

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO VISANDO A GESTÃO DOS AQUÍFEROS DA BACIA DE SÃO JOSÉ DO BELMONTE-PE

Waldir Duarte Costa¹, Mario Amilde Valença dos Santos², Waldir Duarte Costa Filho³

Resumo: Visando o planejamento de uso dos aquíferos localizados na Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, com uma área de 750 km², localizada no Sertão do Estado de Pernambuco, foi realizado um estudo que culminou com a apresentação de um mapa de zoneamento explorável e a indicação dos pontos onde deverão ser instalados sensores telemétricos para monitoramento dos mananciais subterrâneos. O estudo constou de mapeamento geológico a partir de uma campanha de geofísica, foto-interpretação e apoio de campo; nivelamento de poços e elaboração de mapa potenciométrico do sistema aquífero; avaliação das reservas, potencialidade, disponibilidade e recursos exploráveis; avaliação da qualidade química das águas e um mapeamento das zonas de exploração com as respectivas características e condições de exploração. O estudo hidrogeológico foi elaborado pela empresa de consultoria COSTA Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda. com apoio na campanha de geofísica da empresa GEOHIDRO Geologia, Hidrogeologia e Serviços Ltda.

Abstract: For planning the use of aquifers located in São José do Belmonte Sedimentary Basin, comprising an area of 750 km², at an arid and remote interior of Pernambuco State (Brazil), an intensive study was realized. Some of the principal final products were an exploitation zone map and the designation of wells for a remote sensor settlement to aquifer system monitoring. The study included geological map, based on geophysical electrical resistivity campaign, photo-interpretation and geological survey; wells leveling and the aquifer system potentiometric map; reserves, potentiality, availability and groundwater exploitable resources evaluations; aquifers chemical water evaluation and an exploitation zone map with water conditions for use. This hydrogeological study was elaborated by COSTA Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda and supported by the geophysical campaign of GEOHIDRO – Geologia, Hidrogeologia e Serviços Ltda.

Palavras-chave: Monitoramento, Zoneamento de Exploração, Planejamento de Uso

¹ Waldir Duarte Costa - Geólogo, mestre e doutor em hidrogeologia, professor titular aposentado da UFPE, Diretor da COSTA Consultoria e Serv.Tec. e Amb.Ltda. Fone/FAX: (081)3241.4815. E.mail: wdcosta@ibest.com.br

² Mario Amilde Valença dos Santos – Geólogo, mestre em hidrogeologia, consultor autônomo, Fone: (081) 34451957. E.mail: mariovalenca@yahoo.com.br

³ Waldir Duarte Costa Filho, Hidrogeólogo, M.Sc., CPRM Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Recife. Avenida Sul, 2291, Afogados, Recife, Pernambuco, CEP 50770-011. Fones (81) 3428.0623 e 9626.1111, Fax (81) 3428.1511. E-mail: waldir@re.cprm.gov.br.

1 - Introdução

A bacia sedimentar de São José do Belmonte, acha-se localizada no município do mesmo nome, na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, no Sertão de Pernambuco e delimitada pelas coordenadas geográficas de 7°43' a 9°02' de Lat.Sul e 38°30' a 38° 58' de Long.W.Gr. Sua área total é de 750 km².

Seu clima é quente e seco com uma precipitação anual média de 658mm, a evapotranspiração potencial média anual varia entre 1.100 e 1.200 mm, enquanto a evapotranspiração real média anual varia entre 650 e 700 mm. A evaporação média anual situa-se em torno dos 2.500 mm.

O relevo da região é bastante monótono, semi-plano a ligeiramente ondulado, com ausência completa de elevações de porte. A bacia hidrográfica do Rio São Cristóvão constitui o principal sistema de drenagem que escoar sobre a bacia sedimentar de São José do Belmonte, constituindo-se num importante afluente do Rio Pajeu pela sua margem direita. A vegetação nativa é representada por uma caatinga que se diversifica desde rala nos altiplanos até fechada e copada nos vales fluviais. A área se encontra bastante cultivada, que varia desde a agricultura de subsistência com mandioca, milho, feijão, bananeira, coqueiros, etc.

2 - Geologia e Hidrogeologia da Bacia

A geologia é caracterizada pela seguinte coluna lito-estratigráfica:

Aluviões e terraços aluviais: formados no Quaternário e representados por areias, siltes, argilas e eventuais níveis conglomeráticos

Eluviões do Terciário/Quaternário, representado por extensas coberturas arenosas avermelhadas ou amareladas resultantes da desagregação “in situ” dos arenitos que dominam na bacia

Formação Sergi do Jurássico, se constitui de arenitos creme a avermelhado, grossos a finos com intercalações de argila e silte.

Formação Aliança também do Jurássico, é constituída por folhelhos, argila e siltito amarronzado a esverdeado, com intercalações de arenitos.

Formação Inajá, do Devoniano, é constituída por arenitos finos, róseos a avermelhados com intercalação de siltitos micáceos

Formação Tacaratu do Siluro-Devoniano, composto de arenitos grosseiros com níveis conglomeráticos e intercalações pelíticas, às vezes caulínicas.

Embasamento cristalino de idade Pré-Cambriano, possui vários tipos líticos, dominando os metapelitos, xistos e grauvacas.

Estruturalmente a bacia sedimentar é muito movimentada, como mostra o mapa geológico e seções geológicas (Figura 1), com blocos elevados e rebaixados, formando “grabens” em que a profundidade chega a alcançar 330m.

O mapeamento geológico teve, como principal apoio, a elaboração da campanha geofísica por eletro-resistividade, cujas seções geo-elétricas foram devidamente correlacionadas às camadas geológicas, revelando as estruturas de falhamentos apresentadas no mapa e nas seções geológicas da figura 1. Esse mapa geológico diferiu completamente daquele existente até então, baseados unicamente na geologia de superfície.

Hidrogeologicamente é dominada pelos arenitos da Formação Tacaratu, que constitui o principal aquífero da bacia, quer por sua dominância em área, quer pela maior espessura e ainda por suas características hidrogeológicas favoráveis.

A bacia sedimentar possui um volume total de sedimentos da ordem de $123 \times 10^9 \text{ m}^3$ dos quais cerca de 90% se encontram saturados de água.

O aquífero Tacaratu está presente em toda a bacia, sendo que em 88% da área encontra-se na situação de aquífero livre e em apenas 12% encontra-se semi-confinado pelas formações que lhe capeiam, como as formações Inajá, Aliança e Sergi.

O aquífero Tacaratu apresentou uma média para o coeficiente de transmissividade de $5,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e da condutividade hidráulica de $7,6 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$, enquanto o aquífero Sergi com apenas dois poços testados os coeficientes de transmissividade e condutividade hidráulica ficaram em torno de $2,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e $1,1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$, respectivamente.

As reservas permanentes foram avaliadas em $10,64 \cdot 10^9 \text{ m}^3$, para o aquífero Tacaratu e em $0,26 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ para o aquífero Sergi. Quanto as reservas reguladoras, foram avaliadas em $43,43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (ou $1,38 \text{ m}^3/\text{s}$) para o Tacaratu e $2,66 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (ou $0,084 \text{ m}^3/\text{s}$) para o aquífero Sergi. A potencialidade do aquífero Tacaratu foi avaliada em $64,71 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ enquanto para o aquífero Sergi ficou em $3,18 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$. A disponibilidade instalada do aquífero Tacaratu é de $78,84 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ enquanto no aquífero Sergi é de apenas $0,21 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$. Enquanto isso, a disponibilidade efetiva para o aquífero Tacaratu ficou em $14,23 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (apenas 18% da disponibilidade instalada) e para o aquífero Sergi, em $0,04 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (apenas 20,9% da disponibilidade instalada). Os recursos exploráveis do aquífero Tacaratu foram avaliados em $24,94 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ e no aquífero Sergi em $1,54 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$.

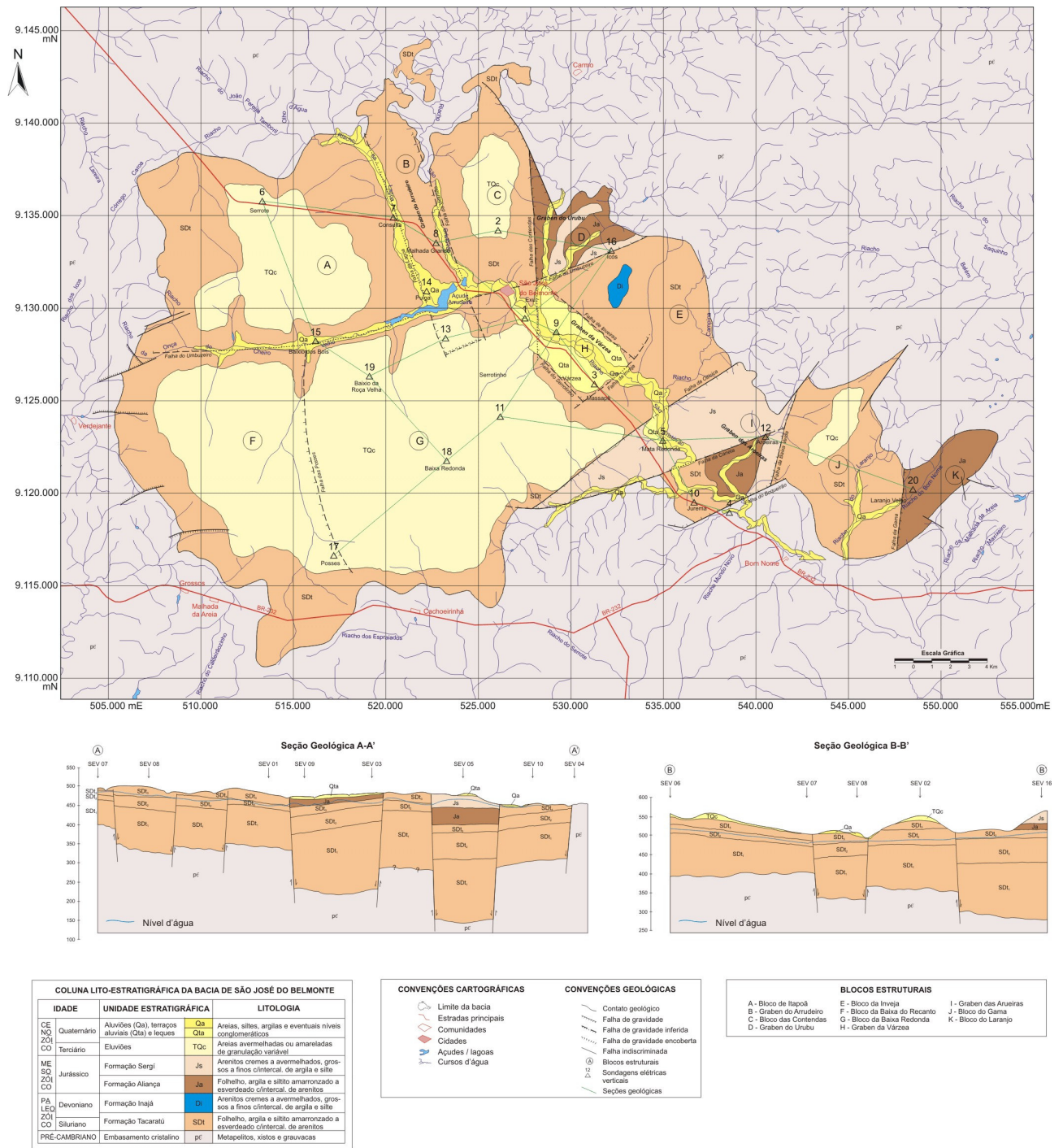


Figura 1. Mapa Geológico da Bacia de São José do Belmonte.

Quanto à qualidade da água, é boa no aquífero Tacaratu porém nos locais em que a Formação Aliança recobre a Formação Tacaratu a água se torna salinizada, com teores que variam de 1.000 a 10.000 mg/L de sólidos totais. Isso se deve a presença de sais na Formação Aliança que contaminam, no contato, as águas do Tacaratu e, em virtude de poços mal construídos, com revestimento parcial ou mesmo sem revestimento, a salinização pode ocorrer na zona mais superior do aquífero Tacaratu.

Foram cadastrados 920 poços na bacia sedimentar, dos quais 95% se encontram explorando o aquífero Tacaratu e os 5% restantes, nos demais aquíferos. Os poços apresentam uma profundidade média da ordem de 100m, com nível estático em torno de 20m e dinâmico de 30m, para vazões médias em torno dos 12 m³/h.

3 - Planejamento de Uso da Água Subterrânea

Para o planejamento de uso da água subterrânea na bacia, quatro elementos foram considerados: o balanço de entradas x saídas de água no sistema aquífero, a especificação dos futuros poços a perfurar com respectivo orçamento, o zoneamento de exploração e a definição de poços a monitorar com sensores telemétricos que deverão ser instalados.

O balanço de entradas x saídas revelou que para o aquífero Tacaratu os volumes atualmente explorados correspondem a apenas 32,7% das reservas reguladoras; considerando a parcela das reservas permanentes e descontando-se a reserva ecológica, os recursos exploráveis do aquífero Tacaratu correspondem a cerca de 25.10⁶ m³/ano, equivalendo a cerca de 140 novos poços bombeando a vazão de 20 m³/h durante todo o dia, ou, considerando a vazão média de 12 m³/h e o regime de bombeamento médio de 6h/dia, um total de 950 novos poços. Isso significa dizer que o atual número de poços existentes poderia duplicar mantendo-se a vazão e o regime de bombeamento médio atual posto em prática.

Foram definidos seis tipos de poços em função da profundidade, do diâmetro de perfuração e revestimento, da complementação com poços totalmente revestidos inclusive com filtro e pré-filtro, ou parcialmente revestidos. Para cada tipo de poço, com uma vazão pré-concebida (estimada) foi efetuado um cálculo do valor do m³ de água bombeada na boca do poço, obtendo-se valores variáveis entre R\$ 0,063 e R\$ 0,095 por m³.

Os seis tipos de poços apresentam as seguintes características:

1. Poço com 80m de profundidade, parcialmente revestido com tubos PVC rígido até a profundidade de 18m;
2. Poço com 150 m de profundidade totalmente revestido em tubos PVC rígido, de 6" de diâmetro;
3. Poço com 150m de profundidade totalmente revestido com tubos PVC rígido de 4" de diâmetro (para proprietários com baixas demandas)
4. Poço com 150m de profundidade, parcialmente revestido em tubos de PVC rígido, até a profundidade de 30m
5. Poço com 250m de profundidade, totalmente revestido em tubos PVC rígido, de 6" de diâmetro;

6. Poço com 250m de profundidade, parcialmente revestido em tubos PVC rígido, de 6" de diâmetro, até a profundidade de 90m

O zoneamento de exploração das águas subterrâneas na bacia sedimentar de São José do Belmonte levou em conta os seguintes elementos:

- Formações geológicas atravessadas
- Espessura do pacote sedimentar
- Profundidade do nível hidrostático (potenciométrico)
- Qualidade da água
- Concentração de poços
- Nível atual de exploração

A análise de todos esses fatores resultou na elaboração de um mapa de zoneamento explorável (Figura 2), contendo cinco zonas principais, sendo que duas delas se desdobram em três. Dessa maneira, as zonas ficaram assim designadas:

A (A₁, A₂, A₃), B (B₁, B₂, B₃), C, D e E.

As características principais das cinco zonas são as seguintes:

Zona A – Espessura do pacote sedimentar maior do que 200m

Zona B – Espessura do pacote sedimentar entre 100 e 200m

Zona C – Espessura do pacote sedimentar inferior a 100m

Zona D – Grande concentração de poços com interferências múltiplas entre si

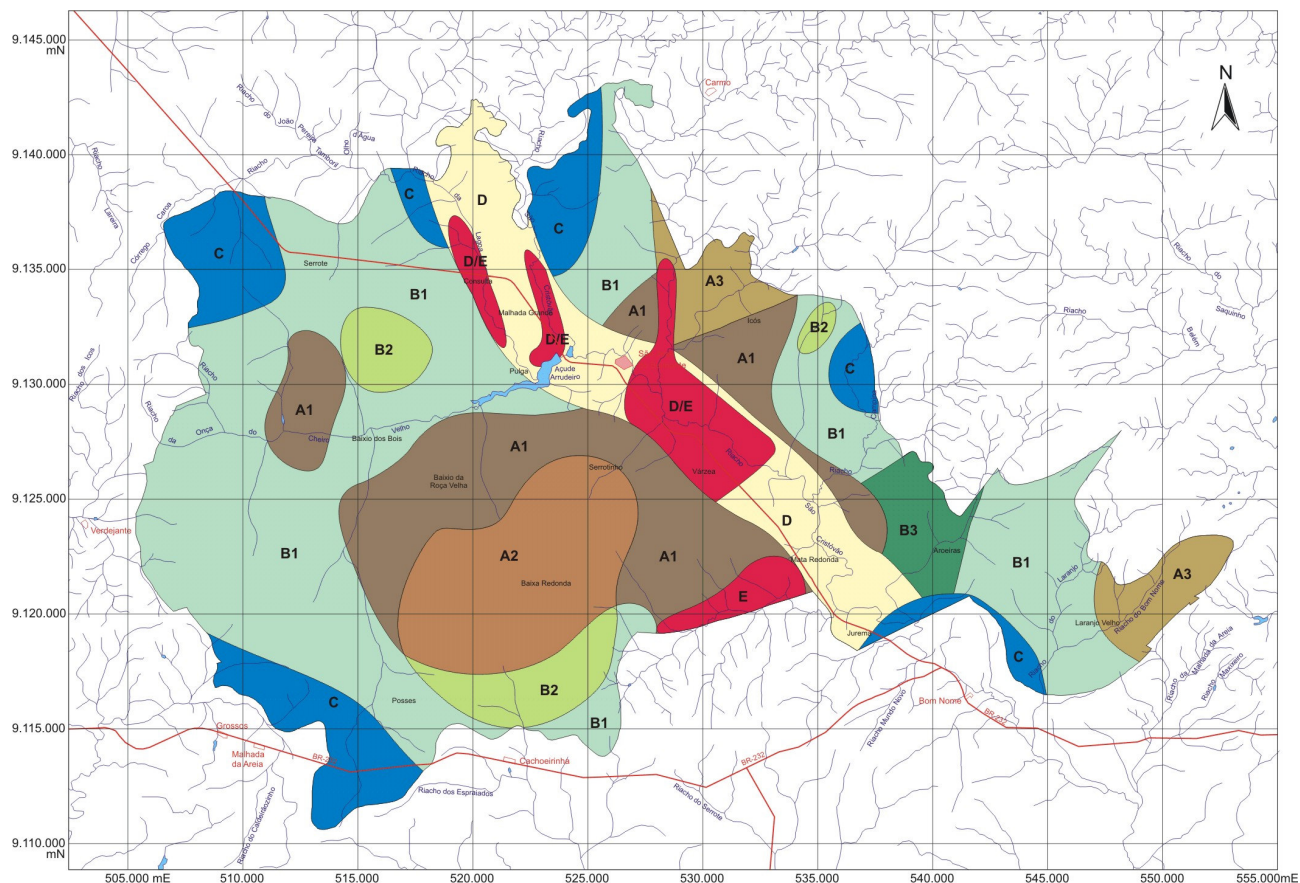
Zona E – Áreas com salinização elevada das águas

No quadro 1 são mostradas as características das zonas do mapa da figura 3, com as restrições e as condições de uso.

Finalmente, foi realizada uma análise acerca das melhores condições para instalação de sensores telemétricos para monitoramento dos aquíferos da área, tendo sido escolhidos onze locais com base na estrutura geológica, na litologia da área, na profundidade do poço, na profundidade do nível estático do poço, e na qualidade química da água.

Todos os poços onde deverão ser instalados os sensores telemétricos estão desativados, pois essa condição é mais recomendável pois as variações de nível detectadas estarão subordinadas apenas às variações regionais, não sendo influenciadas pelas constantes paralisações do sistema de bombeamento do próprio poço.

Os sensores foram dimensionados quanto às unidades de captação dos dados, entretanto o sistema global a ser montado somente poderá ser dimensionado quando o órgão estadual que irá implantá-lo decidir pelo sistema mais adequado de transporte de dados: via satélite, telefone, rádio ou outro.



CONVENÇÃO E CONDIÇÕES DE USO							
ZO-NA	FORMAÇÃO	ESPESS. SEDIM. (m)	Prof. NE (m)	R.S. (mg/L)	LIMITAÇÃO DE USO	CONDIÇÕES DE USO	
						VAZÃO MÁX. DIÁRIA (m ³ /h)	DISTÂNC. ENTRE POÇOS
A1	SDt	> 200	< 60	< 250	Nenhuma	360	200
A2	SDt	> 200	> 60	< 250	Profundidade elevada do nível estático	360	200
A3	Ja/SDt	> 200	< 60	250 a 500	Salinidade e presença de argila	240	200
B1	SDt	100 a 200	< 60	< 250	Nenhuma	240	200
B2	SDt	100 a 200	> 60	< 250	Profundidade elevada do nível estático	240	200
B3	Js/Ja/SDt	100 a 200	< 60	500 a 1.000	Salinidade e presença de argila	120	200
C	SDt	< 100	< 60	< 250	Reduzida espessura	120	100
D	Ja/SDt	100 a 300	< 60	250 a 2.000	Forte interferência múltipla	120	500
E	Ja/SDt	100 a 300	< 60	500 a 10.000	Elevada salinização	120	500

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	
	Limite da bacia
	Estradas principais
	Comunidades
	Cidades
	Açudes / lagoas
	Cursos d'água



Projeção Universal Transversa de Mercator. Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 39°W, Greenwich, acrescidas as constantes 10.000Km e 500Km, respectivamente. Datum Vertical: Imbituba (SC); Datum Horizontal: Corrego Alegre (MG); Meridiano Central: 39°.

Figura 2. Mapa de Zoneamento Explotável da Bacia de São José do Belmonte.

4 - Referências Bibliográficas

BRASIL-MME/DNPM e Minérios de Pernambuco S.A., 1980. Mapa Geológico do Estado de Pernambuco - Texto Explicativo. Recife, PE.

BRASIL-MME/CPRM-Serviço Geológico do Brasil e AD/DIPER DO Governo de Pernambuco, 2001 – Mapa Geológico do Estado de Pernambuco, Recife, PE.

BRASIL-MME/CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Projeto Jatobá. Relatório Final. - 1972. Recife, PE

- COSTA, W. D. 1994. Água Subterrânea e o Desenvolvimento Sustentável do Semi-árido Nordeste, Tema 6. In: Projeto Áridas - Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste. GTII - Recursos Hídricos. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República, coordenação: Vicente P. P. B. Vieira, Brasília. DF.
- COSTA, W.D.; MANOEL FILHO, J. SANTOS, A.C.; COSTA FILHO, W.D.; MONTEIRO, A.B.; E SOUZA, F.J.A. – 1995/7 – Estudo Hidrogeológico da Região Metropolitana do Recife – HIDROREC. Convênio UFPE/IDRC (Canadá).
- COSTA, W.D.; SANTOS, A.C.; COSTA FILHO, W.D.; SOBRINHO, J.D. e SANTOS, A.C.B.C. 1997 – Projeto Avaliação Hidrogeológica dos Aluviões da Bacia do Rio Pajeu – para o DNPM-4º Distrito – PE, através da COSTA Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda.
- COSTA, W.D. – 1998 – Águas Subterrâneas no Sertão de Pernambuco. Capítulo do Plano Diretor das Bacias Hidrográficas do Sertão de Pernambuco. Para a CODEVASF.
- COSTA, W.D., FALCÃO, E. de L., SILVA, E.C.C. – 1999 – Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte – PE. Para o DNPM através da COSTA Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda.
- COSTA, W.D. – 2005 – Reconhecimento Hidrogeológico da Região Costeira do Estado da Paraíba. Ministério da Integração Nacional – Brasília/DF.
- DANTAS, J.R.A. – 1999 - Mapa Geológico das Bacias Sedimentares Interioranas de São José do Belmonte, Mirandiba e Cedro – PE – escala de 1:100.000. Relatório interno do DNPM.
- SECTMA – 1998 – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco. Capítulo de Águas Subterrâneas. Recife – PE.
- TECNOSAN -1984 – Plano Diretor do Vale do Rio Pajeu. Para a CODEVASF