

XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVII
ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS

GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS PARA O
ABASTECIMENTO DA SEDE MUNICIPAL DE SAUBARA-BA E
LOCALIDADES

Autor 1 – Renavan Andrade Sobrinho¹ Co-Autor - Antonio Ribeiro Mariano

Resumo – O incremento acentuado nas demandas de água para o abastecimento humano no município de Saubara, principalmente no período de alta estação, aliado as atividades antrópicas nos mananciais superficiais fizeram com que as disponibilidades hídricas não fosse suficientes para atender as necessidades das comunidades. Diante deste problema com o abastecimento de água do município foi apresentado um estudo de alternativas, sendo definida a perfuração de poços tubulares profundos para o abastecimento das localidades.

Abstract – The growth accented in the demands of water for the human supply in the local authority of Saubara, principally in the period of high station, when it allied the activities antrópicas in the superficial springs did so that the hydric availabilities it were not sufficient to attend the necessities of the communities. Before this problem with the supply of water of the local authority a study of alternatives was presented, when there defined the perforation of tubular deep wells for the supply of the towns.

Palavras-Chave – Saubara, abastecimento humano, poços tubulares

¹ Afiliação:

Renavan Andrade Sobrinho⁽¹⁾

Engenheiro Civil, Sanitarista e Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Especialista em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas. Mestrando em Meio Ambiente, Águas e Saneamento pela Universidade Federal da Bahia. Professor Substituto do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Bahia. Gerente da Unidade Setorial de Apoio Técnico da Superintendência Metropolitana da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A - EMBASA-BA.

Endereço(1): Rua Dom Eugênio Sales, s/n, Boca do Rio – Salvador - BA - CEP: 41715-340 - Brasil - Tel: (71) 3373-7843 Fax (71) 3373-7784 - e-mail: omt@embasa.ba.gov.br

Antonio Ribeiro Mariano⁽²⁾ Geólogo, pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. Coordenador do Setor de Hidrogeologia e Geotecnia da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A – EMBASA-BA. Consultor e projetista na área de poços tubulares rasos e profundos.

1. DADOS GERAIS DO MUNICÍPIO DE SAUBARA

Neste município são abastecidos pelo sistema integrado, o distrito-sede de Saubara além das localidades de Cabuçu e Bom Jesus dos Pobres.

1.1. Localização

O Município de Saubara está situado na Região do Paraguaçu, mais especificamente na Microrregião Homogênea de Santo Antônio de Jesus. Pertence à Região Administrativa de Santo Antônio de Jesus e à Região Econômica do Recôncavo Sul.

O Quadro 1 abaixo trás as informações dos indicadores geográficos do município:

QUADRO 1 – INDICADORES GEOGRÁFICOS DO MUNICÍPIO DE SAUBARA

ÁREA (km ²)	DISTÂNCIA DA SEDE EM RELAÇÃO A		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUDE
	SALVADOR	SEDE DA REGIÃO ADM. MAIS PRÓXIMA: FEIRA DE SANTANA	LATITUDE SUL	LONGITUDE OESTE	
158	96 Km	72	12° 44'	38° 47'	32 m

Fonte: IBGE, DERBA e SEI

O acesso ao Município de Saubara é feito por via pavimentada, a partir do Município de Santo Amaro. O Quadro 2, apresentado a seguir, indica as principais vias de acesso à sede do município.

QUADRO 2 – PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO AO MUNICÍPIO DE SAUBARA

MUNICÍPIO DE ORIGEM	VIAS DE ACESSO A SAUBARA	DISTÂNCIA (km)
Salvador	BA-096, BA-878, BR-324	96
Santo Amaro	BA-001	24

1.2. Caracterização Físico-Natural

O Município de Saubara está localizado na costa da Baía de Todos os Santos, possuindo um clima predominantemente úmido, com temperaturas que variam entre 21,09°C e 31,0°C e temperatura média de 25,4°C. O período de chuvas mais intensas compreende os meses de abril a junho, com precipitações médias anuais de 1.600 a 1.800 mm.

A vegetação típica da região é caracterizada por floresta ombrófila densa, e por formações pioneiras com influência fluviomarinha (mangue) arbórea.

O relevo é caracterizado pelos tabuleiros do Recôncavo e pelas planícies marinhas e fluviomarinhas.

A formação geológica da região é composta por folhelhos, arcóseos, arenitos, siltitos, conglomerados/brechas, depósitos fluviais e depósitos costeiros (areia de praia, dunas, mangues, terraços e cordões litorâneos).

A área em estudo pertence às bacias hidrográficas do Rio Subaé e do Rio Saubara. Os principais cursos d'água são o Rio Subaé, o Rio Traripe, o Riacho Sergi Mirim e o Rio Saubara.

1.2.1. Recursos Hídricos Subterrâneos

A sede municipal de Saubara está situada na borda oeste da bacia sedimentar do recôncavo e está assentada sobre sedimentos pertencentes a Formação Sergi, constituída de arenitos, folhelos e conglomerados. A região é também caracterizada por sedimentos pertencentes a Formação Itaparica e Candeias.

Os arenitos pertencentes a Formação Sergi constitui-se no principal aquífero da região fato este comprovado por meio dos poços tubulares profundos perfurados pela Embasa que apresentaram vazões significativas para a região e uma água de excelente qualidade.

1.3. Infra-Estrutura Urbana

Sistema Viário e Transporte

O transporte rodoviário para o Município de Saubara é realizado por coletivos de linha interurbana que utilizam a infra-estrutura da estação rodoviária existente no município.

Comunicação

O município dispõe de sistema de telefonia operado pela OI e de uma Agência do Correio.

Energia Elétrica

O município dispõe de serviços de energia elétrica prestados pela COELBA, que distribui energia com tensão de 220/117 volts. O município registra cerca de 4.599 consumidores de energia elétrica e um consumo de 5.475 Mwh.

Saneamento Básico e Saúde

O Município de Saubara é servido por um Sistema de Abastecimento de Água implantado e operado pela EMBASA. As unidades que compõem este sistema atualmente encontram-se defasadas e sem capacidade para suprir a demanda existente.

O município também dispõe de sistema público de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial. O sistema de esgotamento constitui-se basicamente de manilhas, implantadas pela prefeitura, para coletar e transportar o esgoto doméstico para um rio próximo, onde é lançado sem tratamento prévio. Segundo dados do Censo 2000, este sistema atende apenas a cerca de 11% dos domicílios particulares permanentes, sendo muito comum a utilização de fossas sépticas para o lançamento das excretas.

A limpeza de logradouros e a coleta de lixo são realizadas pela prefeitura diariamente.

O município de Saubara não dispõe de infra-estrutura sanitária adequada. Além disso, segundo dados do SEI, em 2001 existia apenas 1 estabelecimento de saúde no município, com um total de apenas 8 leitos.

1.4. Perfil Sócio-Econômico

Nível de Renda Familiar

O Quadro 3, apresentado a seguir, contém informações sobre a distribuição de renda familiar mensal do município.

QUADRO 3 – CHEFES DE DOMICÍLIOS POR NÍVEL DE RENDA – 2000

FAIXA DE SALÁRIO MÍNIMO	ATÉ 1	1 A 2	2 A 3	DE 3 A 5	DE 5 A 10	MAIS DE 10
Município de Saubara	62,28%	21,00%	5,50%	6,04%	4,00%	1,18%
Sede	62,40%	20,62%	5,80%	6,26%	4,07%	0,84%

FONTE: IBGE, Censo 2000

Educação

Segundo dados do Censo 2000, realizado pelo IBGE, a taxa de alfabetização da população do Município de Saubara com mais de 10 anos é de 83,6 %.

O município possui apenas um estabelecimento de ensino médio e 10 estabelecimentos que ministram o ensino fundamental, sendo que 8 deles estão localizados na zona urbana e 2 na zona rural.

Economia

A pesca é bastante explorada no município, porém a atividade de maior destaque é o turismo, que vem se expandindo rapidamente, estimulando o comércio e o crescimento das empresas de

alojamento e alimentação. As demais atividades econômicas (agropecuária e indústria) não merecem grande destaque: o município ocupa o 409º lugar no ranking de produção animal e o 392º lugar no índice de produção vegetal entre os municípios baianos.

O município vem atraindo um contingente cada vez maior de turistas e veranistas, o que vem contribuindo para o crescimento da localidade e o desenvolvimento do comércio e do setor de serviços.

1.5. População e Demanda

1.5.1. População

Com base em estudo demográfico realizado e numa análise de tendências para as localidades foram feitas as seguintes considerações:

- Para Saubara, Cabuçu e Bom Jesus dos Pobres foi adotada uma taxa de crescimento de 1,69% a.a.
- No estudo demográfico foram consideradas apenas as populações flutuantes das localidades de Saubara, Cabuçu e Bom Jesus dos Pobres, por apresentarem crescimento significativo. As taxas de crescimento adotadas foram as mesmas utilizadas para a população residente.

A projeção da população residente foi projetada até o ano de 2025 tendo como ponto de partida o número de economias residenciais existentes, multiplicado pela taxa de ocupação de cada localidade, fornecida pelo IBGE. A partir dessa consideração foi possível estimar a população atual de cada localidade.

O quadro 4 a seguir apresenta a projeção populacional para as localidades a serem atendidas pelo Sistema Integrado.

QUADRO 4 – PROJEÇÃO POPULACIONAL

LOCALIDADE	ANO	POPULAÇÃO RESIDENTE	POPULAÇÃO FLUTUANTE				TOTAL
			VERANISTA	HOTELEIRA	VISITANTE	TOTAL FLUT.	
Saubara	2010	11.296	2.149	115	955	3.219	14.515
	2015	12.284	2.336	125	1.039	3.500	15.784
	2020	13.357	2.541	136	1.130	3.806	17.163
	2025	14.525	2.763	148	1.228	4.139	18.664
Cabuçu	2010	7.919	5.243	374	2.627	8.244	16.163
	2015	8.611	5.701	406	2.857	8.964	17.575
	2020	9.364	6.199	442	3.107	9.748	19.112
	2025	10.182	6.741	481	3.378	10.600	20.782
Bom Jesus	2010	4.265	2.437	215	1.194	3.846	8.111
	2015	4.637	2.650	233	1.299	4.182	8.819
	2020	5.043	2.882	254	1.412	4.548	9.591

	2025	5.483	3.134	276	1.536	4.945	10.428
--	------	-------	-------	-----	-------	-------	--------

1.5.2. Demanda

O valor do consumo *per capita* adotado foi calculado com base no estudo do consumo médio de um ano em cada uma das localidades que serão atendidas, exceto para as localidades de Bângala e Monte Cristo, para as quais não existem dados de consumo disponíveis.

Foram adotados os seguintes valores:

Per Capita - População Residente

Saubara, Cabuçu e Bom Jesus dos Pobres 130 l/hab.dia

Per Capita – População Flutuante

População Veranista e Hoteleira 130 l/hab.dia

População Visitante 50 l/hab.dia

No Quadro 5 encontram-se discriminadas as demandas de projeto de cada uma das localidades do Sistema de Saubara.

QUADRO 5 – DEMANDAS DE PROJETO

LOCALIDADE	ANO	DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (l/s)					
		POPULAÇÃO RESIDENTE	POPULAÇÃO FLUTUANTE			TOTAL	TOTAL
			VERANIST.	HOTELEIR.	VISITANT.		
Saubara	2010	20,40	3,88	0,21	0,66	4,75	25,15
	2015	22,18	4,22	0,23	0,72	5,17	27,35
	2020	24,12	4,59	0,25	0,78	5,62	29,73
	2025	26,23	4,99	0,27	0,85	6,11	32,33
Cabuçu	2010	14,30	9,47	0,67	1,82	11,97	26,26
	2015	15,55	10,29	0,73	1,98	13,01	28,56
	2020	16,91	11,19	0,80	2,16	14,15	31,06
	2025	18,38	12,17	0,87	2,35	15,38	33,77
Bom Jesus	2010	7,70	4,40	0,39	0,83	5,62	13,32
	2015	8,37	4,79	0,42	0,90	6,11	14,48
	2020	9,11	5,20	0,46	0,98	6,64	15,75
	2025	9,90	5,66	0,50	1,07	7,22	17,12

2. SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE SAUBARA

2.1 Caracterização Física e Operacional

Manancial

O Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Saubara utiliza as águas do Rio Grande, de regime permanente, para suprir a demanda das localidades atendidas por este sistema.

Durante o verão a capacidade de atendimento do SIAA de Saubara fica bastante limitada devido à redução considerável da vazão do manancial e ainda ao acréscimo significativo da demanda em função do aumento de visitantes e veranistas neste período do ano.

Captação

Para garantir um nível de água adequado para a captação no Rio Grande, foi construído um pequeno barramento feito de sacos de areia.

A captação é realizada através de duas bombas submersíveis, de baixo recalque, que operam em paralelo e sem reserva, com capacidade para recalcar um total de 40l/s, a partir de um poço de sucção existente nas margens do Rio Grande. De acordo com os dados do COPAE - Controle Operacional de Água e Esgoto de Maio/2004, o sistema opera em média 24 h/dia, recalcando uma vazão de cerca de 3.496 m³/dia (40,5l/s).

Para complementar a vazão do Rio Grande foram perfurados dois poços na região, cujas características encontram-se apresentadas a seguir:

QUADRO 6 – CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS E DOS CONJUNTOS ELEVATÓRIOS

POÇO	CSB I	CSB II
DIÂMETRO (mm)	200	200
NÍVEL ESTÁTICO – NE (m)	10	26
NÍVEL DINÂMICO – ND (m)	38	46
VAZÃO (l/s)	2,0	8,0
MOTOR BOMBA	CSB I	CSB II
ALTURA MANOMÉTRICA (m)	92	107
POTENCIA (cv)	8	10
VAZÃO (l/s)	3,88	10

Fonte: EMBASA

O poço CSB I está localizado em Cabuçu e abastece cerca de 120 casas, operando diariamente das 8:00 às 17:00 horas.

O Poço CSB II está localizado em Bom Jesus dos Pobres e é o responsável pelo abastecimento desta cidade. A água do CSB II é recalcada para uma Estação de Tratamento de Água, do tipo compacta de pressão, localizada na mesma área onde foi perfurado o poço. Após o tratamento, a água é bombeada diretamente para a rede de distribuição de Bom Jesus e para um reservatório de 50 m³, que atualmente é utilizado apenas para lavagem desta ETA.

O CSB II fornece cerca de 8,0 l/s, operando 7h/dia na baixa estação e 24h/dia na alta estação.

Adutora de Água Bruta

Esta unidade possui 270m de extensão entre a captação e a Estação de Tratamento de Água de Saubara e encontra-se dividida em dois trechos, conforme descrito a seguir:

QUADRO 7 – CARACTERÍSTICAS DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

TRECHO	REGIME	DN (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)	
AAB-1	Captação – EEAB	Recalque	150	FoFo	70
AAB-2	EEAB – ETA	Recalque	200	FoFo	200
TOTAL				270	

EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta

ETA – Estação de Tratamento de Água

Estação Elevatória de Água Bruta

A Estação Elevatória de Água Bruta abriga três conjuntos moto-bomba idênticos, dois deles funcionando em paralelo e um de reserva. Os dois conjuntos recalcam uma vazão média de 144m³/h (40 l/s) para a Estação de Tratamento de Água de Saubara. As características dos conjuntos encontram-se descritas no Quadro 8 abaixo:

QUADRO 8 – CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS DOS CONJUNTOS ELEVATÓRIOS

CARACTERÍSTICAS	2 BOMBAS + 1 RESERVA
Vazão	20 l/s
Potência	50 cv
AMT	80 m.c.a

O poço de sucção da EEAB possui uma câmara para decantação da areia arrastada pelas bombas submersíveis da captação, funcionando também como desarenador.

Estação de Tratamento de Água

O tratamento da água captada no Rio Grande é realizado por uma Estação de Tratamento de Água do tipo filtro russo, localizada na cidade de Saubara. Esta unidade é composta por oito filtros, com capacidade para tratar 40l/s. Opera cerca de 24h por dia, com produção média de 2.833m³/dia (32,79 l/s).

Na área da ETA também estão localizados um reservatório elevado de 50 m³ (RED-1), um reservatório apoiado de distribuição de 200m³ (RAD-1) e a Casa de Química, cujas instalações necessitam de melhorias.

Adutoras de Água Tratada

Do reservatório de 200m³ (RAD-1), localizado na área da ETA de Saubara, derivam a linha tronco da rede de distribuição que abastece a cidade de Saubara e duas adutoras de água tratada, conforme especificado a seguir:

QUADRO 9 – CARACTERÍSTICAS DAS ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA

ADUTORA – DO RAD1 ATÉ ACUPE		DN	MATERIAL	EXTENSÃO (m)
AAT-1	RAD-1 (Saubara) – Derivação p/ Itapema	200	FoFo	3.500
AAT-2	Derivação p/ Itapema – RAD-2 (Acupe)	150	PVC-CL 12	2.900
TOTAL				6.400

ADUTORA – DO RAD1 ATÉ BOM JESUS		DN	MATERIAL	EXTENSÃO (m)
AAT-3	RAD-1 (Saubara) – Derivação p/ Cabuçu	150	FoFo K-7	900
		150	PVC-CL 12	3.500
AAT-4	Derivação p/ Cabuçu – RAD – 4 (Bom Jesus)	100	PVC-CL 12	3.200
TOTAL				7.600

O registro existente no início do trecho que segue para Bom Jesus dos Pobres (AAT-4) vem sendo mantido fechado, pois esta localidade vem sendo abastecida a partir do poço CSB II, conforme descrito anteriormente.

Reservação

Na área da Estação de Tratamento de Água de Saubara está localizado um reservatório apoiado de distribuição de 200m³ de capacidade (RAD-1), responsável por alimentar o reservatório de lavagem dos filtros da ETA (RED-1) e os sistemas de distribuição das localidades atendidas pelo Sistema Integrado de Saubara.

O RED-1 foi projetado apenas para a lavagem da ETA, embora também esteja sendo utilizado para abastecimento da zona alta de Saubara.

Em Cabuçu existe um reservatório apoiado de 100 m³, o RAD-3.

Em Bom Jesus dos Pobres existe um reservatório apoiado com capacidade de 50 m³, o RAD-4, que atualmente vem sendo utilizado apenas para lavagem da ETA localizada nesta cidade.

Redes de Distribuição

As características das redes de distribuição encontram-se apresentadas no Quadro 10 abaixo:

QUADRO 10 - REDES DE DISTRIBUIÇÃO

LOCALIDADE	DIÂMETRO (mm)	EXTENSÃO (m)
SAUBARA	32	2.837
	50	3.314
	75	263
	100	239
	150	1.230
TOTAL		7.883
CABUÇU	50	12.545
	100	3.534
	150	204
TOTAL		16.283m
BOM JESUS	32	1.091
	50	2.379
	75	219
	100	1.318

	TOTAL	5.007
--	--------------	--------------

O sistema registra perdas em diversas unidades, que chegam a 18,7% no Sistema Produtor e no Sistema de Tratamento, porém devido a intermitência no abastecimento os índices de perda na rede de distribuição são muito baixos..

Os Índices de Atendimento do SIAA de Saubara são bastante elevados e encontram-se discriminados a seguir:

QUADRO 11 – ÍNDICES DE ATENDIMENTO

LOCALIDADE	ÍNDICE DE ATENDIMENTO
Saubara	99,87 %
Cabuçu	99,85 %
Bom Jesus	99,59 %

3. JUSTIFICATIVAS PARA A INTERVENÇÃO NO SISTEMA

A implantação do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Saubara visa a regularização do fornecimento de água potável para as localidades atualmente abastecidas pelo SIAA de Saubara.

A captação do sistema existentes encontra-se em estado bastante precário. O manancial utilizado para o abastecimento de água não dispõe de vazão suficiente para satisfazer à demanda e encontra-se bastante assoreado. Mesmo com a construção de barramentos, a altura d'água não é suficiente para a captação, prejudicando os sistemas de recalque.

Dessa forma o sistema implantado visou em um caráter emergencial a perfuração de mais 4 poços profundos, visto que, a previsão do fluxo turístico na região para o verão 2009/2010 era de total ocupação da sede municipal e localidades e eminente a situação de problemas de falta de água, mesmo com a implantação do sistema de manobras na rede distribuidora já adotada.

3.1 Alternativas para ampliação emergencial do sistema de Saubara

Visando melhorar a situação do abastecimento de água da sede municipal de Saubara e localidades para o verão de 2009/2010 foram analisadas 02 (duas) alternativas:

1. Abastecimento pela derivação de Pedra do Cavalo

Seria elaborada uma derivação na adutora de água bruta do sistema de Pedra do Cavalo necessitando da construção de aproximadamente 30 km de adutora, além de ampliação na estação de tratamento. A estimativa de valor da obra era de R\$ 2 milhões de reais.

2. Abastecimento por poços tubulares profundos

Essa alternativa representa a perfuração de 4 (quatro) poços na região que poderiam complementar a vazão do sistema de forma a aumentar a produção de água. Uma das vantagens desse sistema se baseou em não ser necessário a ampliação da Estação de Tratamento de Água de Saubara, visto que, o tratamento pelos poços seria apenas “simples desinfecção”. As linhas adutoras também possuiriam menor extensão devido a proximidade dos poços locados das localidades a serem atendidas.

A perfuração dos poços incluindo equipamentos, e linhas adutoras representou um valor de aproximadamente R\$ 500 mil reais.

No que diz respeito a qualidade da água dos mananciais os poços perfurados e equipados apresentaram vazões bem acima das expectativas (mais de 100% das vazões esperadas para a região) e trouxeram um acréscimo de oferta de quase 50% ao sistema produtor.

Seguem abaixo as principais características do aquífero Sergi nesta região:

- 1) Vazão média dos poços – 24,3 m³/h
- 2) Capacidade Específica – 0,508 m³/h
- 3) Cota média dos níveis piezométricos dos poços situados nos vales – 0,62 m
- 4) Cota média dos níveis piezométricos dos poços situados nos pontos altos – 25,0 m

A qualidade do aquífero Sergi é de excelente qualidade, ideal para o abastecimento humano com valor médio dos seguintes parâmetros físico-químicos:

- cloretos de 19,8 mg/l,
- ferro de 1,8 mg/l
- dureza 93,1 mg CaCO₃/l

Segue no quadro 12 as características dos poços perfurados.

QUADRO 12 – CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS E DOS CONJUNTOS ELEVATÓRIOS

POÇO	Poço Saubara I	Poço Saubara II	Poço Cabuçu II	Poço Bom Jesus II
DIÂMETRO DE PERFURAÇÃO (mm)	14”	14”	14”	14”
DIÂMETRO DE COMPLETAÇÃO	8”	8”	8”	8”
MATERIAL	Revestimento e filtro geomecânicos reforçados			
PROFUNDIDADE	91,60	196,00	181,00	194,50

NÍVEL ESTÁTICO – NE (m)	0,93	0,32	37,91	14,00
NÍVEL DINÂMICO – ND (m)	29,42	71,07	95,04	70,90
VAZÃO (m ³ /h)	24,00	26,40	13,65	33,00

Fonte: EMBASA

4. CONCLUSÕES

Na situação apresentada devido ao caráter emergencial ficou patente a vantagem do ponto de vista técnico e econômico a utilização do aproveitamento do manancial subterrâneo por meio da perfuração dos poços tubulares profundos sobre a alternativa do aumento da oferta por meio de manancial superficial.

Um outro aspecto a ser considerado são que todos os poços perfurados apresentaram vazões bem acima das expectativas, seja do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo resolvendo parcialmente os problemas de abastecimento de água do verão 2009/2010.

O ganho financeiro da Empresa foi em torno de R\$ 1 milhão de reais com a alternativa escolhida com abastecimento por meio de poços tubulares profundos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBASA – Controle Operacional de Água e Esgoto – COPAE. 2008 e 2009.

CASCAES, O.S.F e CORTÊS, S.B – Logística operacional na perfuração de poços tubulares no Estado da Bahia, Companhia de Engenharia Ambiental da Bahia, 1984.

CUSTÓDIO, E & LLAMAS, M.R. – Hidrologia Subterrânea. Tomos I e II, Ediciones Omega S/A, Barcelona, 1983.

RAGNATH, H.M. – Groud Water. John Wiley e Sons., Incs New York, 1982, 456 p.