	24,08	22,70	287			06	10,38	9,00	
08	24,55	23,17	290			08	9,77	8,39	
10	24,59	23,21	289			10	9,47	8,09	
12	24,90	23,52	290			12	9,06	7,68	
15	25,18	23,80	289			15	8,75	7,37	
20	25,48	24,10	291			20	8,15	6,77	
25	25,73	24,35	291			25	7,97	6,59	
30	25,98	24,60	291			30	7,80	6,42	
40	26,52	25,14	290			40	7,27	5,89	
50	26,55	25,17	291			50	6,82	5,44	
60	26,71	25,33	291						
90	26,92	25,54	291						
120	27,19	25,81							
180	27,56	26,18							
240	26,88	25,50							
300	26,90	25,52							
360	27,13	25,75							
420	27,08	25,70							
480	27,09	25,71	294						
540	27,17	25,79							
600	27,25	25,87							
660	27,30	25,92							
720	27,39	26,01							
780	27,38	26,00							
840	27,50	26,12							
900	27,56	26,18							
960	27,59	26,21							
1020	27,56	26,18			2,29				

OBS.: Teste realizado com compressor (Air Lift)

Leite *et al*., 2001.

Figura E.14 – Tabela de dados do ensaio de bombeamento do poço 3IB-03-PE.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO:	3IB-03-PE	PROF.:	728,00 m	TESTE:	28
LOCAL:	Frutuoso	CRIVO:	60,50 m	Q:	120,00 m³/h
MUNIC.:	Ibimirim - PE	T. PITOT:	6"x 4,2"	r	0,15 m
COORD. UTM: x -	659.593 E	NE:	+ 0,415 m	INÍCIO:	16:30 h (16.05.1997)
y -	9.052.108 N	ND:	27,015 m	FINAL:	16:30 h (17.05.1997)
COTA:	433,29 m	tb:	1440 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			tb/t' + 1
t (min)	ND (m)	S_w (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_w (m³/h/m)	t' (min)	ND' (m)	S_w' (ND'-NE)	
01	10,95	11,37				01	14,48	14,90	
02	13,37	13,79				02	12,74	13,16	
03	14,60	15,02				03	11,63	12,05	
04	15,35	15,76				04	10,90	11,31	
05	15,89	16,31				05	10,36	10,78	
06	16,29	16,71	608			06	9,94	10,36	
08	16,91	17,33				08	9,30	9,72	
10	17,35	17,77				10	8,83	9,25	
12	17,70	18,12				12	8,47	8,89	
15	18,13	18,55				15	8,04	8,46	
20	18,69	19,11				20	7,51	7,93	
25	19,06	19,48	582			25	7,10	7,52	
30	19,43	19,85				30	6,80	7,21	
40	19,88	20,30	510			40	6,30	6,72	
50	20,26	20,68				50	5,91	6,33	
60	20,59	21,01	690			60	5,65	6,07	
70	20,84	21,26				70	5,39	5,81	
80	21,07	21,49				80	5,18	5,60	
100	21,46	21,88	493			100	4,83	5,24	
120	21,79	22,21				120	4,53	4,95	
150	22,25	22,66				150	4,19	4,61	
180	22,57	22,99	492			180	3,91	4,32	
240	23,11	23,53	490			240	3,48	3,89	
300	23,57	23,98	492			300	3,15	3,57	
360	23,94	24,36	494			360	2,86	3,28	
420	24,25	24,67	491			420	2,63	3,05	
480	24,50	24,92	491			480	2,43	2,85	
540	24,74	25,16	487			540	2,26	2,68	
600	24,98	25,39	485			600	2,12	2,54	
660	25,20	25,62	482			660	1,99	2,41	
720	25,39	25,81	483			720	1,88	2,29	
780	25,56	25,98	478						
840	25,76	26,18	477						
900	25,89	26,31	476						
960	26,04	26,46	476						
1020	26,19	26,26	474						
1080	26,32	26,74	474						

Leite *et al*., 2001.

Figura E.15 – Tabelas de dados dos ensaios de bombeamentos do poço 3IB-05-PE.

POÇO:	3IB-05-PE	PROF.:	402,00 m	TESTE:	À vazão constante
LOCAL:	Manari	CRIVO:	100,85 m	Q:	15 m³/h (360 m³/dia)
MUNIC.:	Ibimirim/PE	T. PITOT:	4" x 2"	r	0,13 m
COORD. UTM: x -	653.653 E	NE:	21,73 m	INÍCIO:	09:10 (21/10/1998)
y -	9.024.880 N	ND:	69,51 m	FINAL:	21:10 h (21/10/1998)
COTA:	417,44 m	tb:	720 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_w (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_w (m³/h/m)	t^l (min)	ND^l (m)	S_w^l (ND^l-NE)	tb/t^l + 1
01	27,67	5,94		15,00		01	64,74	43,01	
02	31,08	9,35		15,00		02	61,33	39,60	
03	33,86	12,13		15,00		03	58,64	36,91	
04	36,10	14,37		15,00		04	56,57	34,84	
05	37,94	16,21		15,00		05	54,84	33,11	
06	39,44	17,71		15,00		06	53,46	31,73	
08	41,79	20,06		15,00		08	51,28	29,55	
10	43,52	21,79		15,00		10	49,61	27,88	
12	44,86	23,13		15,00		12	48,24	26,51	
15	46,36	24,63		15,00		15	46,51	24,78	
20	48,09	26,36		15,00		20	44,33	22,60	
25	49,46	27,73		15,00		25	42,67	20,94	
30	50,56	28,83		15,00		30	41,32	19,59	
40	52,25	30,52		15,00		40	39,32	17,59	
50	53,47	31,74		15,00		50	37,99	16,26	
60	54,43	32,70		15,00		60	36,88	15,15	
70	55,72	33,99		15,00		70	36,03	14,30	
80	55,99	34,26		15,00		80	35,33	13,60	
100	57,35	35,62		15,00		100	34,26	12,53	
120	58,35	36,62		15,00		120	33,40	11,67	
150	59,53	37,80		15,00		150	32,39	10,66	
180	60,54	38,81		15,00		180	31,58	9,85	
240	62,32	40,59		15,00		240	30,29	8,56	
300	63,73	42,00		15,00		300	29,32	7,59	
360	64,78	43,05		15,00		360	28,53	6,80	
420	65,74	44,01		15,00		420	27,91	6,18	
480	66,67	44,94		15,00		480	27,36	5,63	
540	67,39	45,66		15,00		540	26,91	5,18	
600	68,16	46,43		15,00		600	26,49	4,76	
660	68,79	47,06		15,00		660	26,16	4,43	
720	69,51	47,78		15,00	0,31	720	25,83	4,10	
						840	25,28	3,55	
						960	24,71	2,98	
						1.020	24,58	2,85	
						1.080	24,36	2,63	
						1.140	24,18	2,45	
						1.200	24,00	2,27	

POÇO:	3IB-05-PE	**PROF.:**	402,00 m	**TESTE:**	Escalonado
LOCAL:	Manari	**CRIVO:**	100,85 m	**Q:**	13/14/15 m³/h
MUNIC.:	Ibimirim/PE	**T. PITOT:**	4" x 1,7"	**r**	0,13 m
COORD. UTM: x -	653.653 E	**NE:**	22,52 m	**INÍCIO:**	15:00 h (23/10/1998)
y -	9.024.880 N	**ND:**	54,16/60,04/64,98 m	**FINAL:**	24:00 h (23/10/1998)
COTA:	417,44 m	**tb:**	540 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_w (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_w (m³/h/m)	t^l (min)	ND^l (m)	$S_w{}^l$ (ND^l-NE)	$tb/t^l + 1$
01	27,10	4,58		13,00					
02	30,02	7,50		13,00					
03	32,28	9,76		13,00					
04	34,19	11,67		13,00					
05	35,73	13,21		13,00					
06	36,95	14,43		13,00					
08	38,93	16,41		13,00					
10	40,38	17,86		13,00					
12	41,47	18,95		13,00					
15	42,72	20,20		13,00					
20	44,18	21,66		13,00					
25	45,23	22,71		13,00					
30	46,12	23,60		13,00					
40	47,54	25,02		13,00					
50	48,56	26,04		13,00					
60	49,36	26,84		13,00					
70	50,00	27,48		13,00					
80	50,58	28,06		13,00					
100	51,56	29,04		13,00					
120	52,28	29,76		13,00					
150	53,33	30,81		13,00					
180	54,16	31,64		13,00					
181	54,47	31,95		14,00					
182	54,70	32,18		14,00					
183	54,88	32,36		14,00					
184	55,05	32,53		14,00					
185	55,17	32,65		14,00					
186	55,28	32,76		14,00					
188	55,48	32,96		14,00					
190	55,64	33,12		14,00					
192	55,78	33,26		14,00					
195	55,95	33,43		14,00					
200	56,22	33,70		14,00					
205	56,47	33,95		14,00					
210	56,66	34,14		14,00					
220	57,00	34,48		14,00					
230	57,29	34,77		14,00					

POÇO:	3IB-05-PE	PROF.:	402,00 m	TESTE:	Escalonado
LOCAL:	Manari	CRIVO:	100,85 m	Q:	13/14/15 m³/h
MUNIC.:	Ibimirim/PE	T. PITOT:	4" x 1,7"	r	0,13 m
COORD. UTM: x -	653.653 E	NE:	22,52 m	INÍCIO:	15:00 h (23/10/1998)
y -	9.024.880 N	ND:	54,16/60,04/64,98 m	FINAL:	24:00 h (23/10/1998)
COTA:	417,44 m	tb:	540 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_W (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_W (m³/h/m)	t^l (min)	ND^l (m)	S_W^l (ND^l-NE)	$tb/t^l + 1$
240	57,58	35,06		14,00					
250	57,82	35,30		14,00					
260	58,13	35,61		14,00					
280	58,54	36,02		14,00					
300	58,96	36,44		14,00					
330	59,50	36,98		14,00					
360	60,04	37,52		14,00					
361	60,37	37,85		15,00					
362	60,62	38,10		15,00					
363	60,78	38,26		15,00					
364	60,97	38,45		15,00					
365	61,07	38,55		15,00					
366	61,18	38,66		15,00					
368	61,35	38,83		15,00					
370	61,51	38,99		15,00					
372	61,62	39,10		15,00					
375	61,76	39,24		15,00					
380	61,98	39,46		15,00					
385	62,18	39,66		15,00					
390	62,35	39,83		15,00					
400	62,64	40,12		15,00					
410	62,83	40,31		15,00					
420	63,10	40,58		15,00					
430	63,22	40,70		15,00					
440	63,41	40,89		15,00					
460	63,81	41,29		15,00					
480	64,14	41,62		15,00					
510	64,58	42,06		15,00					
540	64,98	42,46		15,00					

Leite *et al*., 1999.

Figura E.16 – Tabelas de dados dos ensaios de bombeamentos do poço 3IB-07-PE.

.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO:	3IB-07-PE	PROF.:	531,00 m	TESTE:	À vazão constante
LOCAL:	Passagem de Pedras	CRIVO:	104,64 m	Q:	5 m³/h (120 m³/dia)
MUNIC.:	Ibimirim/PE	T. PITOT:	2" x 1,4"	r	0,13 m
COORD. UTM: x -	653.143 E	NE:	33,25 m	INÍCIO:	09:00 h (06/12/1998)
y -	9.025.560 N	ND:	68,16 m	FINAL:	03:00 (07/12/1998)
COTA:	428,28 m	tb:	1.080 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_W (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_W (m³/h/m)	t^l (min)	ND^l (m)	$S_W{}^l$ (ND^l-NE)	$tb/t^l + 1$
01	36,07	2,82		5,00					
02	37,75	4,50		5,00					
03	39,23	5,98		5,00					
04	40,58	7,33		5,00					
05	41,85	8,60		5,00					
06	42,98	9,73		5,00					
08	45,00	11,75		5,00					
10	46,75	13,50		5,00					
12	48,28	15,03		5,00					
15	50,17	16,92		5,00					
20	52,55	19,30	521	5,00					
25	54,35	21,10	523	5,00					
30	55,74	22,49	520	5,00					
40	57,60	24,35	523	5,00					
50	58,71	25,46	539	5,00					
60	59,45	26,20	603	5,00					
70	60,08	26,83	617	5,00					
80	60,54	27,29	628	5,00					
100	61,40	28,15	662	5,00					
120	61,93	28,68	603	5,00					
150	62,65	29,40	562	5,00					
180	62,90	29,65	532	5,00					
240	63,60	30,35	509	5,00					
300	64,19	30,94	507	5,00					
360	64,65	31,40	505	5,00					
420	65,03	31,78	501	5,00					
480	65,33	32,08	500	5,00					
540	65,83	32,58	499	5,00					
600	66,32	33,07	456	5,00					
660	66,44	33,19	498	5,00					
720	66,71	33,46	500	5,00					
780	66,97	33,72	500	5,00					
840	67,22	33,97	452	5,00					
900	67,19	33,94	452	5,00					
960	67,75	34,50	452	5,00					
1.020	68,11	34,86	496	5,00					
1.080	68,16	34,91	498	5,00	0,14				

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

POÇO:	3IB-07-PE	PROF.:	531,00 m	TESTE:	Escalonado
LOCAL:	Passagem de Pedras	CRIVO:	104,64 m	Q:	5 / 6 / 7 e 8 m³/h
MUNIC.:	Ibimirim/PE	T. PITOT:	2" x 1,4"	r	0,13 m
COORD. UTM: x -	653.143 E	NE:	33,68 m	INÍCIO:	09:00 h (06/12/1998)
y -	9.025.560 N	ND:	59,75/67,67/75,16/81,43 m	FINAL:	03:00 (07/12/1998)
COTA:	428,28 m	tb:	1.080 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_W (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_W (m³/h/m)	t^l (min)	ND^l (m)	$S_W{}^l$ (ND^l-NE)	$tb/t^l + 1$
01	36,29	2,61		5,00					
02	37,91	4,23		5,00					
03	39,40	5,72		5,00					
04	40,97	7,29		5,00					
05	42,00	8,32		5,00					
06	43,12	9,44		5,00					
08	45,12	11,44		5,00					
10	46,87	13,19		5,00					
12	48,35	14,67		5,00					
15	50,30	16,62		5,00					
20	52,70	19,02		5,00					
25	54,52	20,84		5,00					
30	55,87	22,19		5,00					
40	57,76	24,08		5,00					
50	58,95	25,27		5,00					
60	59,75	26,07		5,00					
61	60,20	26,52		6,00					
62	60,63	26,95		6,00					
63	61,04	27,36		6,00					
64	61,38	27,70		6,00					
65	61,70	28,02		6,00					
66	62,01	28,33		6,00					
68	62,59	28,91		6,00					
70	63,10	29,42		6,00					
72	63,55	29,87		6,00					
75	64,13	30,45		6,00					
80	64,95	31,27		6,00					
85	65,60	31,92		6,00					
90	66,06	32,38		6,00					
100	66,79	33,11		6,00					
110	67,27	33,59		6,00					
120	67,67	33,99		6,00					
121	68,12	34,44		7,00					
122	68,55	34,87		7,00					
123	68,92	35,24		7,00					
124	69,30	35,62		7,00					
125	69,61	35,93		7,00					

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

ENSAIO DE BOMBEAMENTO

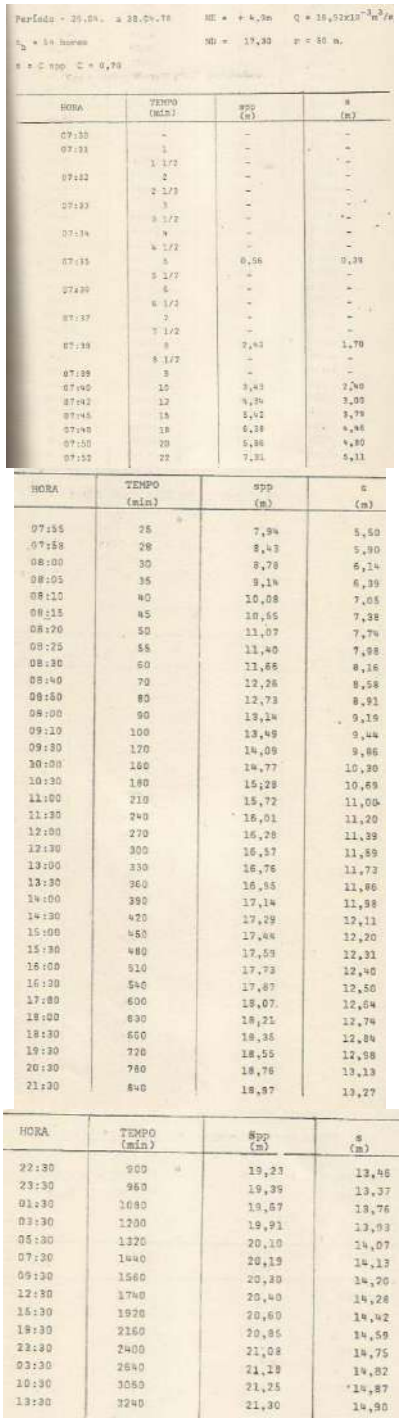
POÇO:	3IB-07-PE	PROF.:	531,00 m	TESTE:	Escalonado
LOCAL:	Passagem de Pedras	CRIVO:	104,64 m	Q:	5 / 6 / 7 e 8 m³/h
MUNIC.:	Ibimirim/PE	T. PITOT:	2" x 1,4"	r	0,13 m
COORD. UTM: x -	653.143 E	NE:	33,68 m	INÍCIO:	09:00 h (06/12/1998)
y -	9.025.560 N	ND:	59,75/67,67/75,16/81,43 m	FINAL:	03:00 (07/12/1998)
COTA:	428,28 m	tb:	1.080 min		

BOMBEAMENTO						RECUPERAÇÃO			
t (min)	ND (m)	S_w (ND-NE)	COND. (µs)	Q (m³/h)	Q/S_w (m³/h/m)	t^l (min)	ND^l (m)	$S_w{}^l$ (ND^l-NE)	$tb/t^l + 1$
126	69,93	36,25		7,00					
128	70,46	36,78		7,00					
130	70,95	37,27		7,00					
132	71,36	37,68		7,00					
135	71,92	38,24		7,00					
140	72,66	38,98		7,00					
145	73,17	39,49		7,00					
150	73,60	39,92		7,00					
160	74,31	40,63		7,00					
170	74,78	41,10		7,00					
180	75,16	41,48		7,00					
181	75,49	41,81		8,00					
182	75,85	42,17		8,00					
183	76,16	42,48		8,00					
184	76,47	42,79		8,00					
185	76,75	43,07		8,00					
186	77,05	43,37		8,00					
188	77,60	43,92		8,00					
190	78,10	44,42		8,00					
192	78,57	44,89		8,00					
195	79,13	45,45		8,00					
200	79,90	46,22		8,00					
205	80,46	46,78		8,00					
210	80,89	47,21		8,00					
220	81,43	47,75		8,00					

CPRM/FNS

Leite *et al.*, 1999

Figura E.17 – Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço PZ IN-I.



HORA	TEMPO (min)	spp (m)	s (m)
07:30	-	-	-
07:31	1	-	-
	1 1/2	-	-
07:32	2	-	-
	2 1/2	-	-
07:33	3	-	-
	3 1/2	-	-
07:34	4	-	-
	4 1/2	-	-
07:35	5	0,56	0,38
	5 1/2	-	-
07:36	6	-	-
	6 1/2	-	-
07:37	7	-	-
	7 1/2	-	-
07:38	8	2,43	1,78
	8 1/2	-	-
07:39	9	-	-
07:40	10	3,43	2,40
07:42	12	4,34	3,05
07:45	15	5,42	3,79
07:48	18	6,38	4,46
07:50	20	6,86	4,80
07:52	22	7,31	5,11

HORA	TEMPO (min)	spp (m)	s (m)
07:55	25	7,94	5,50
07:58	28	8,43	5,90
08:00	30	8,78	6,14
08:05	35	9,14	6,39
08:10	40	10,08	7,05
08:15	45	10,56	7,38
08:20	50	11,07	7,74
08:25	55	11,40	7,98
08:30	60	11,86	8,16
08:40	70	12,26	8,58
08:50	80	12,73	8,91
09:00	90	13,14	9,19
09:10	100	13,49	9,44
09:30	120	14,09	9,86
10:00	150	14,77	10,30
10:30	180	15,28	10,69
11:00	210	15,72	11,00
11:30	240	16,01	11,20
12:00	270	16,26	11,39
12:30	300	16,57	11,59
13:00	330	16,76	11,73
13:30	360	16,95	11,86
14:00	390	17,14	11,98
14:30	420	17,29	12,11
15:00	450	17,44	12,20
15:30	480	17,59	12,31
16:00	510	17,73	12,40
16:30	540	17,87	12,50
17:00	600	18,07	12,64
18:00	630	18,21	12,74
18:30	660	18,35	12,84
19:30	720	18,55	12,98
20:30	780	18,76	13,13
21:30	840	18,97	13,27

HORA	TEMPO (min)	spp (m)	s (m)
22:30	900	19,23	13,46
23:30	960	19,39	13,37
01:30	1080	19,67	13,76
03:30	1200	19,91	13,93
05:30	1320	20,10	14,07
07:30	1440	20,19	14,13
09:30	1560	20,30	14,20
12:30	1740	20,40	14,28
15:30	1920	20,60	14,42
19:30	2160	20,85	14,59
23:30	2400	21,08	14,75
03:30	2640	21,19	14,82
10:30	3060	21,25	14,87
13:30	3240	21,30	14,90

Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura E.18 – Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço IN-I.

DATA: 24.05.78 — CARGA MAX : 4,38m

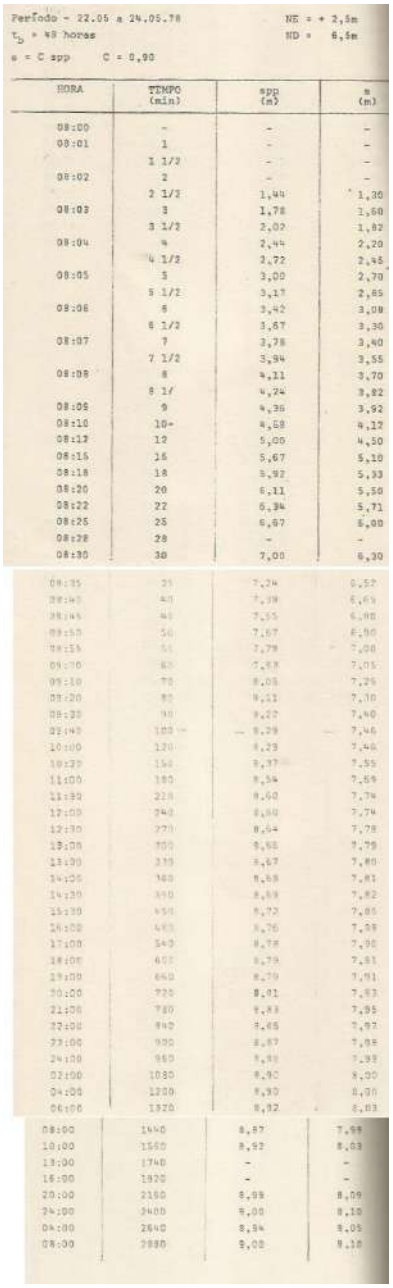
TEMPO OBS: 1440 min — VAZÃO MIN: $1,15 \times 10^{-3}$

HORA	TEMPO (t)	VAZÃO Q $10^{-3}m^3/s$	s/Q $10^3 m/m^3/s$
10:00	-	2,22	1,97
	1/2	1,87	2,34
10:01	1	1,75	2,50
	1 1/2	1,66	2,63
10:02	2	1,65	2,65
	2 1/2	1,64	2,67
10:03	3	1,60	2,73
	3 1/2	1,60	2,73
10:04	4	1,56	2,80
	4 1/2	-	-
10:05	5	1,58	2,77
	5 1/2	1,55	2,82
10:06	6	1,53	2,85
	6 1/2	1,50	2,92
10:07	7	1,49	2,93
	7 1/2	1,50	2,92
10:08	8	1,51	2,90
	8 1/2	1,52	2,88
10:09	9	1,52	2,88
	9 1/2	1,50	2,92
10:10	10	1,48	2,95
10:11	11	-	-
10:12	12	-	-
10:15	15	1,40	3,12
10:18	18	1,42	3,08
10:20	20	1,43	3,05
10:22	22	1,40	3,13
10:25	25	1,38	3,17

HORA	TEMPO t (min)	VAZÃO Q $10^{-3}m^3/s$	s/Q $10^3 m/m^3/s$
10:28	28	1,37	3,20
10:30	30	1,35	3,24
10:35	35	1,36	3,22
10:38	38	1,35	3,24
10:40	40	1,35	3,24
10:45	45	1,34	3,27
10:50	50	1,33	3,29
10:55	55	1,30	3,37
11:00	60	1,28	3,42
11:05	65	1,27	3,44
11:10	70	1,27	3,44
11:20	80	1,26	3,47
11:30	90	1,25	3,50
11:40	100	1,25	3,50
11:50	110	1,25	3,50
12:00	120	1,23	3,56
12:10	130	1,23	3,56
12:30	150	1,22	3,59
13:00	180	1,22	3,59
13:30	210	1,21	3,62
14:00	240	1,21	3,62
14:30	270	1,20	3,65
15:00	300	1,19	3,66
15:30	330	1,19	3,66
16:00	390	1,19	3,66
16:30	420	1,19	3,66
17:00	450	1,19	3,68
17:30	480	1,18	3,71
19:30	600	1,18	3,71
23:30	840	1,21	3,62
02:00	960	-	-
05:00	1140	1,17	3,74
08:00	1320	1,17	3,74
10:00	1440	1,15	3,80

Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura E.19 – Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço Pz IN-II.



Período - 22.05 a 24.05.78 NE = + 2,5m
t_b = 48 horas ND = 6,5m
s = C spp C = 0,90

HORA	TEMPO (min)	spp (m)	s (m)
08:00	-	-	-
08:01	1	-	-
	1 1/2	-	-
08:02	2	-	-
	2 1/2	1,44	1,30
08:03	3	1,78	1,60
	3 1/2	2,02	1,82
08:04	4	2,44	2,20
	4 1/2	2,72	2,45
08:05	5	3,00	2,70
	5 1/2	3,17	2,85
08:06	6	3,42	3,08
	6 1/2	3,67	3,30
08:07	7	3,78	3,40
	7 1/2	3,94	3,55
08:08	8	4,11	3,70
	8 1/	4,24	3,82
08:09	9	4,36	3,92
08:10	10+	4,58	4,12
08:12	12	5,00	4,50
08:16	16	5,67	5,10
08:18	18	5,92	5,33
08:20	20	6,11	5,50
08:22	22	6,34	5,71
08:25	25	6,67	6,00
08:28	28	-	-
08:30	30	7,00	6,30
08:35	35	7,24	6,52
08:40	40	7,39	6,65
08:45	45	7,55	6,80
08:50	50	7,67	6,90
08:55	55	7,79	7,00
09:00	60	7,83	7,05
09:10	70	8,05	7,25
09:20	80	8,11	7,30
09:30	90	8,22	7,40
09:40	100	8,29	7,46
10:00	120	8,29	7,46
10:20	140	8,37	7,55
11:00	180	8,54	7,69
11:30	210	8,60	7,74
12:00	240	8,60	7,74
12:30	270	8,64	7,78
13:00	300	8,66	7,79
13:30	330	8,67	7,80
14:00	360	8,68	7,81
14:30	390	8,69	7,82
15:30	450	8,73	7,86
16:00	480	8,76	7,88
17:00	540	8,78	7,90
18:00	600	8,79	7,91
19:00	660	8,79	7,91
20:00	720	8,81	7,93
21:00	780	8,83	7,95
22:00	840	8,85	7,97
23:00	900	8,87	7,98
24:00	960	8,88	7,99
02:00	1080	8,90	8,00
04:00	1200	8,90	8,00
06:00	1320	8,92	8,03
08:00	1440	8,87	7,98
10:00	1560	8,92	8,03
13:00	1740	-	-
16:00	1920	-	-
20:00	2160	8,99	8,09
24:00	2400	9,00	8,10
04:00	2640	8,94	8,05
08:00	2880	9,00	8,10

Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura E.20 – Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço IN-II.

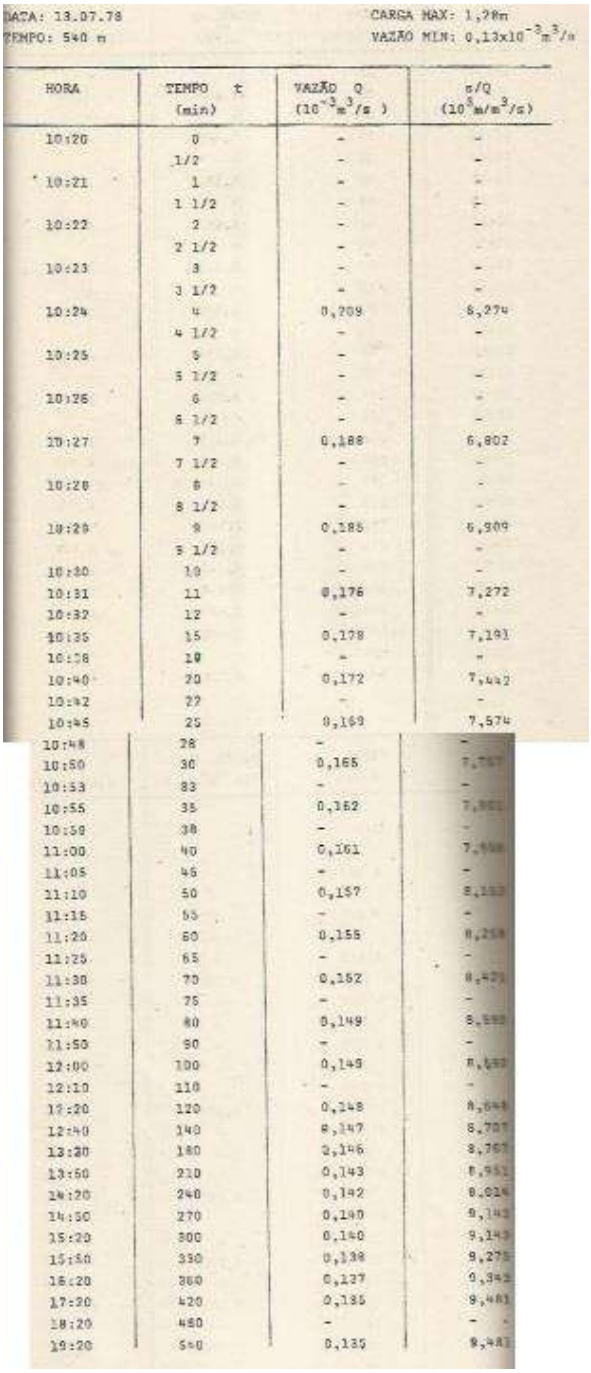
DATA: 06.07.78 — CARGA MAX: 2,49m
TEMPO OBS: 1230 min. — VAZÃO MIN: 0,8x10^{-3}m^3/s

HORA	TEMPO t (min)	VAZÃO Q $10^{-3}m^3/s$	s/Q $10^3 m/m^3/s$
09:00	0	-	-
	1/2	1,540	1,62
09:01	1	-	1,69
	1 1/2	-	1,86
09:02	2	1,910	2,09
	2 1/2	1,190	2,09
09:03	3	1,174	2,12
	3 1/2	-	-
09:04	4	-	-
	4 1/2	1,110	2,24
09:05	5	1,086	2,29
	5 1/2	1,063	2,34
09:06	6	1,075	2,32
	6 1/2	-	-
09:07	7	1,030	2,42
	7 1/2	1,030	2,42
09:08	8	1,020	2,44
09:09	9	-	-
	9 1/2	1,010	2,46
09:10	10	-	-
09:11	11	-	-
09:12	12	0,980	2,54
09:15	15	0,966	2,58
09:18	18	-	-
09:20	20	-	2,66
09:25	25	0,943	2,64
09:28	28	0,925	2,69
09:30	30	0,917	2,71

HORA	TEMPO t (min)	VAZÃO Q ($10^{-3}m^3/s$)	s/Q ($10^3 m/m^3/s$)
09:33	33	0,913	2,72
09:35	35	0,909	2,74
09:38	38	0,902	2,76
09:40	40	0,904	2,75
09:45	45	0,892	2,79
09:50	50	0,890	2,80
09:55	55	0,892	2,78
10:00	60	0,884	2,81
10:05	65	0,881	2,82
10:10	70	-	-
10:15	75	0,873	2,85
10:20	80	0,868	2,80
10:30	90	-	-
10:40	100	-	-
10:50	110	0,851	2,92
11:00	120	0,851	2,92
11:10	130	0,856	2,90
11:30	150	0,850	2,90
12:00	180	0,858	2,90
12:30	210	0,858	2,90
13:00	240	-	-
13:30	270	0,847	2,94
14:00	300	-	-
14:30	330	0,851	2,93
15:00	360	0,840	2,96
15:00	420	-	-
15:30	450	0,840	2,96
17:00	480	0,833	2,98
18:30	570	0,823	2,98
20:30	690	0,806	3,08
01:30	990	0,806	3,08
05:30	1230	0,800	3,11

Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura E.21 – Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço MX-I.

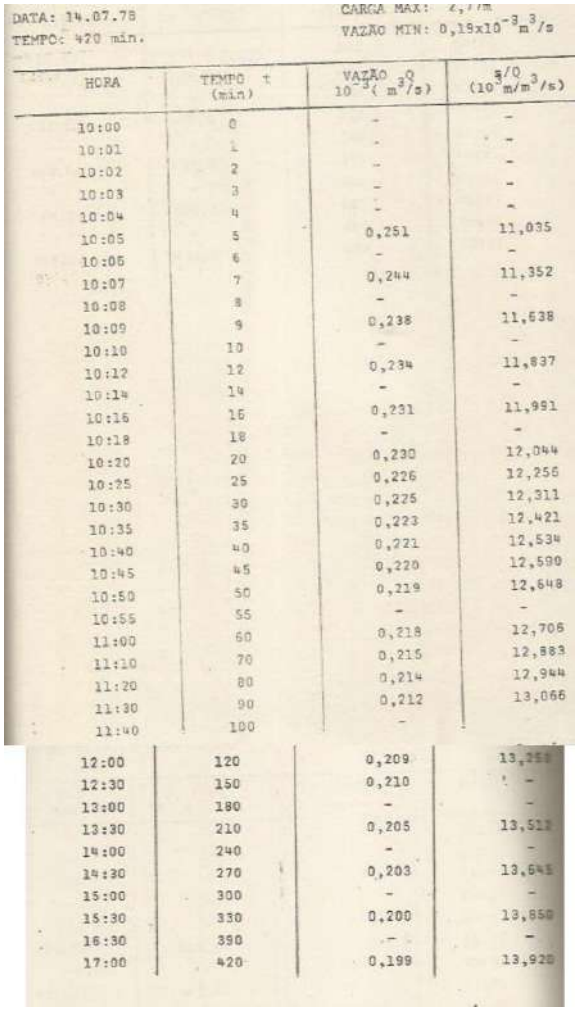


DATA: 13.07.78 — CARGA MAX: 1,28m
TEMPO: 540 m — VAZÃO MIN: 0,13x10^{-3}m^3/s

HORA	TEMPO t (min)	VAZÃO Q ($10^{-3}m^3/s$)	s/Q ($10^3 m/m^3/s$)
10:20	0	-	-
	1/2	-	-
10:21	1	-	-
	1 1/2	-	-
10:22	2	-	-
	2 1/2	-	-
10:23	3	-	-
	3 1/2	-	-
10:24	4	0,209	6,274
	4 1/2	-	-
10:25	5	-	-
	5 1/2	-	-
10:26	6	-	-
	6 1/2	-	-
10:27	7	0,188	6,802
	7 1/2	-	-
10:28	8	-	-
	8 1/2	-	-
10:29	9	0,185	6,909
	9 1/2	-	-
10:30	10	-	-
10:31	11	0,176	7,272
10:32	12	-	-
10:35	15	0,178	7,191
10:38	18	-	-
10:40	20	0,172	7,442
10:42	22	-	-
10:45	25	0,169	7,574
10:48	28	-	-
10:50	30	0,165	7,757
10:53	33	-	-
10:55	35	0,162	7,901
10:58	38	-	-
11:00	40	0,161	7,950
11:05	45	-	-
11:10	50	0,157	8,153
11:15	55	-	-
11:20	60	0,155	8,258
11:25	65	-	-
11:30	70	0,152	8,421
11:35	75	-	-
11:40	80	0,149	8,590
11:50	90	-	-
12:00	100	0,149	8,593
12:10	110	-	-
12:20	120	0,148	8,648
12:40	140	0,147	8,707
13:20	180	0,146	8,765
13:50	210	0,143	8,951
14:20	240	0,142	9,014
14:50	270	0,140	9,143
15:20	300	0,140	9,143
15:50	330	0,138	9,275
16:20	360	0,137	9,343
17:20	420	0,135	9,481
18:20	480	-	-
19:20	540	0,135	9,481

Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura E.22 – Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço MX-II.

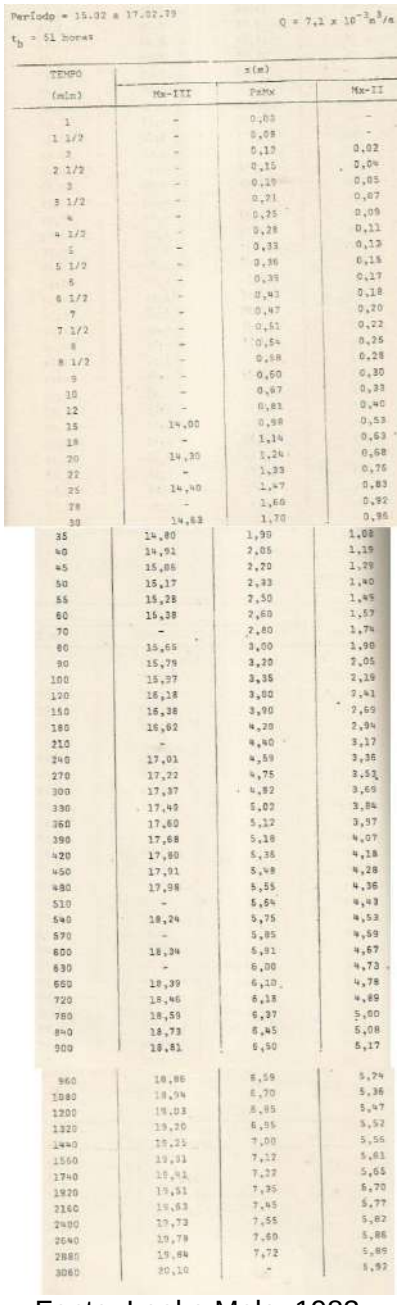


DATA: 14.07.78
TEMPO: 420 min.
CARGA MAX: [illegible]
VAZÃO MIN: $0{,}19 \times 10^{-3}\ m^3/s$

HORA	TEMPO t (min)	VAZÃO Q 10^{-3} (m^3/s)	S/Q ($10^3\ m/m^3/s$)
10:00	0	-	-
10:01	1	-	-
10:02	2	-	-
10:03	3	-	-
10:04	4	-	-
10:05	5	0,251	11,035
10:06	6	-	-
10:07	7	0,244	11,352
10:08	8	-	-
10:09	9	0,238	11,638
10:10	10	-	-
10:12	12	0,234	11,837
10:14	14	-	-
10:16	16	0,231	11,991
10:18	18	-	-
10:20	20	0,230	12,044
10:25	25	0,226	12,256
10:30	30	0,225	12,311
10:35	35	0,223	12,421
10:40	40	0,221	12,534
10:45	45	0,220	12,590
10:50	50	0,219	12,648
10:55	55	-	-
11:00	60	0,218	12,706
11:10	70	0,215	12,883
11:20	80	0,214	12,944
11:30	90	0,212	13,066
11:40	100	-	-
12:00	120	0,209	13,251
12:30	150	0,210	-
13:00	180	-	-
13:30	210	0,205	13,512
14:00	240	-	-
14:30	270	0,203	13,641
15:00	300	-	-
15:30	330	0,200	13,850
16:30	390	-	-
17:00	420	0,199	13,920

Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura E.23 – Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço Pz MX III.



Período = 15.02 a 17.02.79 — Q = 7,1 x 10^{-3} m^3/s

t_b = 51 horas

TEMPO (min)	s(m) Mx-III	PzMx	Mx-II
1	-	0,03	-
1 1/2	-	0,08	-
2	-	0,13	0,02
2 1/2	-	0,15	0,04
3	-	0,19	0,05
3 1/2	-	0,21	0,07
4	-	0,25	0,09
4 1/2	-	0,28	0,11
5	-	0,33	0,13
5 1/2	-	0,36	0,15
6	-	0,39	0,17
6 1/2	-	0,43	0,18
7	-	0,47	0,20
7 1/2	-	0,51	0,22
8	-	0,54	0,25
8 1/2	-	0,58	0,28
9	-	0,60	0,30
10	-	0,67	0,33
12	-	0,81	0,40
15	14,00	0,98	0,53
18	-	1,14	0,63
20	14,30	1,24	0,68
22	-	1,33	0,76
25	14,40	1,47	0,83
28	-	1,60	0,92
30	14,63	1,70	0,96
35	14,80	1,90	1,08
40	14,91	2,05	1,19
45	15,06	2,20	1,29
50	15,17	2,33	1,40
55	15,28	2,50	1,45
60	15,38	2,60	1,57
70	-	2,80	1,74
80	15,65	3,00	1,90
90	15,79	3,20	2,05
100	15,97	3,35	2,19
120	16,18	3,60	2,41
150	16,38	3,90	2,69
180	16,62	4,20	2,94
210	-	4,40	3,17
240	17,01	4,59	3,36
270	17,22	4,75	3,53
300	17,37	4,82	3,66
330	17,49	5,02	3,84
360	17,60	5,12	3,97
390	17,68	5,18	4,07
420	17,80	5,36	4,18
450	17,91	5,48	4,28
480	17,98	5,55	4,36
510	-	5,64	4,43
540	18,24	5,75	4,53
570	-	5,85	4,59
600	18,34	5,91	4,67
630	-	6,00	4,73
660	18,39	6,10	4,78
720	18,46	6,18	4,89
780	18,59	6,37	5,00
840	18,73	6,45	5,08
900	18,81	6,50	5,17
960	18,86	6,59	5,24
1080	18,94	6,70	5,36
1200	19,03	6,85	5,47
1320	19,20	6,95	5,52
1440	19,21	7,00	5,56
1560	19,31	7,12	5,61
1740	19,41	7,22	5,65
1920	19,51	7,35	5,70
2160	19,63	7,45	5,77
2400	19,73	7,55	5,82
2640	19,79	7,60	5,86
2880	19,84	7,72	5,89
3060	20,10	-	5,92

Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura E.24 – Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço Pt-I.

DATA:
TEMPO OBS: 480 min.

CARGA MAX: 3,82m
VAZÃO MIN: 1,17x10^{-3}m^3/s

HORA	TEMPO τ (min)	TEMPO PARA 20 l (seg)	VAZÃO (10^{-3}m^3/s)	s/Q (10^3m/m^3/s)
11:00	1/2	8,0	2,50	1,53
	1	9,0	2,22	1,72
	1 1/2	9,0	2,22	1,72
	2	9,0	2,22	1,72
	2 1/2	9,0	2,22	1,72
	3	9,0	2,22	1,72
	3 1/2	10,0	2,00	2,91
	4	10,0	2,00	2,91
	4 1/2	10,0	2,00	2,91
	5	10,0	2,00	2,91
	5 1/2	10,0	2,00	2,91
	6	10,0	2,00	2,91
	6 1/2	10,0	2,00	2,91
	7	10,0	2,00	2,91
	7 1/2	10,0	2,00	2,91
	8	10,0	2,00	2,91
	8 1/2	10,0	2,00	2,91
	9	10,0	2,00	2,91
	9 1/2	10,0	2,00	2,91
	10	10,0	2,00	2,91
	12	10,0	2,00	2,91
	15	11,0	1,81	2,11
	18	11,0	1,81	2,11
	20	11,0	1,81	2,11
	22	11,0	1,81	2,11
	25	11,5	1,81	2,11
	28	11,0	1,81	2,11
	30	11,5	1,74	2,19
	35	12,5	1,60	2,19
	40	13,0	1,54	2,46
	45	13,0	1,54	2,46
	50	13,5	1,48	2,58
	55	13,5	1,48	2,58
	60	13,5	1,48	2,58
	70	13,5	1,48	2,58
	80	13,5	1,48	2,58
	90	14,0	1,43	2,67
	100	14,0	1,43	2,67
	120	14,0	1,38	2,76
	150	14,0	1,38	2,87
	180	14,0	1,38	2,87
	210	14,0	1,38	2,87
	240	14,0	1,38	2,87
	270	14,5	1,29	2,96
	300	14,5	1,29	2,96
	330	14,0	1,25	3,03
	360	14,5	1,21	3,15
	390	14,5	1,21	3,15
	420	17,0	1,17	3,26
	450	17,0	1,17	3,26
	480	17,0	1,17	3,26

Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura E.25– Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço PZ Tr.

Período - 19.03. a 21.03.79 NE = + 5,72 Q = 8,46x
t_b = 51 horas ND = 0,93 r = 48m.

HORA	TEMPO (min)	s (m)
09:36	1	0,02
	1 1/2	0,22
09:37	2	0,32
	2 1/2	0,45
09:38	3	0,53
	3 1/2	0,63
09:39	4	0,74
	4 1/2	0,79
09:40	5	0,86
	5 1/2	0,92
09:41	6	0,96
	6 1/2	1,01
09:42	7	1,10
	7 1/2	-
09:43	8	1,21
09:44	9	1,29
09:45	10	1,34
09:47	12	1,53
09:50	15	1,73
09:53	18	1,82
09:55	20	1,91
09:57	22	2,01
10:00	25	2,13
10:03	28	2,24
10:05	30	2,30
10:10	35	2,46
10:15	40	2,62
10:20	45	2,69
10:25	50	2,79
10:30	55	2,84
10:35	60	2,98
10:40	65	3,08
10:45	70	3,12
10:50	75	3,18
10:55	80	3,25
11:05	90	3,36
11:15	100	3,45
11:35	120	3,60
12:05	150	3,86
12:35	180	4,04
13:05	210	4,19
13:35	240	4,33
14:05	270	4,45
14:35	300	4,55
15:05	330	4,64
15:35	360	4,73
16:05	390	4,80
16:35	420	4,89
17:05	450	4,97
17:35	480	5,02
18:05	510	5,07
18:35	540	5,12
19:35	600	5,21
20:35	660	5,32
21:35	720	5,41
22:35	780	5,48
23:35	840	5,53
24:35	900	5,57
01:35	960	5,63
03:35	1080	5,72
05:35	1200	5,86
09:35	1440	6,01
12:35	1620	6,11
15:35	1800	6,19
18:35	1980	6,24
21:35	2160	6,30
01:35	2400	6,38
05:35	2640	6,49
09:35	2880	6,60
13:35	3120	6,85

Fonte: Leal e Melo, 1983.

Figura E.26– Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço 487.

REBAIXAMENTO				RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	t' (min)	N.D. (m)	s (m)	tb/t' + 1
12h01	1	17,765	4,885	1	19,089	6,209	1441,0
12h02	2	18,538	5,658	2	18,282	5,402	721,0
12h03	3	18,935	6,055	3	17,908	5,028	481,0
12h04	4	19,200	6,320	4	17,642	4,762	361,0
12h05	5	19,389	6,509	5	17,444	4,564	289,0
12h06	6	19,586	6,706	6	17,271	4,391	241,0
12h08	8	19,827	6,947	8	17,000	4,120	181,0
12h10	10	20,069	7,189	10	16,791	3,911	145,0
12h15	15	20,443	7,563	15	16,370	3,490	97,0
12h20	20	20,739	7,859	20	16,085	3,205	73,0
12h25	25	20,967	8,087	25	15,863	2,983	58,6
12h30	30	21,147	8,267	30	15,654	2,774	49,0
12h40	40	21,388	8,508	40	15,419	2,539	37,0
12h50	50	21,614	8,734	50	15,220	2,340	29,8
13h00	60	21,764	8,884	60	15,055	2,175	25,0
13h20	80	22,014	9,134	80	14,815	1,935	19,0
13h40	100	22,235	9,355	100	14,632	1,752	15,4
14h00	120	22,388	9,508	120	14,492	1,612	13,0
14h30	150	22,560	9,680	150	14,319	1,439	10,6
15h00	180	22,730	9,850	180	14,186	1,306	9,0
16h00	240	22,970	10,090	240	14,000	1,120	7,0
17h00	300	23,150	10,270	300	13,880	1,000	5,8
18h00	360	23,272	10,392				
19h00	420	23,375	10,495				
20h00	480	23,525	10,645				
21h00	540	23,589	10,709				
22h00	600	23,685	10,805				
24h00	720	23,763	10,883				
02h00	840	23,791	10,911				
04h00	960	23,820	10,940				
06h00	1080	23,835	10,955				
08h00	1200	23,868	10,988				
10h00	1320	23,960	11,080				
11h00	1380	24,020	11,140				
12h00	1440	24,035	11,155				

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura E.27– Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço 111.

REBAIXAMENTO				RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	t' (min)	N.D. (m)	s (m)	tb/t' + 1
17h01	1	13,185	4,200	1	14,043	5,058	901,0
17h02	2	14,885	5,900	2	11,845	2,860	451,0
17h03	3	15,768	6,783	3	10,818	1,833	301,0
17h04	4	16,283	7,298	4	10,434	1,449	226,0
17h05	5	16,590	7,605	5	10,185	1,200	181,0
17h06	6	16,787	7,802	6	10,046	1,061	151,0
17h08	8	17,056	8,071	8	9,884	0,899	113,5
17h10	10	17,218	8,233	10	9,787	0,802	91,0
17h15	15	17,381	8,396	15	9,656	0,671	61,0
17h20	20	17,486	8,501	20	9,595	0,610	46,0
17h25	25	17,578	8,593	25	9,556	0,571	37,0
17h30	30	17,630	8,645	30	9,513	0,528	31,0
17h40	40	17,748	8,763	40	9,454	0,469	23,5
17h50	50	17,786	8,801	50	9,416	0,431	19,0
18h00	60	17,845	8,860	60	9,383	0,398	16,0
18h20	80	17,943	8,958	80	9,345	0,360	12,3
18h40	100	18,022	9,037	100	9,299	0,314	10,0
19h00	120	18,043	9,058	120	9,153	0,168	8,5
19h30	150	18,068	9,083				
20h00	180	18,203	9,218				
21h00	240	18,345	9,360				
22h00	300	18,376	9,391				
23h00	360	18,424	9,439				
24h00	420	18,470	9,485				
01h00	480	18,483	9,498				
02h00	540	18,497	9,512				
03h00	600	18,500	9,515				
05h00	720	18,500	9,515				
07h00	840	18,500	9,515				
08h00	900	18,482	9,497				

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura E.28– Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço 112.

REBAIXAMENTO				RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	t' (min)	N.D. (m)	s (m)	tb/t' + 1
17h01	1			1	9,468	0,378	901,0
17h02	2			2	9,468	0,378	451,0
17h03	3			3	9,468	0,378	301,0
17h04	4			4	9,468	0,378	226,0
17h05	5			5	9,468	0,378	181,0
17h06	6			6	9,458	0,368	151,0
17h08	8			8	9,458	0,368	113,5
17h10	10			10	9,422	0,332	91,0
17h15	15			15	9,397	0,307	61,0
17h20	20			20	9,376	0,286	46,0
17h25	25			25	9,320	0,230	37,0
17h34	34	9,175	0,085	30	9,274	0,184	31,0
17h44	44	9,199	0,109	40	9,233	0,143	23,5
17h54	54	9,217	0,127	50	9,188	0,098	19,0
18h05	65	9,234	0,144	60	9,172	0,082	16,0
18h24	84	9,257	0,167	80	9,153	0,063	12,3
18h44	104	9,276	0,186	100	9,126	0,036	10,0
19h06	126	9,293	0,203	120	9,117	0,027	8,5
19h34	154	9,311	0,221				
20h05	185	9,328	0,238				
21h06	246	9,353	0,263				
22h08	308	9,374	0,284				
23h05	365	9,389	0,299				
24h08	428	9,403	0,313				
01h05	485	9,415	0,325				
02h08	548	9,426	0,336				
03h10	610	9,435	0,345				
05h12	732	9,452	0,362				
07h14	854	9,465	0,375				
08h00	900	9,470	0,380				

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura E.29– Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço 144.

REBAIXAMENTO				RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	t' (min)	N.D. (m)	s (m)	tb/t' + 1
19h01	1	4,161	3,447	1	64,916	64,202	721,0
19h02	2	5,830	5,116	2	58,778	58,064	361,0
19h03	3	7,144	6,430	3	52,359	51,645	241,0
19h04	4	8,181	7,467	4	46,388	45,674	181,0
19h05	5	9,146	8,432	5	40,254	39,540	145,0
19h06	6	10,047	9,333	6	36,196	35,482	121,0
19h08	8	11,306	10,592	8	34,100	33,386	91,0
19h10	10	12,854	12,140	10	32,337	31,623	73,0
19h15	15	15,881	15,167	15	29,686	28,972	49,0
19h20	20	18,084	17,370	20	28,147	27,433	37,0
19h25	25	19,778	19,064	25	26,847	26,133	29,8
19h30	30	21,856	21,142	30	26,585	25,871	25,0
19h40	40	24,933	24,219	40	22,744	22,030	19,0
19h50	50	27,145	26,431	50	19,873	19,159	15,4
20h00	60	29,113	28,399	60	17,450	16,736	13,0
20h20	80	33,013	32,299	80	13,443	12,729	10,0
20h40	100	36,732	36,018	120	10,745	10,031	7,0
21h00	120	47,344	46,630	150	8,925	8,211	5,8
21h30	150	66,784	66,070	180	7,450	6,736	5,0
22h00	180	69,293	68,579	240	6,593	5,879	4,0
23h00	240	70,341	69,627	300	5,597	4,883	3,4
24h00	300	69,100	68,386	360	4,957	4,243	3,0
01h00	360	69,105	68,391	420	4,041	3,327	2,7
02h00	420	68,953	68,239	480	3,712	2,998	2,5
03h00	480	69,103	68,389	540	3,421	2,707	2,3
04h00	540	68,603	67,889	600	3,171	2,457	2,2
05h00	600	68,348	67,634				
07h00	720	68,595	67,881				

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

Figura E.30– Tabela de dados do ensaio de bombeamentos do poço 228.

	REBAIXAMENTO			RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	t' (min)	N.D. (m)	s (m)	tb/t' + 1
08h01	1	98,463	0,528	1	115,752	17,817	1441,0
08h02	2	99,230	1,295	2	114,374	16,439	721,0
08h03	3	99,634	1,699	3	113,000	15,065	481,0
08h04	4	100,156	2,221	4	111,584	13,649	361,0
08h05	5	100,784	2,849	5	110,111	12,176	289,0
08h06	6	101,183	3,248	6	109,172	11,237	241,0
08h08	8	102,185	4,250	8	107,794	9,859	181,0
08h10	10	102,894	4,959	10	108,591	10,656	145,0
08h15	15	104,186	6,251	15	106,153	8,218	97,0
08h20	20	104,989	7,054	20	104,963	7,028	73,0
08h25	25	105,673	7,738	25	103,995	6,060	58,6
08h30	30	106,436	8,501	30	103,101	5,166	49,0
08h40	40	107,725	9,790	40	101,972	4,037	37,0
08h50	50	108,415	10,480	50	100,783	2,848	29,8
09h00	60	108,965	11,030	60	99,735	1,800	25,0
09h20	80	109,578	11,643	80	99,231	1,296	19,0
09h40	100	110,145	12,210	100	98,935	1,000	15,4
10h00	120	110,714	12,779	120	98,839	0,904	13,0
10h30	150	111,193	13,258	150	98,745	0,810	10,6
11h00	180	111,693	13,758	180	98,693	0,758	9,0
12h00	240	112,135	14,200	240	98,611	0,676	7,0
13h00	300	112,575	14,640	300	98,583	0,648	5,8
14h00	360	112,923	14,988	360	98,515	0,580	5,0
15h00	420	113,224	15,289	420	98,485	0,550	4,4
16h00	480	113,584	15,649	480	98,423	0,488	4,0
17h00	540	113,934	15,999	540	98,385	0,450	3,7
18h00	600	114,297	16,362	600	98,355	0,420	3,4
20h00	720	114,988	17,053	660	98,313	0,378	3,2
22h00	840	115,344	17,409	720	98,287	0,352	3,0
24h00	960	115,753	17,818	780	98,253	0,318	2,8
02h00	1080	116,134	18,199	840	98,224	0,289	2,7
04h00	1200	116,475	18,540	900	98,193	0,258	2,6
06h00	1320	116,824	18,889				
08h00	1440	117,730	19,795				

Fonte: UFPE/CPRM/FINEP, 2008.

ANEXO F – INFORMAÇÕES REFERENTES AOS POÇOS 3IB-05-PE E 3IB-07-PE.

Figura E.1 – Informações referentes ao poço 3IB-05-PE.

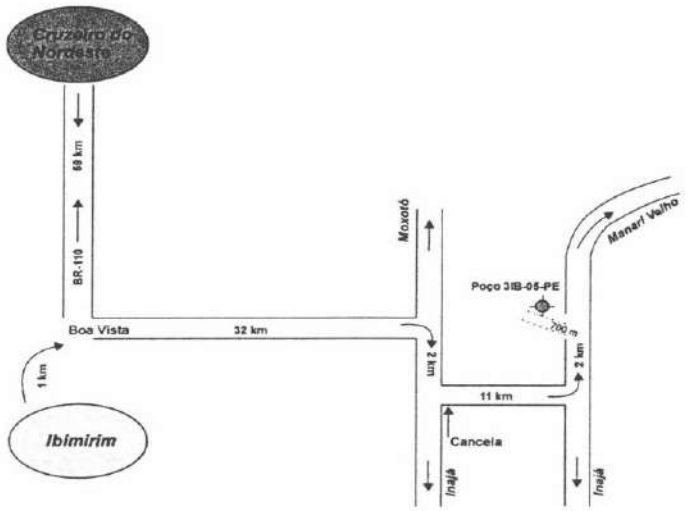
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

RELATÓRIO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS

IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

MUNICÍPIO Ibimirim	**LOCAL** Sítio Passagem de Pedras	**Nº DO POÇO** 3IB-05-PE
FOLHA DA SUDENE SC.24-X-A-IV	**COORDENADAS/COTA TOPOG.** X = 653.653 E Y = 9.024.880 N / 417,44 m	**INSTRUMENTO LEGAL** Convênio 002/CPRM/98
NOME DO PROJETO Convênio CPRM/FNS	**NOME DO PROPRIETÁRIO** Fundação Nacional de Saúde	
ELETRIFICAÇÃO A ser instalada	**SERVIÇOS EXECUTADOS** - Locação, perfuração, completação, desenvolvimento com compressor, teste de vazão com bomba submersa, análise química e interpretação de resultados.	
TIPO DE POÇO Tubular	**EXECUTOR:** CPRM **INÍCIO:** 19.06.98 **CONCLUSÃO:** 15.09.98	

CROQUI DE SITUAÇÃO



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
POÇO 3IB-05-PE

1 - PERFURAÇÃO

INÍCIO: 19.06.98 — TÉRMINO: 09.09.98

DIÂMETRO	INTERVALO (m)	COMPRIMENTO (m)	MÉTODO	FLUIDO DE PERFURAÇÃO
17 ½"	0,00 – 210,00	210,00	Rotativo	Inibido com polímero
12 ¼"	210,00 – 408,00	198,00	Rotativo	Inibido com polímero
		408,00		

2 - REVESTIMENTO

DIÂMETRO	INTERVALO (m)	COMPRIMENTO (m)	TIPO
10 ¾"	+ 0,60 – 81,56	82,16	Schedule-40
10 ¾"	110,54 – 206,85	96,31	Schedule-40
5 5/8"	225,52 – 231,67	6,15	Schedule-40
5 5/8"	237,82 – 243,97	6,15	Schedule-40
5 5/8"	323,82 – 342,27	18,45	Schedule-40
5 5/8"	354,57 – 373,02	18,45	Schedule-40
	397,64 – 401,76	4,12	Schedule-40
		231,79	

3 - FILTRO

DIÂMETRO	INTERVALO (m)	COMPRIMENTO (m)	TIPO
10"	81,56 – 110,54	28,98	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
6"	207,07 – 225,52	18,45	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
	231,67 – 237,82	6,15	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
	243,97 – 323,82	79,85	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
	342,27 – 354,57	12,30	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
	373,02 – 397,64	24,62	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
		170,35	

4 - PRÉ-FILTRO

TIPO	GRANULOM.	VOLUME
Cascalho	1,0 – 3,0 mm	32,18 m³

INTERVALO (m)

5 - CIMENTAÇÃO

INTERVALO (m)	DENSIDADE	VOLUME
0,00 – 34,00	13,5 lb/gal	3,28 m³

6 - DESENVOLVIMENTO

MÉTODO	TEMPO (h)
Air Lift	33:00

7 - OBSERVAÇÕES

BOCA DO POÇO: + 0,60 m

8 - TESTE DE PRODUÇÃO

DATA	DURAÇÃO(h)	CRIVO (m)	NE(m)	ND(m)	Q(m³/h)	Q/SW(m³/h/m)	EQUIPAM.
21.10.98	12:00	100,85	21,73	69,51	15,00	0,31	Bomba submersa Haupt. Q-63-6

9 – UNIDADE DE BOMBEAMENTO E DISTRIBUIÇÃO (*)

EQUIPAMENTO INSTALADO	MARCA/MODELO/POTÊNCIA/MCA	DATA DA INSTALAÇÃO VAZÃO PROF. DO CRIVO

TUBULAÇÃO DE RECALQUE		RESERVATÓRIO	
TIPO	DIÂMETRO (m)	TIPO	CAPACIDADE

(*) A ser instalada pela FNS

Leite *et al.*, 1999

Figura E.2 – Informações referentes ao poço 3IB-07-PE.

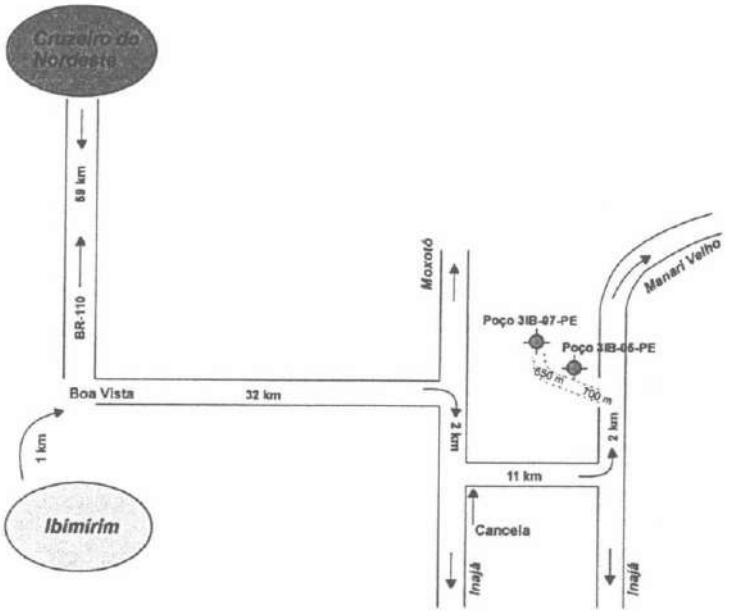
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

RELATÓRIO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS

IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

MUNICÍPIO Ibimirim	**LOCAL** Sítio Passagem de Pedras	**Nº DO POÇO** 3IB-07-PE
FOLHA DA SUDENE SC.24-X-A-IV	**COORDENADAS/COTA TOPOG.** X = 653.143 E Y = 9.025.560 N / 428,28 m	**INSTRUMENTO LEGAL** Convênio 002/CPRM/98
NOME DO PROJETO Convênio CPRM/FNS	**NOME DO PROPRIETÁRIO** Fundação Nacional de Saúde	
ELETRIFICAÇÃO A ser instalada	**SERVIÇOS EXECUTADOS** - Locação, perfuração, completação, desenvolvimento com compressor, teste de vazão com bomba submersa, análise química e interpretação de resultados.	
TIPO DE POÇO Tubular	**EXECUTOR:** CPRM **INÍCIO:** 25.09.1998 **CONCLUSÃO:** 27.10.1998	

CROQUI DE SITUAÇÃO



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
POÇO 3IB-07-PE

1 – PERFURAÇÃO

INÍCIO: 25.09.1998 TÉRMINO: 27.10.1998

DIÂMETRO	INTERVALO (m)	COMPRIMENTO (m)	MÉTODO	FLUIDO DE PERFURAÇÃO
26"	0,00 – 12,00	12,00	Rotativo	A base de bentonita
17 ½"	12,00 – 201,00	189,00	Rotativo	Inibido com polímero
12 ¼"	201,00 – 534,00	333,00	Rotativo	Inibido com polímero
		534,00		

2 – REVESTIMENTO

DIÂMETRO	INTERVALO (m)	COMPRIMENTO (m)	TIPO
18"	+ 0,60 – 12,00	12,60	Aço sem costura
10 ¾"	+ 0,60 – 178,64	179,24	Aço, Schedule-40
5 5/8"	187,84 – 249,62	61,78	Aço, Schedule-40
5 5/8"	276,79 – 288,95	12,16	Aço, Schedule-40
	314,03 – 338,38	24,35	Aço, Schedule-40
	363,46 – 369,55	6,09	Aço, Schedule-40
	377,91 – 384,01	6,10	Aço, Schedule-40
	400,73 – 437,18	36,45	Aço, Schedule-40
	462,26 – 498,74	36,48	Aço, Schedule-40
	528,00 – 531,00	3,00	Aço, Schedule-40
		378,25	

3 – FILTRO

DIÂMETRO	INTERVALO (m)	COMPRIMENTO (m)	TIPO
10"	178,64 – 187,84	9,20	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
6"	249,62 – 276,79	27,17	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
6"	288,95 – 314,03	25,08	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
6"	338,38 – 363,46	25,08	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
6"	369,55 – 377,91	8,36	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
	384,01 – 400,73	16,72	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
	437,18 – 462,26	25,08	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
	498,74 – 528,00	29,26	Aço galvanizado reforçado, abertura 0,75 mm
		165,95	

4 – PRÉ-FILTRO

TIPO	GRANULOM.	VOLUME
Cascalho	1,0 – 3,0 mm	33,33 m³

INTERVALO (m)

5 – CIMENTAÇÃO

INTERVALO (m)	DENSIDADE	VOLUME
0,00 – 66,00	13,5 lb/gal	6,4 m³

6 – DESENVOLVIMENTO

MÉTODO	TEMPO (h)
Air Lift	40:00

7 – OBSERVAÇÕES

BOCA DO POÇO: + 0,60 m

8 – TESTE DE PRODUÇÃO

DATA	DURAÇÃO(h)	CRIVO (m)	NE(m)	ND(m)	Q(m³/h)	Q/SW(m³/h/m)	EQUIPAM.
06.12.98	18:00	104,64	33,25	68,16	5;6;7;8	0,13	Bomba submersa Haupt Q.63-6

9 – UNIDADE DE BOMBEAMENTO E DISTRIBUIÇÃO (*)

EQUIPAMENTO INSTALADO	MARCA/MODELO/POTÊNCIA/MCA	DATA DA INSTALAÇÃO VAZÃO PROF. DO CRIVO

TUBULAÇÃO DE RECALQUE		RESERVATÓRIO	
TIPO	DIÂMETRO (m)	TIPO	CAPACIDADE

(*) A ser instalada pela FNS

Leite *et al.*, 1999