

## 27º Encontro AESABESP

### SISTEMA DE ABASTECIMENTO ÁGUA POTÁVEL DO BAIRRO RIBEIRÃO GRANDE, NO MUNICÍPIO DE PINDAMONHANGABA – SP

#### **Sergio Roberto da Silva Santos** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil. Gerente do Setor Técnico de Operação da Sabesp Pindamonhangaba. Com graduação em Engenharia Civil na Unitau. MBA em Gestão Empresarial na FGV. Outros cursos Diversos de especialização na Universidade Empresarial Sabesp.

#### **Adriana Abud Kesilis**

Analista em Gestão no Setor Técnico de Operação da Sabesp Pindamonhangaba. Tecnóloga em Construção Civil pelo Mackenzie e Pós-graduada em Gestão Empresarial na FESP.

#### **Cícero José Azevedo Homem de Melo**

Técnico de Sistemas de Saneamento no Setor Técnico de Operação da Sabesp Pindamonhangaba. Com diversos cursos de especialização na Universidade Empresarial da Sabesp.

#### **Alberto José Silva Marcondes**

Engenheiro Civil no Setor Técnico de Operação da Sabesp Pindamonhangaba.

#### **Marcos Antônio de Sousa**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Graduado pela Universidade de Taubaté, Pós-Graduado em Gestão Ambiental pela Faculdade Salesiana. Engenheiro no Setor Técnico de Operação da Sabesp Pindamonhangaba.

#### **José Eduardo Barbosa**

Agente de Sistemas de Saneamento no Setor Técnico de Operação da Sabesp Pindamonhangaba.

#### **Alexandre Vieira Bustamante**

Agente de Sistemas de Saneamento no Setor Técnico de Operação da Sabesp Pindamonhangaba.

#### **Carlos Benedito da Silva**

Líder no Agente de Sistemas de Saneamento no Setor Técnico de Operação da Sabesp Pindamonhangaba.

#### **Harold Paulo de Abreu Filho**

Encarregado no Setor Técnico de Operação da Sabesp Pindamonhangaba.

<sup>(1)</sup>Rua Capitão Alfredo César 200 – Cep 12.400-150 - Vila Nair - Pindamonhangaba – SP / Telefone: (12) 3644 4262 / E-mail: srssantos@sabesp.com.br

## RESUMO

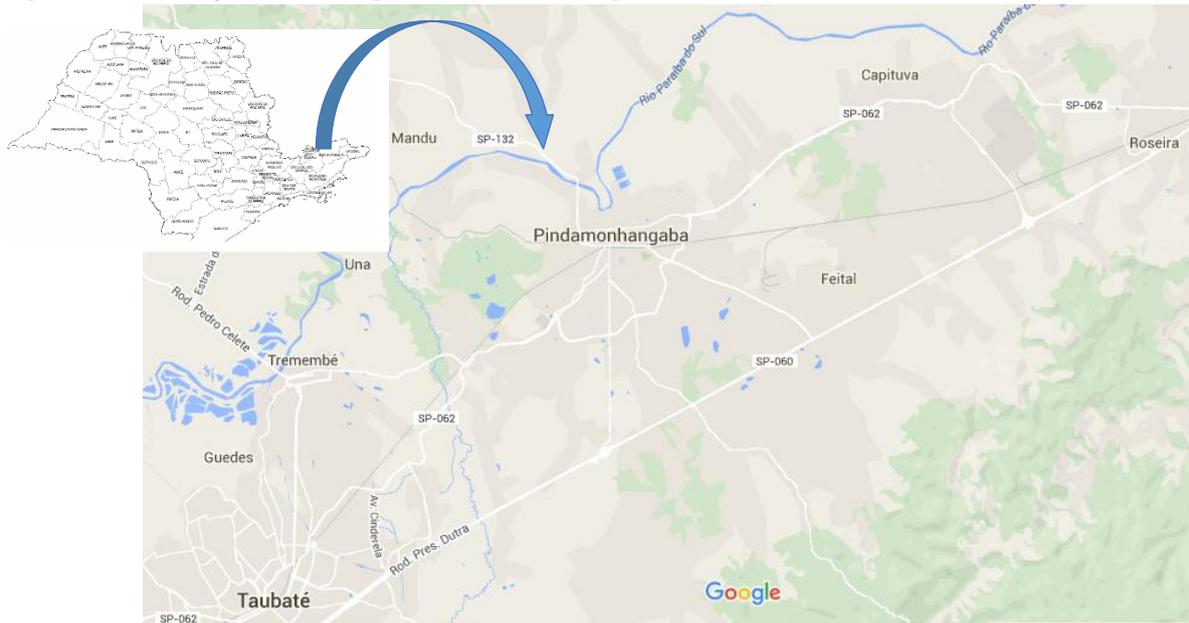
Em função da topografia acidentada e a distância entre o Bairro Ribeirão Grande ao sistema produtor existente do município e considerando as condições técnicas, operacionais e econômicas, adotou-se por um sistema isolado constituído de poço profundo (aquífero subterrâneo), tratamento, reservação e distribuição. O projeto do sistema de abastecimento de água potável adotado foi tecnicamente de baixa complexidade, porém com foco em novas tecnologias de mercado em saneamento visando garantir a quantidade e qualidade da água tratada e distribuída, monitoramento dos sistemas instalados, controle efetivo das perdas e o gerenciamento do sistema à distância via CCO (Centro de Controle Operacional).

**PALAVRAS CHAVES:** ABASTECIMENTO DE ÁGUA, SISTEMA ISOLADO, TUBOS PEAD

## INTRODUÇÃO

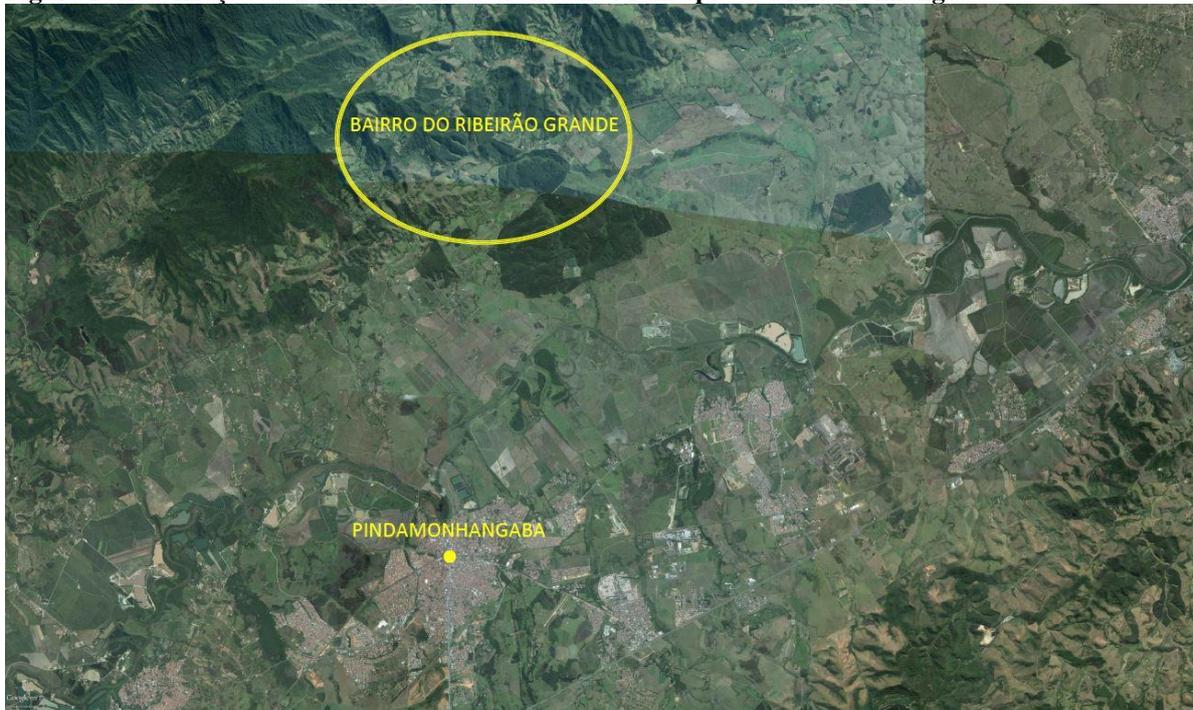
Também conhecido como Núcleo Turístico do Ribeirão Grande, o bairro Ribeirão Grande está localizado no Município de Pindamonhangaba em área rural, distante cerca de 25 km do Centro urbano do Município. Localizado junto à Serra da Mantiqueira, próximo ao Pico do Itapeva. A economia da região é movida pela agropecuária e o turismo, que em função das belezas topográficas do local, e pelas águas cristalinas que nascem na Serra da Mantiqueira, formando o Ribeirão Grande que dá nome ao Bairro.

**Figura 1: Localização do Município de Pindamonhangaba**



Mesmo diante da aparente abundância de água, a comunidade do bairro era abastecida por água sem nenhum tratamento físico, químico ou bacteriológico, advinda de sistemas individuais, poços (cacimbas) e minas d'água. Porém, sem garantia de potabilidade devido ao risco de contaminação, em função de fossas sépticas e criação de bovinos. Além do comprometimento da qualidade da água, a população local sofria com as frequentes estiagens, culminando ainda com a situação hídrica dos últimos anos. A Sabesp, para atender à demanda do bairro Ribeirão Grande, reuniu-se com a comunidade e seus representantes, para elaborar um cadastro dos interessados e definir a área de abrangência do projeto. Foram cadastrados 130 (cento e trinta) interessados atingindo uma população de 520 (quinhentos e vinte) habitantes.

**Figura 2: Localização do Bairro Ribeirão Grande no Município de Pindamonhangaba**



## OBJETIVO

O presente trabalho visa apresentar as alternativas e solução adotada para o sistema de abastecimento de água para o atendimento a comunidade do bairro Ribeirão Grande, visando um sistema que garantisse baixo custo de implantação, operação, manutenção e o acompanhamento/controlado do sistema.

## METODOLOGIA DO ESTUDO

Após o levantamento dos imóveis e população a serem atendidas os próximos passos foram estudar quais as alternativas técnicas que viabilizassem o abastecimento de água no bairro do Ribeirão Grande.

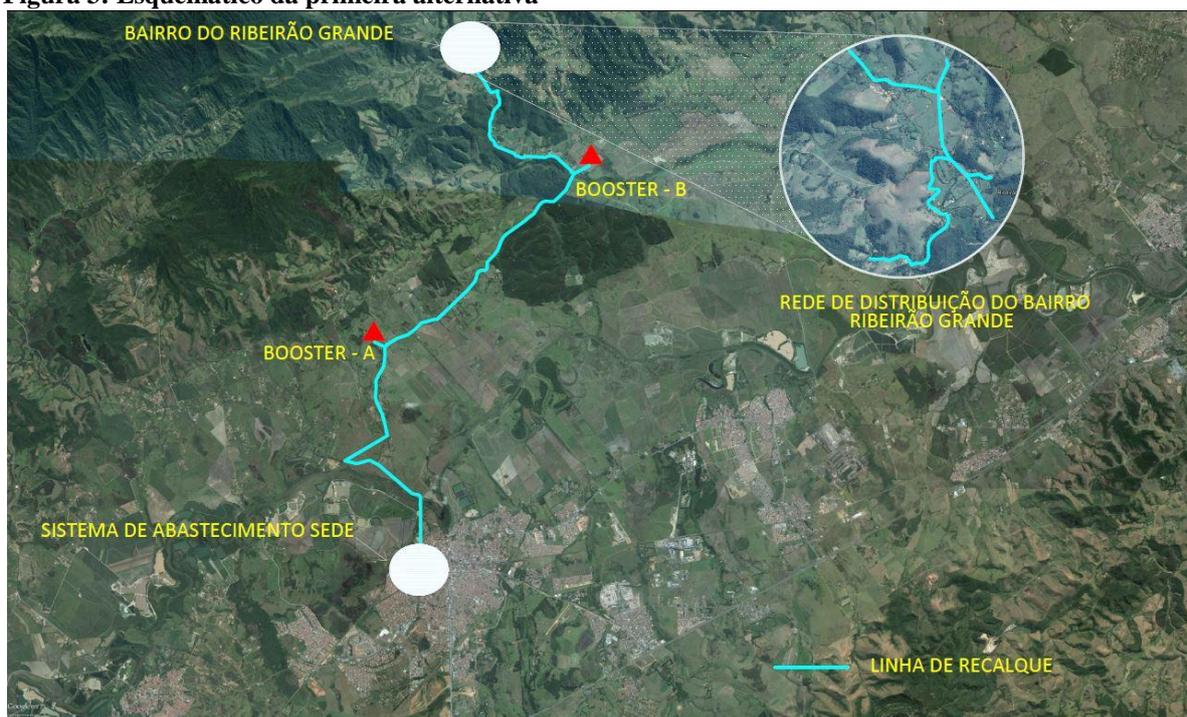
A **primeira alternativa** estudada foi o abastecimento de água potável através de interligação ao sistema de abastecimento existente do município, tecnicamente viável, considerando:

- Superar uma distância de aproximadamente 25 km (vinte e cinco) do sistema existente ao bairro do Ribeirão Grande.
- Superar uma estrada asfaltada, com curvas sinuosas e uma topografia com elevadas variações de cotas.
- Projetos hidráulicos e de elevatórias.
- Estudo de transiente hidráulico.
- Implantação de redes hidráulicas.
- Instalações de dispositivos de proteção hidráulicos e mecânicos.
- Instalações de estação elevatórias de água em série.
- Liberação e urbanização de áreas.
- Aprovação de projetos de ocupação longitudinal e transversal junto ao Departamento de Estradas de Rodagem (DER).
- Sistemas de distribuição de água interno do bairro:
  1. Projetos
  2. Reservação
  3. Booster
  4. Medidor de vazão (macro medidor)
  5. Redes de distribuição
  6. Ligações domiciliares
  7. Liberação e urbanização de áreas.
- Automação.
- Custos operacionais.

**Tabela 1: Custos de implantação do projeto da alternativa 1, considerando mão de obra e materiais.**

ESTUDOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA RIBEIRÃO GRANDE - 1ª OPÇÃO (Sede)				
	Unid.	Preço Unit.(R\$)	Quant.	Total (R\$)
PROJETO HIDRAULICO LINHA DE RECALQUE E PROJETO DER	Gb	22.000,00	1,00	22.000,00
LINHA DE RECALQUE DEFOFO Ø 150MM (SISTEMA SEDE PARA O BAIRRO)	M	123,52	26.000,00	3.211.520,00
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA (3 UNIDADES)	Gb	160,00	3,00	480,00
RESERVATÓRIO	Unid.	64.500,00	1,00	64.500,00
LIBERAÇÃO E URBANIZAÇÃO DA ÁREA / UNIDADES OPERACIONAIS	Gb	164.337,64	1,00	164.337,64
BOOSTER	Unid.	15.334,00	1,00	15.334,00
MATERIAIS TUBOS PEAD Ø DE 63MM (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	M	13,03	435,00	5.668,05
MATERIAIS TUBO PEAD Ø DE 90MM (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	M	26,38	450,00	11.871,00
MATERIAIS TUBO PEAD Ø DE 110MM (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	M	39,13	4.710,00	184.302,30
EQUIPAMENTOS ELÉTROMECÂNICOS E AUTOMAÇÃO	Gb	115.000,00	1,00	115.000,00
LIGAÇÕES DOMICILIARES DE ÁGUA	Unid.	253,52	130,00	32.957,60
MAÃO DE OBRA DE IMPLANTAÇÃO (AUTOMAÇÃO E REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	Gb	89.424,48	1,00	89.424,48
CUSTO OPERACIONAL ( ENERGIA, PRODUTOS QUÍMICOS, MÃO DE OBRA)	mês	6.350,00	1,00	6.350,00
<b>VALOR TOTAL DA OBRA</b>				<b>3.923.745,07</b>
<b>CUSTO POR LIGAÇÃO</b>				<b>R\$ 30.182,65</b>

**Figura 3: Esquemático da primeira alternativa**



A **segunda alternativa** estudada foi o abastecimento de água potável através da instalação de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), com o aproveitamento do manancial superficial do Ribeirão Grande, tecnicamente viável, considerando:

- Estudo de vazão do manancial do Ribeirão Grande.
- Análise física, química e bacteriológica do manancial do Ribeirão Grande.
- Projeto da tomada de água bruta junto ao Ribeirão Grande.
- Solicitação de outorga junto ao DAEE.
- Estudos ambientais e compensação.
- Licença de instalação e operação (LI) e (LO).
- Liberação e urbanização de áreas.
- Execução da tomada de água bruta junto ao Ribeirão Grande.
- Projeto e implantação: canal de água bruta, caixa de areia e poço de sucção.
- Instalação de estação de tratamento de água compacta, tipo convencional (floculação, decantação e filtração).
- Casa de química.
- Reservação.
- Booster.
- Redes de distribuição.
- Ligações domiciliares de água.
- Medidor de vazão (macro medidor).
- Automação.
- Custos operacionais.

**Tabela 2: Custos de implantação do projeto da alternativa 2, considerando mão de obra e materiais.**

ESTUDOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA RIBEIRÃO GRANDE - 2ª OPÇÃO (ETA Compacta)				
	Unid.	Preço Unit. (R\$)	Quant.	Total (R\$)
PROJETO CAPTAÇÃO, ADUÇÃO E LICENCIAMENTOS	Gb	33.660,00	1,00	33.660,00
COMPENSAÇÕES AMBIENTAIS	Gb	34.336,44	1,00	34.336,44
BARRAGEM, CANAL DE CAPTAÇÃO, LINHA DE RECALQUE ÁGUA BRUTA	Gb	476.346,33	1,00	476.346,33
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA	Unid.	56.437,20	1,00	56.437,20
ETA COMPACTA (3 L/S)	Unid.	92.660,00	1,00	92.660,00
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	Unid.	13.334,30	1,00	13.334,30
RESERVATÓRIO	Unid.	64.500,00	1,00	64.500,00
BOOSTER	Unid.	15.334,00	1,00	15.334,00
EQUIPAMENTOS ELÉTROMECÂNICOS E AUTOMAÇÃO	Gb	65.000,00	1,00	65.000,00
URBANIZAÇÃO DE ÁREA / UNIDADES OPERACIONAIS	Gb	206.278,00	1,00	206.278,00
MÃO DE OBRA DE IMPLANTAÇÃO (AUTOMAÇÃO E REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	Gb	89.424,48	1,00	89.424,48
MATERIAIS TUBOS PEAD Ø DE 63MM (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	M	13,03	435,00	5.668,05
MATERIAIS TUBO PEAD Ø DE 90MM (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	M	26,38	450,00	11.871,00
MATERIAIS TUBO PEAD Ø DE 110MM (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	M	39,13	4.710,00	184.302,30
LIGAÇÕES DOMICILIARES DE ÁGUA	Unid.	253,52	130,00	32.957,60
CUSTO OPERACIONAL ( ENERGIA, PRODUTOS QUÍMICOS, MÃO DE OBRA)	MÊS	9.230,00	1,00	9.230,00
<b>VALOR TOTAL DA OBRA</b>				<b>1.391.339,70</b>
<b>CUSTO POR LIGAÇÃO</b>				<b>R\$ 10.702,61</b>

**Figura 4: Esquemático da segunda alternativa**



A terceira alternativa estudada e adotada foi o abastecimento de água potável através da exploração de aquífero (poço profundo), tratamento, reservação e distribuição, tecnicamente viável, considerando:

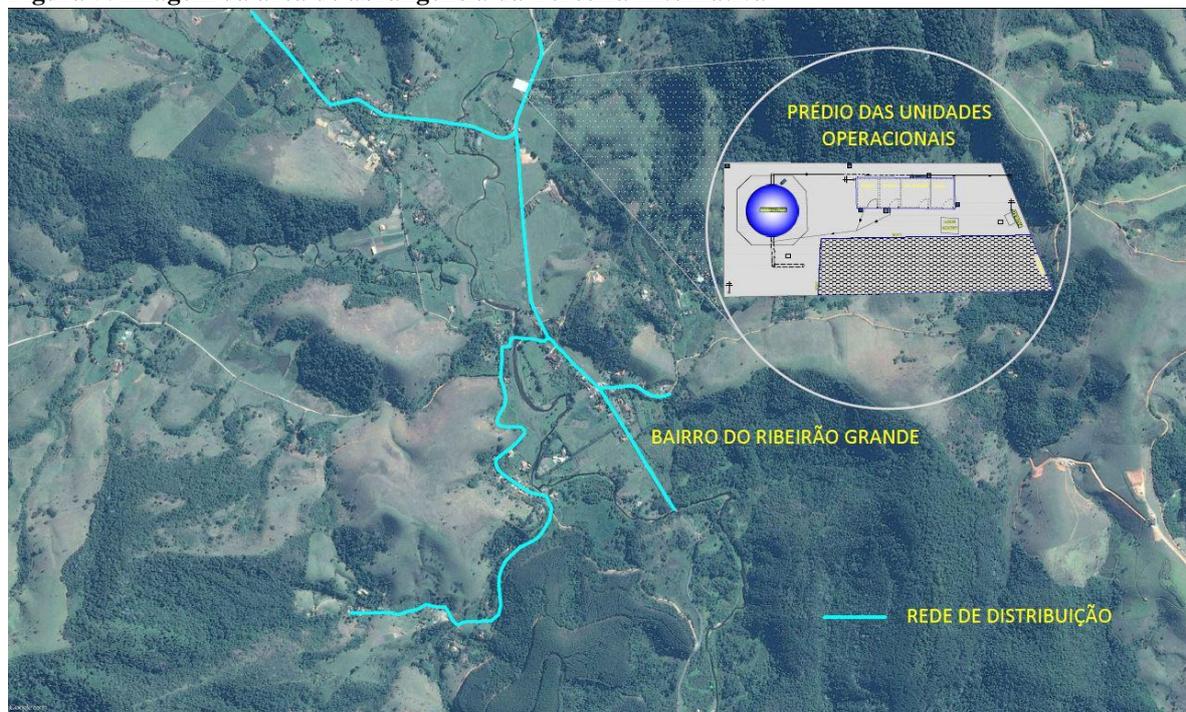
- Liberação e urbanização de áreas.
- Estudo geológico.
- Projeto de poço profundo.
- Solicitação de outorga junto ao DAEE.
- Perfuração e equipagem de poço profundo.
- Reservação.

- Casa de química.
- Booster.
- Redes de distribuição.
- Ligações domiciliares de água.
- Medidor de vazão (macro medidor).
- Automação.
- Custos operacionais.

**Tabela 3: Custos de implantação do projeto da alternativa 3, considerando mão de obra e materiais.**

ESTUDOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA RIBEIRÃO GRANDE - 3ª OPÇÃO (Poço Profundo)				
	Unid.	Preço Unit. (R\$)	Quant.	Total (R\$)
ESTUDO GEOLÓGICO / PROJETO DE POÇO PROFUNDO	Gb	8.600,00	1,00	8.600,00
PERFURAÇÃO DE POÇO	Gb	47.878,41	1,00	47.878,41
LIBERAÇÃO E URBANIZAÇÃO DA ÁREA / UNIDADES OPERACIONAIS	Gb	175.366,70	1,00	175.366,70
EQUIPAGEM ELETROMECANICA DO POÇO	Unid.	12.332,70	1,00	12.332,70
RESERVATÓRIO	Unid.	64.500,00	1,00	64.500,00
BOOSTER	Unid.	9.431,70	1,00	9.431,70
EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO	Gb	43.235,45	1,00	43.235,45
MATERIAIS TUBOS PEAD Ø DE 63MM (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	M	13,03	435,00	5.668,05
MATERIAIS TUBO PEAD Ø DE 90MM (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	M	26,38	450,00	11.871,00
MATERIAIS TUBO PEAD Ø DE 110MM (REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	M	39,13	4.710,00	184.302,30
MAÃO DE OBRA DE IMPLANTAÇÃO (AUTOMAÇÃO E REDES DE DISTRIBUIÇÃO)	Gb	89.424,48	1,00	89.424,48
LIGAÇÕES DOMICILIARES DE ÁGUA	Unid.	253,52	130,00	32.957,60
CUSTO OPERACIONAL ( ENERGIA, PRODUTOS QUÍMICOS, MÃO DE OBRA)	MÊS	4.150,00	1,00	4.150,00
<b>VALOR TOTAL DA OBRA</b>				<b>689.718,39</b>
<b>CUSTO POR LIGAÇÃO</b>				<b>R\$ 5.305,53</b>

**Figura 5: Imagem da área de abrangência da Terceira Alternativa**



**Tabela 4: Comparativo dos custos das 3 alternativas estudadas.**

<b>COMPARATIVO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DAS OPÇÕES DE ATENDIMENTO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO BAIRRO RIBEIRÃO GRANDE</b>			
	Custo total da Obra	Custo por ligação	Retorno do investimento em meses ( sem correções e custo operacional)
1ª alternativa (Sede)	R\$ 3.923.745,07	R\$ 30.182,65	649 meses (54 anos)
2ª alternativa(ETA Compacta)	R\$ 1.391.339,70	R\$ 10.702,61	271 meses (22 anos)
3ª alternativa(Poço Profundo)	R\$ 689.718,39	R\$ 5.305,53	134 meses (11 anos)

A opção em abastecer pelo sistema sede, tornou-se inviável financeiramente pelo alto custo na implantação da obra, operacionalidade, manutenção e alto custo com energia elétrica.

A opção em implantar um sistema convencional de tratamento, através de uma ETA compacta tornou-se também inviável em função do custo da implantação da obra, operacionalidade, manutenção, energia elétrica e produto químico.

A terceira opção tornou-se viável em relação às demais alternativas, devido ao menor custo de implantação da obra e operação do sistema.

## **PROJETO E IMPLANTAÇÃO**

O Setor Técnico de Pindamonhangaba adotou como alternativa técnica e econômica mais favorável para o atendimento com abastecimento de água ao bairro do Ribeirão Grande o sistema composto por poço profundo, tratamento, reservação e distribuição.

### **1. Projetos e Implantação do Sistema de Abastecimento de Água**

#### **1.1. Projeto, Perfuração, Teste de Performance e Equipagem do Poço Profundo**

**Dados Geológicos:** Afloram na área rochas do Embasamento Cristalino, do Pré-cambriano – Complexo Embu, litologicamente constituído por migmatitos heterogêneos, com paleossoma xistoso, gnáissico ou anfibolítico.

Nos vales ocorre a Cobertura Cenozóica Indiferenciada, constituída por sedimentos pouco consolidados, incluindo argilas, siltes e arenitos finos argilosos com raros e pequenos níveis de cascalho.

Junto às drenagens estão os sedimentos aluvionares – areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalhos fluviais subordinadamente, em depósitos de calha e/ou terraços.

A região apresenta forte orientação estrutural NE-SW, ao norte da área temos a falha de Jundiuvira nesta direção.

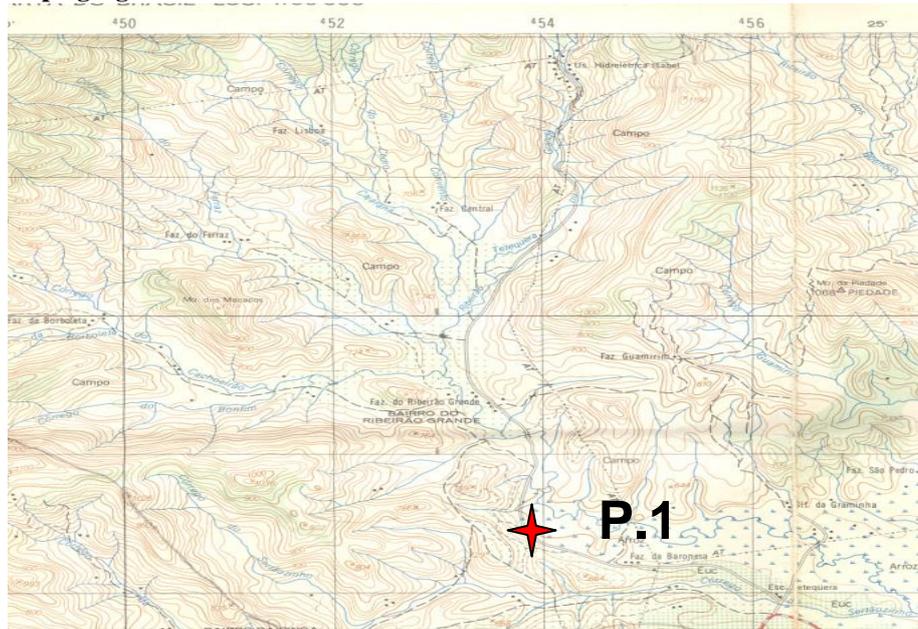
Localmente ocorre um alinhamento de drenagem com direção perpendicular ao *trend* regional, onde se encaixa o córrego da Cachoeirinha.

**Aquífero:** A ocorrência de água subterrânea foi condicionada à existência de zonas de descontinuidade nas rochas que permitam o acúmulo e fluxo da água subterrânea.

**Captação de água subterrânea:** O poço foi perfurado na cota de 615 m, com 200 m de profundidade com vazão de exploração em torno de 6,00 m<sup>3</sup>/h.

**Localização: Município:** Pindamonhangaba – Ribeirão Grande P.1

**Figura 6: Mapa geográfico**



**REFERENCIA: Folha Topográfica - IBGE- nº284 – Pindamonhangaba - SF-23-Y-B-VI- 3**

**Legenda:**

	- Ponto de perfuração	<b>Escala 1: 50.000</b>
	Coordenadas UTM: 7478,74 N e 453,49 W	Cota: 615 m

**7410**

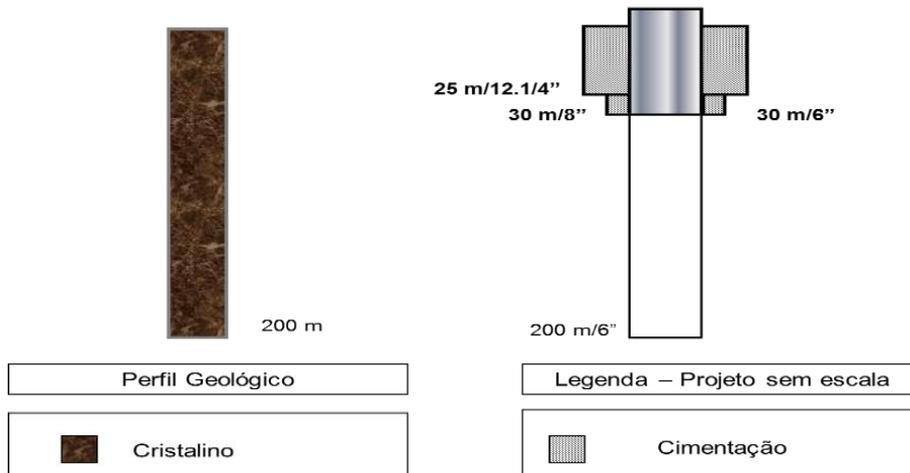
**Projeto esquemático:**

Profundidade	diâmetro	espessura	litologia
200 m	6”(152 mm)	200 m	rocha cristalina

**ANEXO V 3/5**

**PROJETO ESQUEMÁTICO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO**

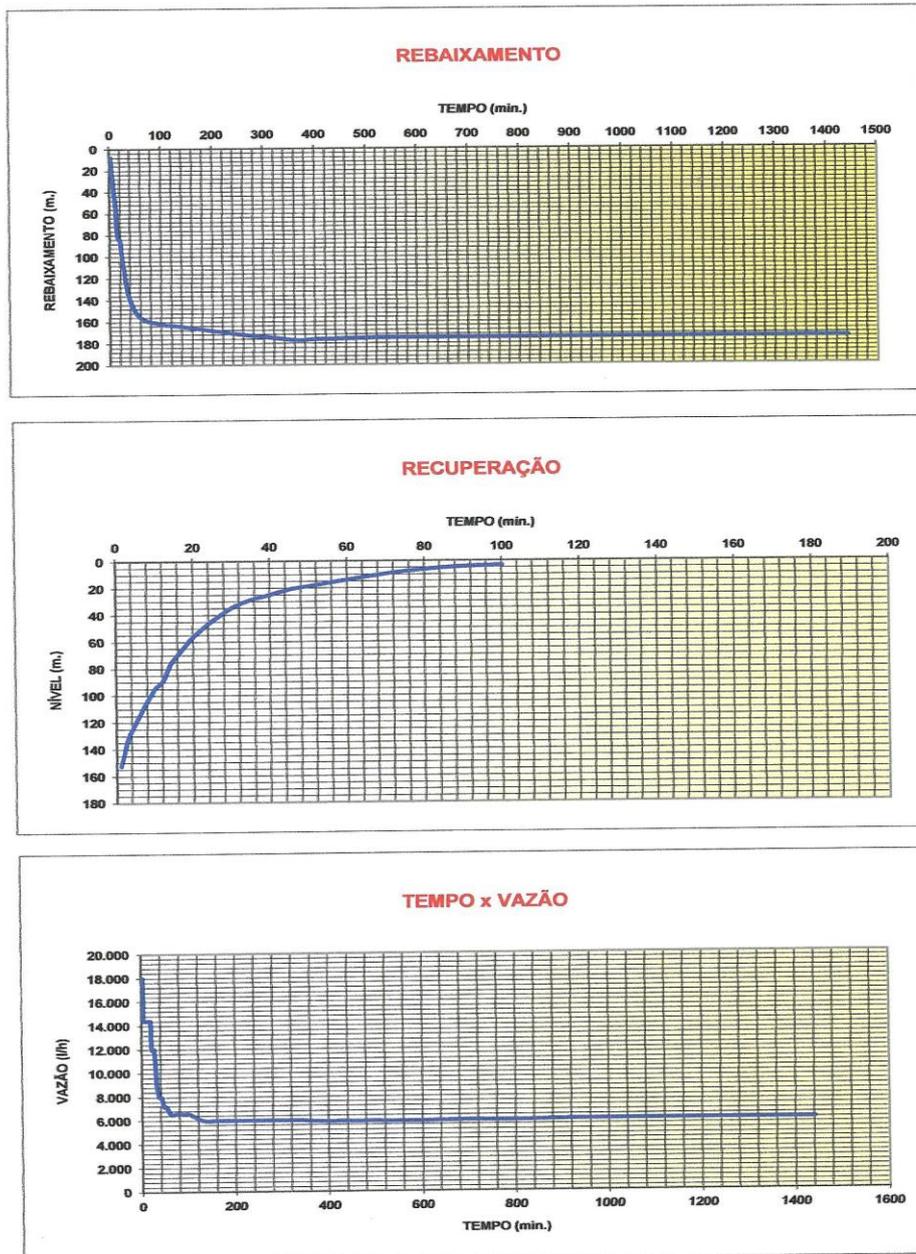
**Município: Pindamonhangaba Distrito: Ribeirão Grande P.1**



**Teste de performance do poço:** Os resultados foram favoráveis, viabilizando o atendimento da demanda do bairro:

- $Q = 6,00 \text{ m}^3/\text{h}$
- Cota de instalação do conjunto moto-bomba = 168 à 175 m
- Tempo de operação = 18 h/dia

Figura 7: Teste de vazão do poço



**Análise física, química e bacteriológica:** Após a realização da perfuração do poço foram realizadas as análises laboratorial da água do aquífero e redes de distribuição.

Figura 8: Laudos laboratoriais

	<b>Divisão de Controle Sanitário do Vale do Paraíba - RVOC</b>					
	Rua Paulo Senbal nº 19 - CEP: 12245-460 - VI Ady Anna - Sao Jose Dos Campos					
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº RVOC 750/16-0168-A Versão 00</b>						
<b>Dados Referentes a Amostra:</b>						
Número da amostra:	750/16					
Cliente:	Haroldo Paulo A. Filho					
Endereço:	R. Paul Harris - Não Informado - Pindamonhangaba					
Tipo de Amostra:	ETA Pindamonhangaba - Saída	Id. Pto: OS 337/15				
Procedência:	OS 337/15 ES Mun Jesus Antonio de Miranda nº s/nº Liberação de Reservatório-Ribeirão Grande-Pindamonhan					
Valor de Referência:	Portaria 2914/11 - Ministério da Saúde					
Data/horário de coleta:	04/01/2016 - 16:32	Chuvvas:	Não			
		Temp. Ambiente:	28°C			
		Coletor:	Artur Vieira			
<b>Dados Referentes aos Ensaio:</b>						
Ensaio	Resultado	Valor de Referência	Unidade de Medida	Método	Data	Sala
Bactérias Heterotróficas	< 1	-	UFC/ mL	Contagem em Placas / SMEWW - 5215 B	08/01/16	BAC
Cloro Residual Livre	0,6	0,2 - 5,0	mg/L	Colorimétrico DPD / IT-RVOC-059 Rev. 07	04/01/16	Em campo
Coliformes Totais	<1	Ausência	/100mL	Substrato Enzimático / SMEWW - 5223 B	06/01/16	BAC
Cor Aparente	< 5	≤15	uH	Comparação Visual / SMEWW - 2120 B	05/01/16	FOA
Escherichia coli	<1	Ausência	/100mL	Substrato Enzimático / SMEWW - 5223 B	06/01/16	BAC
pH	8,0 a 27,0 °C	-	pH	Eletrônico / SMEWW - 4500-H- B	04/01/16	Em campo
Temperatura da Amostra	≥7,0	-	°C	Termométrico / SMEWW - 2580 B	04/01/16	Em campo
Turbidez	0,9	≤5,0	UT	Nefelométrico / SMEWW - 2130 B	05/01/16	FOA
<b>Observações:</b> Este Relatório só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do laboratório. Os resultados apresentados neste relatório aplicam-se somente a amostra entregue no laboratório. Os valores da estimativa de incerteza de medição estão disponíveis no Laboratório e serão fornecidos ao cliente sempre que solicitado. Plano de Amostragem conforme Portaria 2914/11 - Ministério da Saúde, para mananciais de captação, saída do tratamento e sistema de distribuição de água. Coluna "Data", refere-se a data de realização do ensaio. Os resultados analíticos permanecem atualizados por 5 anos. Plano de Amostragem conforme IT-RVOC-060 Rev.06, Divisão de Controle Sanitário Vale do Paraíba, para corpo receptor, entrada e saída de tratamento de esgoto. Procedimento de Amostragem conforme Método 1060/SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22.ª edição:2012. Significado da sigla EPA - Environmental Protection Agency Significado da sigla SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22.ª edição, 2012. A ausência de coliformes totais também evidencia a ausência de E. Coli						
<b>Endereço dos Laboratórios</b> Sao Jose Dos Campos - VI Ady Anna - Rua Paulo Senbal nº 19 CEP: 12245-460 FOA - Sala Física-Química de Água BAC - Sala de Bacteriologia Em campo - Análise realizada no local de coleta						
<b>Legendas e Informações</b> SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater						
Código / Versão: FE-CQ0006.v1 - Vínculo: PE-GA0001						
2 de 2						
	<b>Divisão de Controle Sanitário do Vale do Paraíba - RVOC</b>					
	Rua Paulo Senbal nº 19 - CEP: 12245-460 - VI Ady Anna - Sao Jose Dos Campos					
<b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº RVOC 750/16-0168-A Versão 00</b>						
<b>Dados Referentes a Amostra:</b>						
Número da amostra:	750/16					
Cliente:	Haroldo Paulo A. Filho					
Endereço:	R. Paul Harris - Não Informado - Pindamonhangaba					
Tipo de Amostra:	ETA Pindamonhangaba - Saída	Id. Pto: OS 337/15				
Procedência:	OS 337/15 ES Mun Jesus Antonio de Miranda nº s/nº Liberação de Reservatório-Ribeirão Grande-Pindamonhan					
Valor de Referência:	Portaria 2914/11 - Ministério da Saúde					
Data/horário de coleta:	04/01/2016 - 16:32	Chuvvas:	Não			
		Temp. Ambiente:	28°C			
		Coletor:	Artur Vieira			
 ENG Maria Cristina G M Oliveira CRQ 043119900 Engenheira Matr. 356852		 DR Químico Helvécio Carvalho de Sena CRQ IV N.º 0404125126 Gerente de Divisão Matr. 239791				
Autenticação: F9EC86CDE27BA8114168C720D0BC9EBBE0B284FF		Data 11/01/2016				

	<b>Divisão de Controle Sanitário do Vale do Paraíba - RVOC</b>	
	Rua Paulo Setubal nº 19 - CEP: 12245-460 - VI Ady Anna - Sao Jose Dos Campos <b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº RVOC 751/16-0168-A Versão 00</b>	

Dados Referentes a Amostra:							
Número da amostra:	751/16						
Cliente:	Haroldo Paulo A. Filho						
Endereço:	R Paul Harris - Não Informado - Pindamonhangaba						
Tipo de Amostra:	ETA Pindamonhangaba - Cavalete			Id. Pto: OS 338/15			
Procedência:	OS 338/15 ES Mun Sertãozinho nº s/nº Liberação de Rede-Ribeirão Grande-Pindamonhangaba						
Valor de Referência:	Portaria 2914/11 - Ministério da Saúde						
Data/horário de coleta:	04/01/2016 - 15:48	Chuvvas:	Não	Temp. Ambiente:	30°C	Coletor:	Artur Vieira
Dados Referentes aos Ensaios							
Ensaio	Resultado	Valor de Referência	Unidade de Medida	Método	Data	Sala	
Cloro Residual Livre	0,6	0,2 ~ 5,0	mg/L	Colorimétrico DPD / IT-RVOC-059 Rev. 07	05/01/16	Em campo	
Coliformes Totais	Ausentes	Ausência	/100mL	Substrato Enzimático / SMEWW - 9223 B	06/01/16	BAC	
Cor Aparente	8	≤ 15	uH	Comparação Visual / SMEWW - 2120 B	05/01/16	FOA	
pH	8,2 a 29,0 °C	-	pH	Elétrico / SMEWW - 4600-H+ B	05/01/16	Em campo	
Temperatura da Amostra	29,0	-	°C	Termométrico / SMEWW - 2550 B	05/01/16	Em campo	
Turbidez	1,8	≤ 5,0	uT	Nefelométrico / SMEWW - 2130 B	05/01/16	FOA	

**Observações:**

Este Relatório só deve ser reproduzido completo.  
 Reprodução de partes requer aprovação escrita do laboratório.  
 Os resultados apresentados neste relatório aplicam-se somente a amostra entregue no laboratório.  
 Os valores da estimativa de incerteza de medição estão disponíveis no Laboratório e serão fornecidos ao cliente sempre que solicitado.  
 Plano de Amostragem conforme Portaria 2914/11 - Ministério da Saúde, para mananciais de captação, saída do tratamento e sistema de distribuição de água.  
 Coluna "Data", refere-se a data de realização do ensaio.  
 Os resultados analíticos permanecerão arquivados por 5 anos.  
 Plano de Amostragem conforme IT-RVOC-080 Rev.06, Divisão de Controle Sanitário Vale do Paraíba, para corpo receptor, entrada e saída de tratamento de esgoto.  
 Procedimento de Amostragem conforme Método 1060/SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22.<sup>a</sup> edição.2012.  
 Significado da sigla EPA - Environmental Protection Agency  
 Significado da sigla SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22.<sup>a</sup> edição, 2012.  
 A ausência de coliformes totais também evidencia a ausência de E. Coli

**Endereço dos Laboratórios**

Sao Jose Dos Campos - VI Ady Anna - Rua Paulo Setubal nº 19 CEP: 12245-460

FOA - Sala Físico-Química de Água  
 BAC - Sala de Bacteriologia  
 Em campo - Análise realizada no local da coleta

**Legendas e Informações**

SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

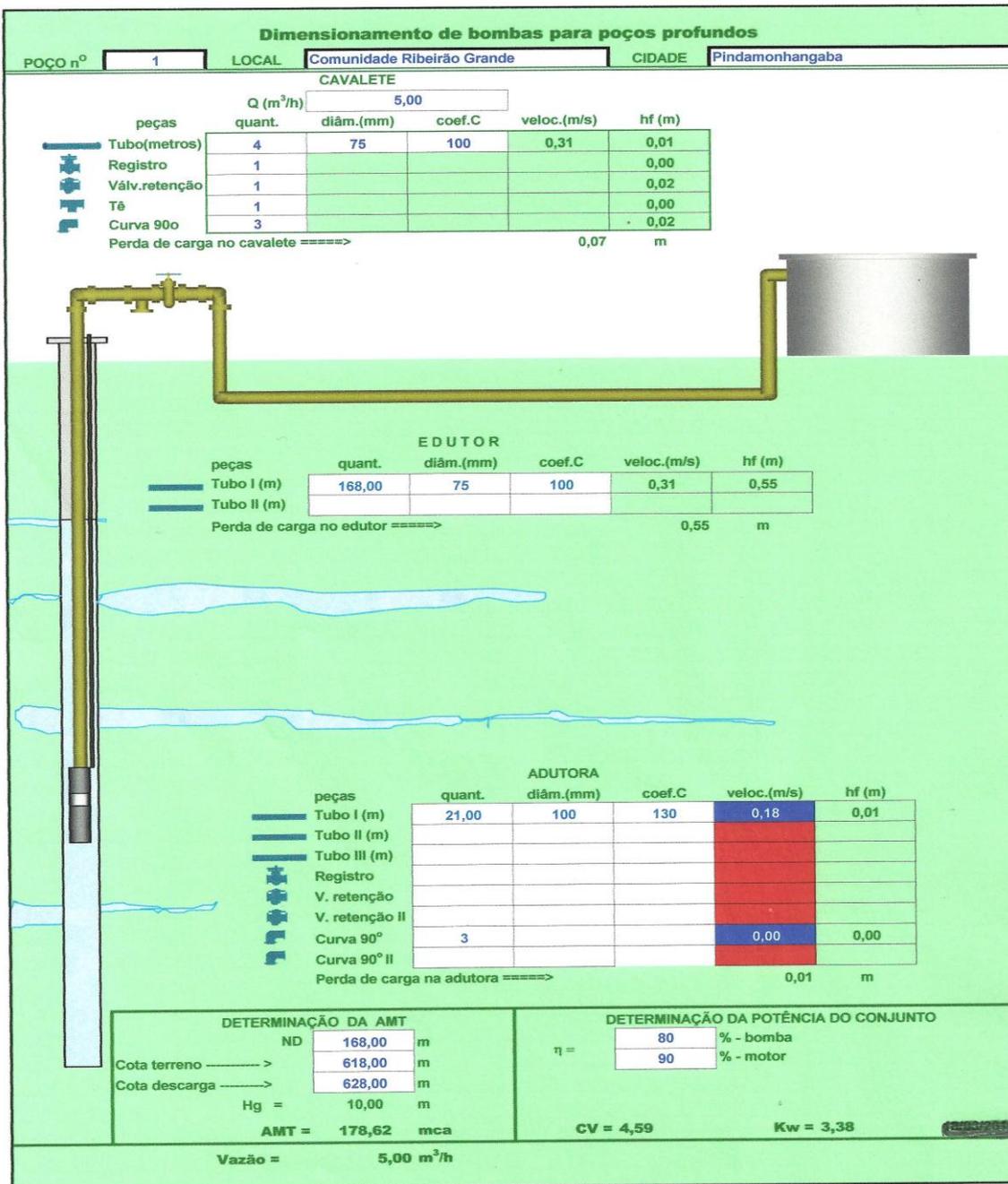
Código / Versão: FE-CO0006.v1 - Vinculo: PE-QA0001

	<b>Divisão de Controle Sanitário do Vale do Paraíba - RVOC</b>	
	Rua Paulo Setubal nº 19 - CEP: 12245-460 - VI Ady Anna - Sao Jose Dos Campos <b>RELATÓRIO DE ENSAIO Nº RVOC 751/16-0168-A Versão 00</b>	

Dados Referentes a Amostra:							
Número da amostra:	751/16						
Cliente:	Haroldo Paulo A. Filho						
Endereço:	R Paul Harris - Não Informado - Pindamonhangaba						
Tipo de Amostra:	ETA Pindamonhangaba - Cavalete			Id. Pto: OS 338/15			
Procedência:	OS 338/15 ES Mun Sertãozinho nº s/nº Liberação de Rede-Ribeirão Grande-Pindamonhangaba						
Valor de Referência:	Portaria 2914/11 - Ministério da Saúde						
Data/horário de coleta:	04/01/2016 - 15:48	Chuvvas:	Não	Temp. Ambiente:	30°C	Coletor:	Artur Vieira
 <b>ENG Maria Cristina Q M Oliveira</b> CRQ 043119900 Engenheiro Matr. 356852			 <b>DR Químico Hevelco Carvalho de Sena</b> CRQ IV N.º 0404125125 Gerente de Divisão Matr. 289761				
Autenticação: 072593B725E386A0577AFFD52C4783D33BF9D17						Data 07/01/2016	

**Dimensionamento do conjunto moto bomba, edutor, cavalete e adução:** Para o dimensionamento, foi utilizado um programa desenvolvido pelo Departamento de Desenvolvimento Operacional – RVO.

Figura 9: Dimensionamentos



**Equipagem do poço e desinfecção do edutor:** Após equipagem e testes eletromecânica foi realizado o procedimento de desinfecção do edutor.

**Foto 1: Poço perfurado**



### **1.2. Reservação**

Desenvolvimento Operacional – RVO.

**Dimensionamento de Reservação:** Para os cálculos foram considerados:

**Figura 10: Dimensionamentos**

**6** **Dimensionamento de vazão conforme número de economias**  
 sabesp Depto de Gestão e Desenvolvimento Operacional do Vale do Paraíba - RVO

**Cidade :** Pindamonhangaba **Localidade :** Ribeirão Grande

Fórmula utilizada:  

$$Q = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e}{t}$$

sendo:  
 a = Número de economias  
 b = Habitantes por economia  
 c = Litros por habitante  
 d = K1 ( coeficiente de demanda para dias de maior consumo )  
 e = K2 ( coeficiente de demanda para horas de maior consumo )  
 t = tempo diário em segundos

Número de economias = 130  
 Habitantes por economia = 5  
 Litros por habitante = 180  
 Classe de consumidor = classe média  
 K1 = 1,20  
 Reservação existente = 100  
 Reservação necessária = 46,8 m<sup>3</sup>  
 Sobra de reservação = 53,2 m<sup>3</sup>  
 K2 = 1  
 Tempo em horas/dia = 24  
 Vazão estimada = 1,62 l/s  
 Vazão estimada = 5,85 m<sup>3</sup>/h  
 Obs: Há reservação necessária para abastecer mais 147 economias.

DIMENSIONAMENTO DE VAZÃO CONFORME NÚMERO DE ECONOMIAS					
CIDADE		Pindamonhangaba	LOCALIDADE		Ribeirão Grande
ECONOMIAS	HABIT./ECON.	LITROS/HABIT.	HORAS/DIA	K1	K2
130	5	180	24	1,20	1,00
classe média					
<b>VAZÃO =</b>		<b>1,63</b>	<b>l/s</b>	<b>5,85</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>
RESERV. EXISTENTE (m <sup>3</sup> )	RESERV. NECES.	DÉFICIT DE RESERV.			
100	46,8 m <sup>3</sup>	53,2 m <sup>3</sup>			
Obs: Há reservação necessária para abastecer mais 147 economias.					

Definiu-se a instalação de um tanque cilíndrico vertical em fibra de vidro com capacidade de 100 m<sup>3</sup>, propiciando a operação de no máximo 18 horas do poço e ampliações de futuras ligações.

**Foto 2: Reservatório**



### **1.3. Prédio das Unidades Operacionais**

O prédio acomoda os seguintes sistemas operacionais:

- Sala de química: tanques de armazenamento de produtos químicos (hipoclorito, flúor) e bombas dosadoras;
- Sala dos conjuntos moto-bombas (booster) e painéis de comando;
- Sala dos quadros de comando do sistema de automação e controle.

**Fotos 3 a 9: Salas das Unidades Operacionais**





#### 1.4. Redes de distribuição

Os projetos das redes de distribuição de água e dos conjuntos moto-bombas (booster) foram elaborados após levantamentos topográficos dos arruamentos do bairro.

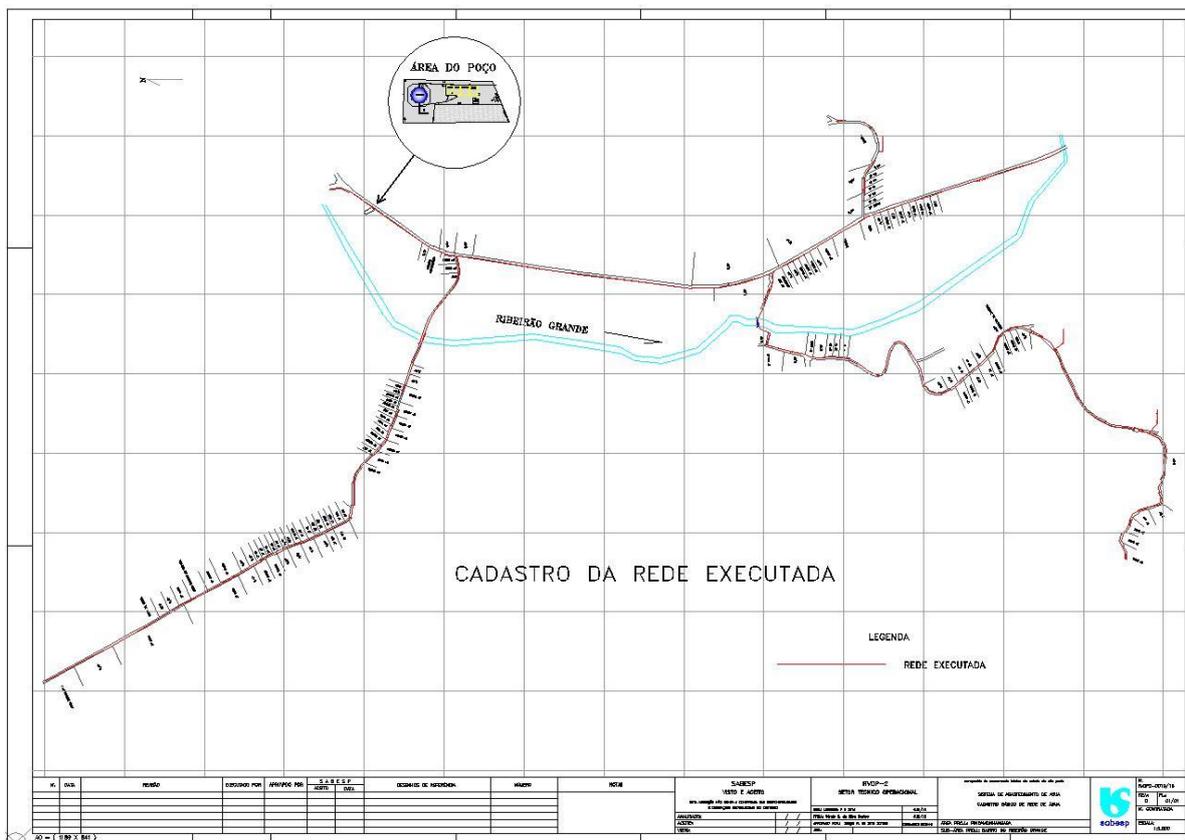
Para os cálculos de dimensionamento das redes de distribuição, foi utilizado Hanz-Willians, chegando-se nos diâmetros das tubulações de 63 mm, 90 mm e 110 mm.

Optou-se por redes em material PEAD (polietileno de alta densidade), justificando-se por:

- Material mais resistente às pressões dinâmicas e estáticas, garantindo uma maior eficiência no regime de trabalho.
- Rapidez na execução do assentamento das tubulações e conexões.
- Utilização de equipamentos de eletrofusão e termofusão para soldagem e união da tubulações e conexões.
- Utilização do método de solda, propiciando uma garantia na estanqueidade e eficiência no combate às perdas.

Foram implantados 5.595 m de rede assentados utilizando mão-de-obra do Setor Técnico de Pindamonhangaba - Sabesp, havendo necessidade de treinamento específico da equipe para utilização dos equipamentos de eletrofusão e termofusão.

**Figura 11: Projeto da Rede de Distribuição de Água implantada**



**Foto 10 a 13: Preparação, alinhamento, assentamento e soldagem por eletrofução do tubo PEAD**





### 1.5. Ligações

As ligações estão sendo executadas em tubos PEAD com utilização de soldas em eletrofusão. Serviço realizado pelos funcionários do Setor Operacional de Pindamonhangaba.

**Fotos 14 a 17: da execução de ligação domiciliar de água**

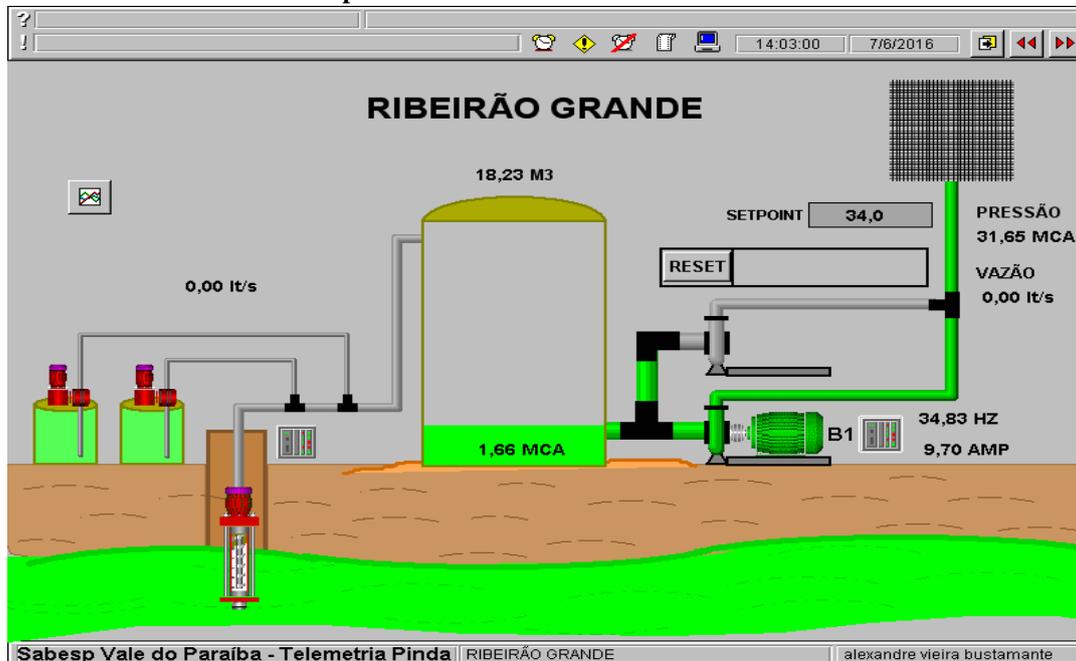


### 1.6. Automação

Em função da distância da Sede do Município, a alternativa adotada para o controle e monitoramento dos sistemas instalados, foi a automação com transmissão dos dados via rádio e recepção no Centro de Controle

Operacional (CCO), permitindo visualizar nível do reservatório, controle dos conjuntos moto-bombas, controle dos parâmetros químicos, visualização das vazões instantâneas e volumétricas pelo macromedidor (tipo octave) e controle das pressões pelo inversor de frequência. Todos os serviços foram executados pelos técnicos do Setor Operacional de Pindamonhangaba.

**Figuras 12: Centro de Controle Operacional – CCO instalado na Sede**



## 1.7. Resultado e avaliação

### 1.7.1 Perfuração e equipagem do poço

Agilidade da perfuração e equipagem do poço.

A vazão do poço atingiu as perspectivas de projeto o suficiente para o atendimento as demandas da população.

### 1.7.2 Assentamento de tubulação

A aplicação de tubos e conexões em polietileno em redes de distribuição e ramais domiciliares de água apresentou um alto nível de eficiência, devido ao baixo número de juntas e emendas com a utilização de sistema de soldas por eletrofusão onde optamos por aplicar bobinas de 50,00 m, sendo que em oito meses em operação não houve ocorrências de vazamentos.

As tubulações foram assentadas em diâmetros de 63, 90 e 110 mm e executadas por equipe própria, composta por 3(três) funcionários com produtividade média de 150 m por dia num total de 5.595 m.

### 1.7.3 Índice de Perdas

No início de abril/2016 foi instalado macro medidor tipo “octave” onde as informações são acompanhadas através do CCO.

A pressão dinâmica média em rede é de 35 mca, mantida por inversor de frequência.

Em maio/2016, já com 52 ligações domiciliares instaladas, obtivemos os seguintes resultados:

**Tabela 5: Índice de perdas totais por ramal na distribuição**

VP (m <sup>3</sup> /mês)	VCM (m <sup>3</sup> /mês)	IPDt (l/ramalxdia)
275,40	251,00	15,14

**Tabela 6: Índice de perdas na micromedição**

VP (m <sup>3</sup> /mês)	VCM (m <sup>3</sup> /mês)	IPM (%)
275,40	251,00	8,90

Entendemos que as perdas, consideradas aparentes, são resultantes da ocorrência de baixa velocidade nos micros medidores, em função do desvio padrão e a diminuição do consumo, principalmente no período noturno.

## **CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO**

O Sistema de Distribuição de Água Tratada implantado no bairro Ribeirão Grande, com o aproveitamento do aquífero subterrâneo, tornou-se viável ao atendimento do referido bairro, com a implementação de novas tecnologias em saneamento a baixo custo sem a necessidade efetiva de técnicos para operação do sistema.

O retorno de investimento seria de 11 anos, porém o prazo de retorno do investimento deverá ser reduzido com o aumento da demanda e futuras ampliações de rede.

A utilização de tubos e conexões em PEAD pelos bons resultados operacionais e a redução nas perdas.

A implantação de Sistema de Abastecimento de Água em localidades isoladas, com a adoção do sistema implantado no Bairro Ribeirão Grande no Município de Pindamonhangaba.

Ressaltamos que a Companhia cumpriu seu papel social (em função das dificuldades do abastecimento local) garantindo a qualidade de vida da população.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. AZEVEDO NETTO, JOSÉ MARTINIANO DE. *Manual de Hidráulica* – 8ª edição – São Paulo: Blucher, 1998.
2. Utilização dos Programas Internos da Sabesp – RVO Departamento de Desenvolvimento Operacional da Unidade de Negócio Vale do Paraíba.