

PERFURAÇÃO DE POÇOS TUBULARES NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DO PARÁ

Josafá Ribeiro de Oliveira¹
Charles George P. S. Schalken²
José Maria do Nascimento Pastana¹
José Waterloo Leal¹

RESUMO

Dentre as ações desenvolvidas pelas prefeituras de Santarém e Monte Alegre visando a melhoria da qualidade de vida da população, destacam-se os projetos voltados para o abastecimento público de água, nas inúmeras vilas e demais localidades existentes nos respectivos municípios. Essas ações consistem, inicialmente, no estudo das potencialidades hidrogeológicas das regiões carentes em água potável, acompanhado de uma proposta técnica para a perfuração de poço tubular profundo, visando a captação de água subterrânea, em quantidade e com qualidade suficientes para atender às necessidades das populações.

Esses produtos instrumentalizam e qualificam a administração municipal, para a elaboração de projetos economicamente viáveis e tecnicamente adequados, através dos quais os municípios poderão habilitar-se às inúmeras linhas de financiamento, a fim de executar as obras de construção de poços tubulares profundos.

O presente trabalho descreve de maneira sucinta, os serviços desenvolvidos na construção de poços tubulares para exploração de água subterrânea na região oeste do Estado do Pará, mais especificamente nos perímetros urbanos de Santarém e Monte Alegre.

1 – ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

A caracterização hidrogeológica das cidades de Santarém e Monte Alegre, nas quais está inserida a área em foco, permitiu uma visão geral da distribuição dos recursos hídricos subterrâneos, a partir da definição dos múltiplos sistemas aquíferos, do diagnóstico sobre suas potencialidades, qualidade química das águas, vulnerabilidade natural, etc. Esses estudos, apresentados pelo Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia – PRIMAZ (CPRM/1996), fornecem dados técnicos capazes de consubstanciar o planejamento do aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos, como fonte de água potável capaz de abastecer a população da região, principalmente onde ocorre a Formação Alter-do-Chão. Essa região conta com mais de 20 perfurações (poços tubulares), com profundidades que variam de 100 a

1) CPRM – Sureg-Belém, Av. Dr Freitas, 3645 – Marco – CEP 66095-110, Belém-Pará-Brasil.

Fone: 276 8577 – Fax 276 4020. E-mail: pamar@cprm-be.gov.br

2) AUTÔNOMO – Rua Conselheiro Furtado, 246 – Batista Campos – CEP 66025-160, Belém-Pará-Brasil. Fone: 9116.0462. E-mail: Schalken@globo.com.

280 metros, cujas vazões chegam a atingir valores surpreendentes, de até 500 m³/h (poços Bacabal e Irurá-5); em geral, os poços com profundidades em torno de 250 metros apresentam vazões entre 100 e 220 m³/h. Tabela 01.

Vários trabalhos sobre esse tema foram desenvolvidos nos últimos anos, destacando-se, como mais significativos: **Potencialidade Hidrogeológica da Área Urbana de Santarém Com Proposta Técnica Para Perfuração de Poços Tubulares Profundos**, realizado pela CPRM/PRIMAZ (OLIVEIRA, 1996); **Recursos Hídricos Subterrâneos de Santarém: Fundamentos para Uso e Proteção** (TANCREDI, 1996 – Tese de Doutorado). Além desses, existem outros trabalhos de menor alcance, abordando, principalmente, as perfurações pouco profundas, entre 15 e 100 metros, que contemplam o condicionamento hidrogeológico dos aquíferos livre a semi-livre, da Formação Alter-do-Chão.

A partir dos dados fornecidos por poços tubulares profundos, conforme já divulgado no relatório do PRIMAZ (OLIVEIRA, op cit), foi possível conhecer o grande potencial dos recursos hídricos subterrâneos das áreas urbana e periurbana das cidades de Santarém e Monte Alegre, instrumento de apoio à elaboração de políticas públicas voltadas para o abastecimento da população, com água de boa qualidade.

Com base no condicionamento hidrogeológico das litologias que ocorrem na região, foi obtida a seguinte compartimentação para os aquíferos:

- Aquíferos intergranulares descontínuos livres,
- Aquíferos intergranulares descontínuos a semi-confinados e
- Aquíferos intergranulares contínuos e confinados.

O primeiro sistema, refere-se aos aquíferos relacionados às aluviões/coluviões quaternárias, com profundidades em torno de 18m, atingindo a porção superior de Formação Alter-do-Chão, em profundidades de 20 a 80m; predominam sedimentos inconsolidados a semi-consolidados, mal selecionados, cuja granulometria varia de cascalho a argila. Esses aquíferos geralmente apresentam boa produtividade, sendo explorados por centenas de poços-ponteiras, ainda em plena operação.

Os dois outros sistemas aquíferos situam-se em profundidades de 100 a 300m, correspondendo à porção intermediária da Formação Alter-do-Chão, constituída por camadas de arenitos com intercalações de argila, essas últimas atingindo espessuras máximas de 20m. O aproveitamento desses aquíferos é realizado através de poços tubulares com até 250m de profundidade, cujas maiores vazões alcançam 500m³/h, produzindo água de boa qualidade, propícia ao consumo humano e industrial.

2 – PROFUNDIDADE DE CAPTAÇÃO

É definida como sendo aquela profundidade a partir da qual o poço atinge o aquífero a ser explorado. Depende, portanto, das condições topográficas locais e, principalmente, da situação estratigráfica e estrutural das rochas do subsolo.

Os parâmetros hidráulicos disponíveis para a área foram estabelecidos a partir do estudo dos poços perfurados na Formação Alter-do-Chão, revelando que esse sistema aquífero possui uma capacidade produtiva bastante variada, sendo comuns as vazões médias de 30 a 80 m³/h, podendo atingir valores excepcionais, de até 500m³/h.

O estudo hidrogeológico caracterizou um sistema com alternância de aquíferos semi-livres e confinados, em decorrência da composição geológica do subsolo, constituído por intercalações de horizontes arenosos e argilosos. Assim, a Formação Alter-do-Chão é conside-

rada como a Unidade Geológica com maiores possibilidades para o fornecimento de água potável, através dos aquíferos de subsuperfície, passíveis de exploração por meio de poços tubulares profundos.

A espessura do sistema aquífero Alter-do-Chão, na área considerada, é da ordem de 500m, sendo que a profundidade de captação recomendada para a região é de 150/250m, definida em função das condições hidrogeológicas e da topografia local (fig. 01).

3 - PROJETO DE POÇOS

De posse dos conhecimentos hidrogeológicos da região em apreço, como também das especificações técnicas dos materiais e serviços, bem como da relação custo X benefício e vida útil dos mesmos, é possível estabelecer projetos de poços que venham atender à demanda exigida pelos setores de abastecimento público e industrial, levando em conta a topografia, a espessura e a natureza das litologias a serem perfuradas.

A exploração da água subterrânea, na região, apresenta duas condições morfológicas distintas. As regiões de topografia elevada, constituindo as zonas de recargas, onde a profundidade do nível estático situa-se a partir de 35 metros, condicionando as perfurações com profundidades acima de 100 metros. Entretanto, nas áreas de descargas, apresentam níveis hidrostáticos rasos e até mesmo artesianismo, em poços com profundidades acima de 30 metros.

Esse contexto não permite a formulação de um projeto padrão único e dificulta a proposição de esquema caso a caso. Tendo isto em conta, são propostos projetos de poços para a área, conforme mostrado nas Fig. 02 e 03.

Vale ressaltar que todos os poços com profundidades acima de 100 metros são revestidos com tubos e filtros, metálicos; contudo, há um inconveniente com essa composição, já que águas do aquífero Alter-do-Chão, na maioria das vezes, são altamente agressiva e conseqüentemente corrosivas aos metais. Assim sendo é sugerido que nos poços doravante perfurados sejam utilizados tubos e filtros geomecânicos, para profundidades de até 250 metros. Como os filtros geomecânicos apresentam uma menor área aberta, e portanto muito menos capacidade de passagem de água por metro linear, se comparado com os filtros inox de ranhura continua, em caso de grande demanda, podem ser substituídos por filtros inoxidáveis, ou geometálicos.

O diâmetro dos poços é determinado em função da quantidade de água a ser produzida. A câmara de bombeamento deve ser suficiente para acomodar a bomba, com folga, devendo ser posicionada entre 100 e 150 metros, lembrando que a velocidade máxima ascendente não deve ultrapassar 1,5cm/seg.

Na área em estudo, principalmente para os poços profundos (150/250m), utiliza-se o método rotativo circulação direta e fluidos de perfuração a base de água e fluido orgânico, polisafe – DMP 2000, com controle da viscosidade, densidade e pH, até 300m.

Os tubos de boca, na maioria das vezes, variam de 20 a 30 metros, constituídos de aço carbono, DN 20", espessura 6,35mm PB. A cimentação anular (30" x 24" e 20" x 14"), preenche todo o espaço até a superfície, densidade 14,5 lb/gal. Na coluna de 20" x 14", a pasta de cimento é injetada através de bomba e sedimentação por gravidade, a uma profundidade de 50 a 80 metros.

A pasta de cimento é preparada em tanques, onde um saco de 50 kg (Portland) é diluído na proporção de 27 a 30 litros de água, até que seja obtida a densidade desejada (14,5 lb/gal).

O pré-filtro geralmente é aplicado, por gravidade e contra fluxo (circulação reversa) na qual é utilizado um fluido de completação com viscosidade menor que a do fluido de perfuração.

Desta maneira, é apresentado um projeto para a construção de poço tubular profundo, com suas respectivas profundidade e diâmetros de perfuração, sendo ressaltada a necessidade de executar a perfilagem geofísica no mesmo, a fim de definir o posicionamento da seção de filtros. É também apresentada uma planilha orçamentária fornecida pela HIDROENGE (TABELA 02).

Uma outra proposta, passível de ser implantada com um custo bastante reduzido, em relação à anterior, é a construção de um microssistema alternativo, constituído por um poço tubular com 6" de diâmetro e profundidade de 100 m, revestido de tubos e filtros Geomecânico. Esse microssistema inclui um conjunto de motor elétrico e bomba submersa, capaz de recalcar água do poço para um reservatório elevado, do qual, por gravidade, são alimentadas as torneiras públicas. É necessário a utilização de um sistema de eletrobóia, a fim de controlar o funcionamento do reservatório elevado, em função do nível de água do mesmo.

3.1 – REVESTIMENTO DE POÇOS

Em um poço tubular, é observado que a coluna definitiva de revestimento é constituído por uma tubulação lisa, na parte superior, com filtros nas porções inferiores, ou filtros intercalados com tubulações lisas. O revestimento para poços, pela sua própria constituição, são normalmente robustos e resistem a esforços mecânicos de várias naturezas (Fig. 04).

Na região estudada, as câmaras de bombeamento devem situar-se em profundidades máximas de 150 metros, com diâmetros variando de 12" a 14". A grande maioria dos poços profundos, foi revestida com tubos de aço Schedule 40, sem costura, fabricados pela MANNESMANN, e filtros de aço inoxidável AISI 304, reforçados, 8" de diâmetro, fabricada pela TEFIL ou NAHUELCO, com aberturas de 0,50 mm e 0,75 mm, dimensionados de acordo com as análises granulométricas dos arenitos da Formação Alter-do-Chão.

O filtro é o coração do poço e dentro desse contexto, a caracterização dos filtros requer considerações cuidadosas dos parâmetros hidrodinâmicos que influenciam na eficiência do poço.

Assim sendo, é de suma importância o conhecimento das pressões lito-hidroestática das camadas aquíferas pouco consolidadas, visando a escolha de filtros espiralados que possuem alta resistência mecânica tanto à tração, como ao colapso (pressão radial externa) é à compressão ou flambagem, fig. 04.

Geralmente os filtros são submetidos aos esforços mostrados na figura 04, durante o processo de instalação da coluna de revestimento (descida ou levantamento). Os primeiros filtros, na parte superior da coluna de revestimento, suportam o peso de todos os componentes, que se encontram abaixo. Este esforço de tração é agravado pela desaceleração ou aceleração, durante a descida ou subida da coluna. Em relação ao colapso, é sabido que todo elemento cilíndrico de parede delgada, quando submetido a uma pressão radial externa, pode colapsar (fechar). Esta pressão sob a qual este efeito se manifesta é denominado de pressão de colapso. No caso dos filtros a pressão radial externa ocorre normalmente durante a descida da coluna de revestimento, quando pode ocorrer uma diferença de nível externo/interno da lama, também pode acontecer, após a coluna instalada pelo efeito de pressão radial da câmara de pré-filtro sobre o filtro. Finalmente, o efeito da compressão ou flambagem manifesta-se nos filtros, caso seja permitida que a coluna de revestimento apoie no fundo do poço. Neste caso, o filtro da região inferior recebe o peso da parte superior da coluna. É um caso crítico e difícil de ser resolvido mecanicamente, razão pela qual se recomenda nunca apoiar o revestimento no fundo do poço.

Assim, para suportar esses esforços de tração e pressão radial externa e não colapso é necessário que a parede do filtro tenha suas varetas longitudinais e soldadas, e que os fios do perfil V sejam adequadamente dimensionados.

Tanto a JOHNSON SCREENS como NAHUELCO, pioneiras na fabricação de filtros espiralados de perfil V para poços tubulares, desenvolveram classes de filtros que combinam adequada resistência à tração e a pressão de colapso de forma a permitir a seleção dos filtros, otimizando o binômio custo X resistência. A JOHNSON Filtros Ltda., recomenda a escolha adequada dos filtros em função da sua profundidade de instalação, possuindo as categorias Standard (profundidade de até 150 m), reforçado (profundidade de até 400 m), super reforçado (profundidade de 600 m) e superweld (jaquetado, acima de 900 metros). A NAHUELCO vem fabricando filtros geometalicos para poços de água de pequenas e médias profundidades. Eles possuem grandes vantagens, tais como: área aberta; alta resistência mecânica (tração/colapso); alta resistência à corrosão e baixo custo de instalação.

Para pressões lito-hidrostáticas das rochas friáveis da região Amazônica, constituídas pelas formações Alter-do-Chão, Barreiras, Itapecuru e Pirabas, dentre outras, para profundidades de até 250 metros, deve-se utilizar tubos plásticos, reforçados, tipo geomecânico ou PVC (resistência de 18 kg/cm). A fim de uma análise mais consubstanciada sobre filtros, são apresentados, a seguir, algumas considerações da NAHUELCO a respeito dos filtros geometalicos.

Os filtros geometalicos são filtros espiralados de ranhura contínua, apresentando grande área aberta; em muitos casos, podem atingir 30% de área aberta, o que equivale a três vezes a porcentagem dos filtros de PVC; a construção mecânica do filtro, com perfis triangulares, evita a incrustação e a obstrução do mesmo, as terminações roscadas em PVC, coladas pela parte externa dos filtros, garantem o máximo diâmetro interno dos mesmos, permitindo livre passagem da bomba pelo filtro, enquanto que os extremos roscados permitem o acoplamento de tubos de PVC para o revestimento total do poço, garantindo uma excelente redução no custo de construção. Devido a alta resistência à corrosão, reduzido custo de instalação e as terminações em PVC, os poços de abastecimento público deveriam ser revestidos por tubos geomecânicos em vez de tubos de aço ou equivalentes, pois essa sistemática, sem sombra de dúvida, aumentaria vida útil do poço, como também a sua resistência à corrosão.

Dentro desse contexto, tanto os tubos como os filtros são fabricados com matérias primas de excelente qualidade, em equipamentos modernos, garantindo a maior eficiência dentro das classes de aplicação a que se destinam (leve, normal e reforçados), podendo atingir profundidades de 50, 150 e 300 metros, respectivamente. Finalmente, a adequada escolha do filtro em função da sua profundidade de instalação, pode trazer economia importante ao projeto de poço, sem comprometer a sua execução e a performance de funcionamento.

4 – AGRADECIMENTOS

O autores agradecem o Prof. Geraldo Alves das Virgens da UFPa (FADESP), e dos geólogos Manfredo Ximenes Pontes (SAAEB), Expedito Jorge de Souza Costa e Maria Telma Lins Faraco (CPRM) por suas valiosas contribuições através de discussões, sugestões e críticas.

5 – BIBLIOGRAFIA

- CPRM/COSANPA - Relatório Final dos Poços da Bacia do rio Irurá. Santarém, 1978.
- COSANPA – Relatório de construção de poços tubulares profundos, Santarém – Pa : CONTEP, 1997 il.
- COSANPA – Relatório de construção de poços tubulares profundos, Santarém – Pa : HIDROENGE PERFURAÇÕES Ltda., 1998 e 2000. il.
- PETRÓLEO BRASILEIRO S.A - Poço Estratigráfico 1AC-01-PA, Belém - Pará, 1958.
- OLIVEIRA, J.R. de; - Estudo Preliminar sobre as Potencialidades Hidrogeológicas da Área Urbana de Santarém com Proposta Técnica para Perfuração De Poços Tubulares, Profundos Para Abastecimento de Água Subterrânea - Sudoeste do Estado do Pará. CPRM/PRIMAZ, Belém, 1996 (Inédito).
- Notas de Aulas do Módulo de Gestão de Aquíferos do Curso de Especialização em Água Subterrânea, UFPa/Belém/1995. Ministrado pelo Hidrogeólogo Aldo da C. Rebouças.
- TANCREDI, A.C. - Estudo Hidrogeológico do Aquífero Alter do Chão do Município de Santarém. Tese de Doutorado, SUDAM/INPA, Belém-Pa. 1996.

CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS TUBULARES DE SANTARÉM E MONTE ALEGRE

Local	Cia. de Perfuração	Data de Construção	Profundidade (m)		Vazão (m ³ /h)	NE (m)	ND (m)	Rebaixamento (m)	Capacidade Específica (m ³ /h/m)	Coeficiente	
			Perfurada	Revestida						Armazenamento (X 10 ⁻⁴)	Transmissividade (m ² /dia X 10 ²)
Santarém	* CPRM	1978	150,00	128,00	72,00	-3,10	6,20	-	7,74	-	395
Iturá	* CPRM	1978	170,00	157,20	48,00	-3,10	41,05	44,15	1,08	-	169
Iturá	* CPRM	1978	200,00	157,30	91,00	-5,71	53,33	59,04	1,54	3,30	240
Iturá	* CPRM	1978	200,00	157,10	126,20	-3,98	43,62	47,60	2,65	3,50	260
Iturá	* CPRM	1978	160,00	156,11	139,00	-8,69	32,62	41,31	3,36	4,10	326
Iturá	* CPRM	1978	180,00	133,80	152,00	-7,00	42,73	49,73	3,05	-	138
Santarém	COSANPA		120,00	104,00	18,00	13,80	24,30	10,50	1,71	-	198
Santarém	COSANPA		130,00	119,00	36,00	-7,50	4,45	11,95	3,01	-	316
B. Livramento	HIDROENG	27.05.98	254,00	246,26	177,70	17,24	35,39	18,15	9,79	-	-
Iturá	* HIDROENG	10.07.98	256,00	246,96	220,00	0,00	25,24	25,24	8,71	-	-
Conquista	HIDROENG	29.04.98	250,00	245,00	169,00	9,87	55,91	46,04	3,67	-	-
Nova República	HIDROENG	31.03.98	250,00	245,63	191,00	9,37	29,56	20,19	9,46	-	-
Caranagal	CONTEP	01.11.97	250,00	200,26	155,00	2,00	13,05	11,05	14,02	-	-
Bacabal	CONTEP	26.08.97	255,00	250,25	148,00	5,71	11,00	5,29	27,97	-	-
Iturá - 5	HIDROENG	16.07.00	256,00	244,51	220,00	13,61	36,40	22,79	10,09	-	-
Monte Alegre	HIDROENG	05.10.00	250,00	217,91	31,30	60,00	114,00	54,00	0,58	-	-
Mapiri - 5	COSANPA		120,00	100,00	140,00					-	-
Tiradente	COSANPA		118,00	107,00	180,00					-	-
Ponta Negra	SESAN		84,00	72,00	28,80	35,00	39,28		6,72	-	158
E. Barbalho	SESAN		80,00	74,00	16,20	42,48	49,60		2,30	-	593

TABELA 01

* Poços Abandonados

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

CLIENTE: PREFEITURA DE SANTARÉM		PROPOSTA: 391/99		
LOCAL DA OBRA: SANTARÉM/PA		DATA: 31/05/99		
		PREÇOS (R\$)		
SERVIÇOS X MATERIAIS	UN.	QTD.	UNITARIO	TOTAL
DTM				
Mobilização, Transporte e Montagem.	Vb	1	1.700,00	2.591,00
TUBO CONDUTOR				
Perfuração Ø 24" – solo.	m	12	175,00	2.100,00
Revestimento tubo de aço Ø 20"	m	12	200,00	2.400,00
Fornecimento e injeção de pasta de cimento 14.5 1b/gal.	m ³	3	290,00	870,00
ZONA PRODUTORA				
Perfuração furo guia Ø 12 1/4" – sedimentos.	m	188	120,00	22.560,00
Alargamento Ø 12 1/4" x 17 1/4" – sedimentos.	m	100	120,00	12.000,00
Alargamento Ø 12 1/4" x 20" – sedimentos.	m	88	120,00	10.560,00
PERFILAGEM GEOFISICA				
Perf. Raios Gama, potencial espontâneo e Resist. Aparente.	m	200	140,00	2.800,00
COMPLEMENTAÇÃO				
Revestimento de tubo PVC, Ø 12" STD DN 300.	m	100	320,00	32.000,00
Revestimento de tubo PVC, Ø 8", Reforçado DN 200.	m	100	130,00	13.000,00
Filtro em aço inox 304, Ø 8", ret. P/acoplamento em PVC.	m	30	826,00	24.780,00
Fornecimento e injeção de pré-filtro 1 a 3.5 mm.	m ³	25	200,00	5.000,00
Redução de Ø 12" x 10" e 10" x 8"	un	1	590,00	590,00
Redução de Ø 10" x 8"	un	1	472,00	472,00
Tampo DN 300	un	1	295,00	295,00
Tampo DN 200	un	1	154,00	154,00
DESENVOLVIMENTO				
Desenvolvimento com Bomba	h	18	90,00	1.620,00
Teste de vazão com bomba submersa	h	48	90,00	4.320,00
Gerador	h	90,00
CIMENTAÇÃO				
Fornecimento e injeção de pasta de cimento 14.5 1b/gal	m ³	8	236,00	1.888,00
TOTAL GERAL PARA 01 POÇO (200 metros)				R\$ 140.000,00

OBS: Dados fornecidos pela HIDROENGE (Adaptado)

Tabela 02

Poço Estratigráfico da PETROBRAS - 1-AC-1PA ALTER - DO - CHÃO

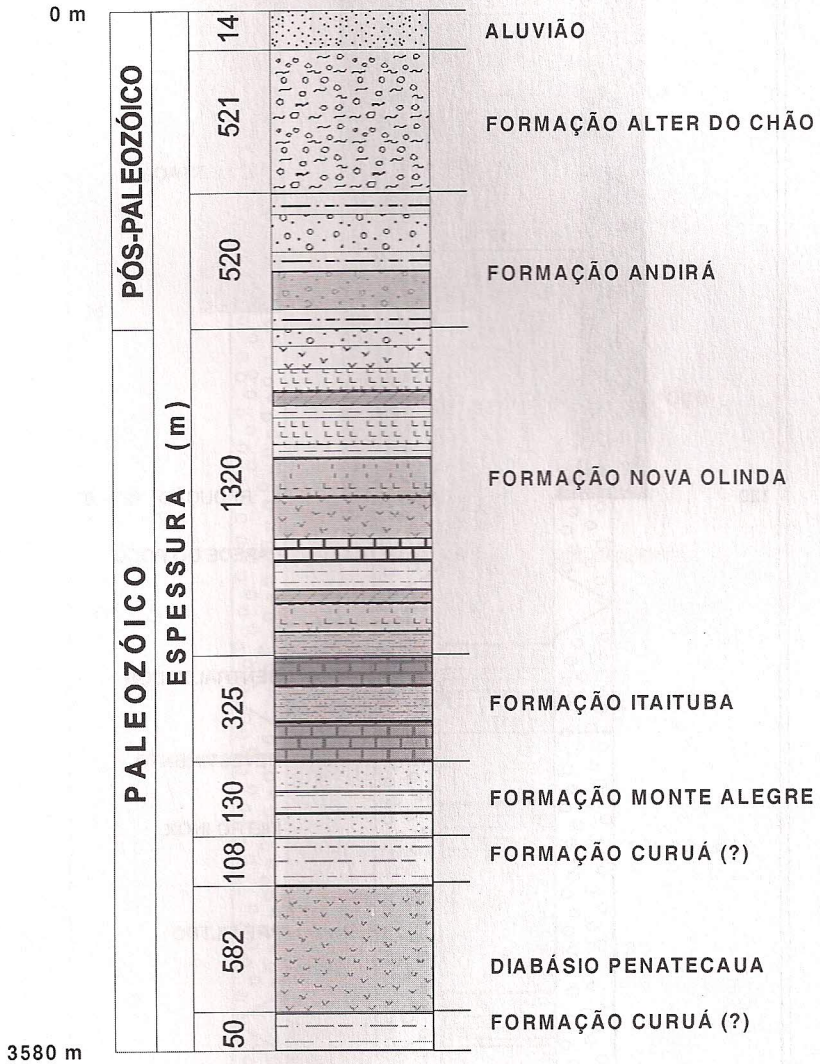


Fig. 01

PROJETO DE POÇO (PERFIL CONSTRUTIVO)

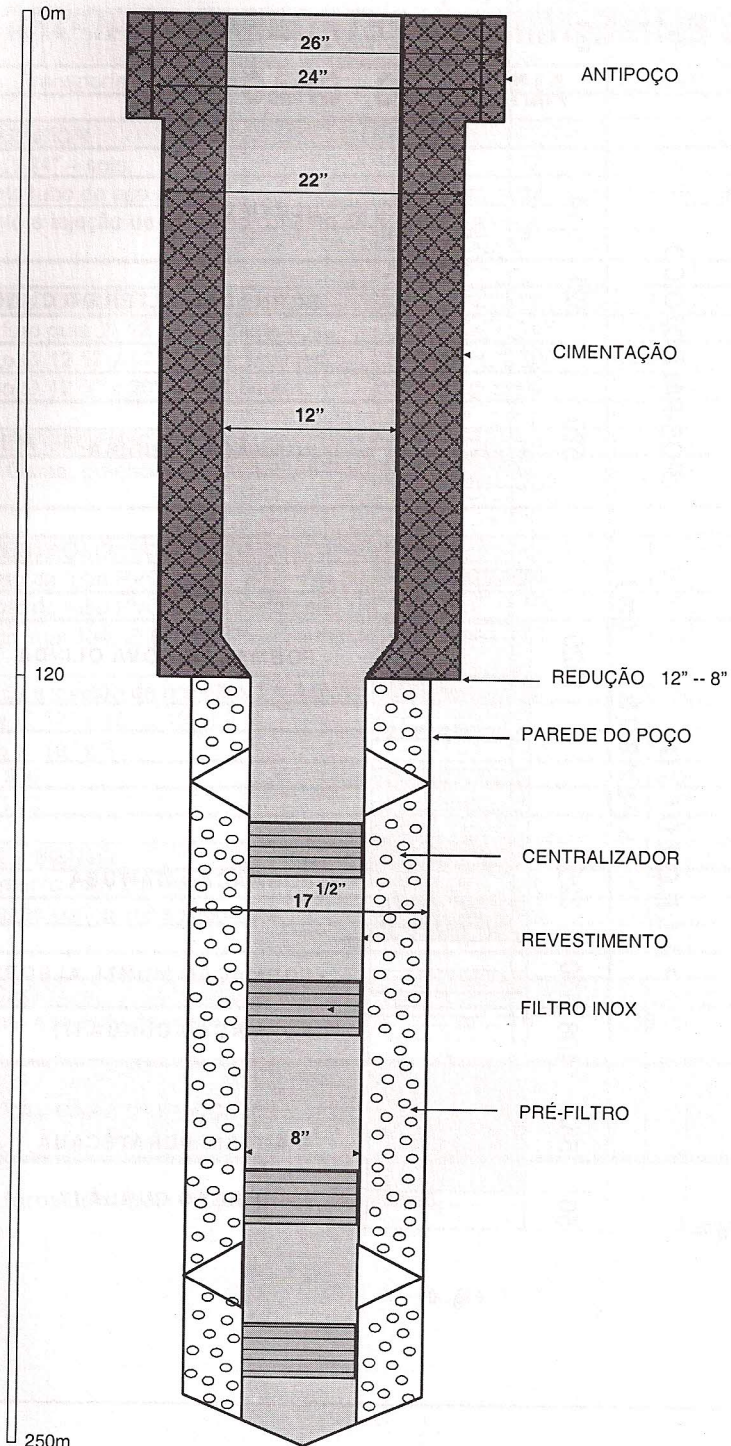


Fig. 02

PROJETO DE POÇO (PERFIL CONSTRUTIVO)

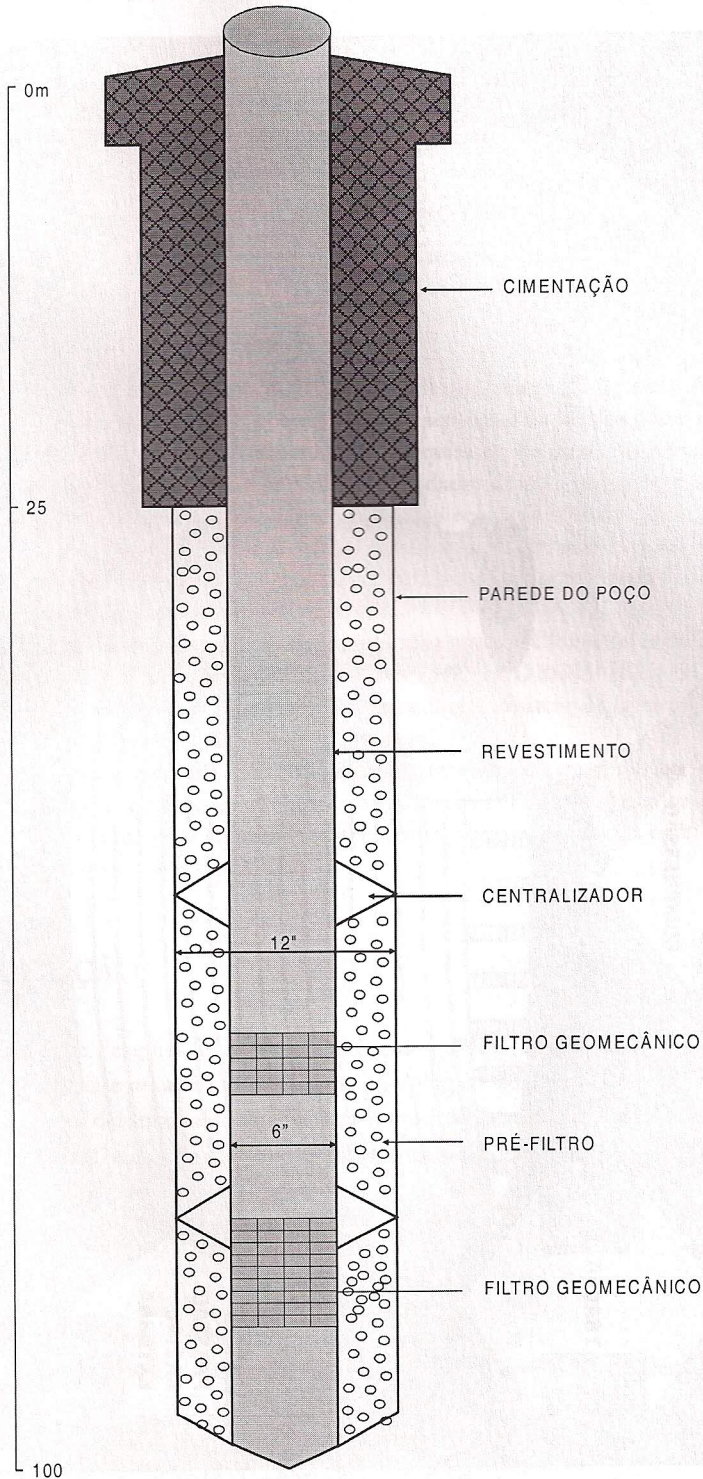
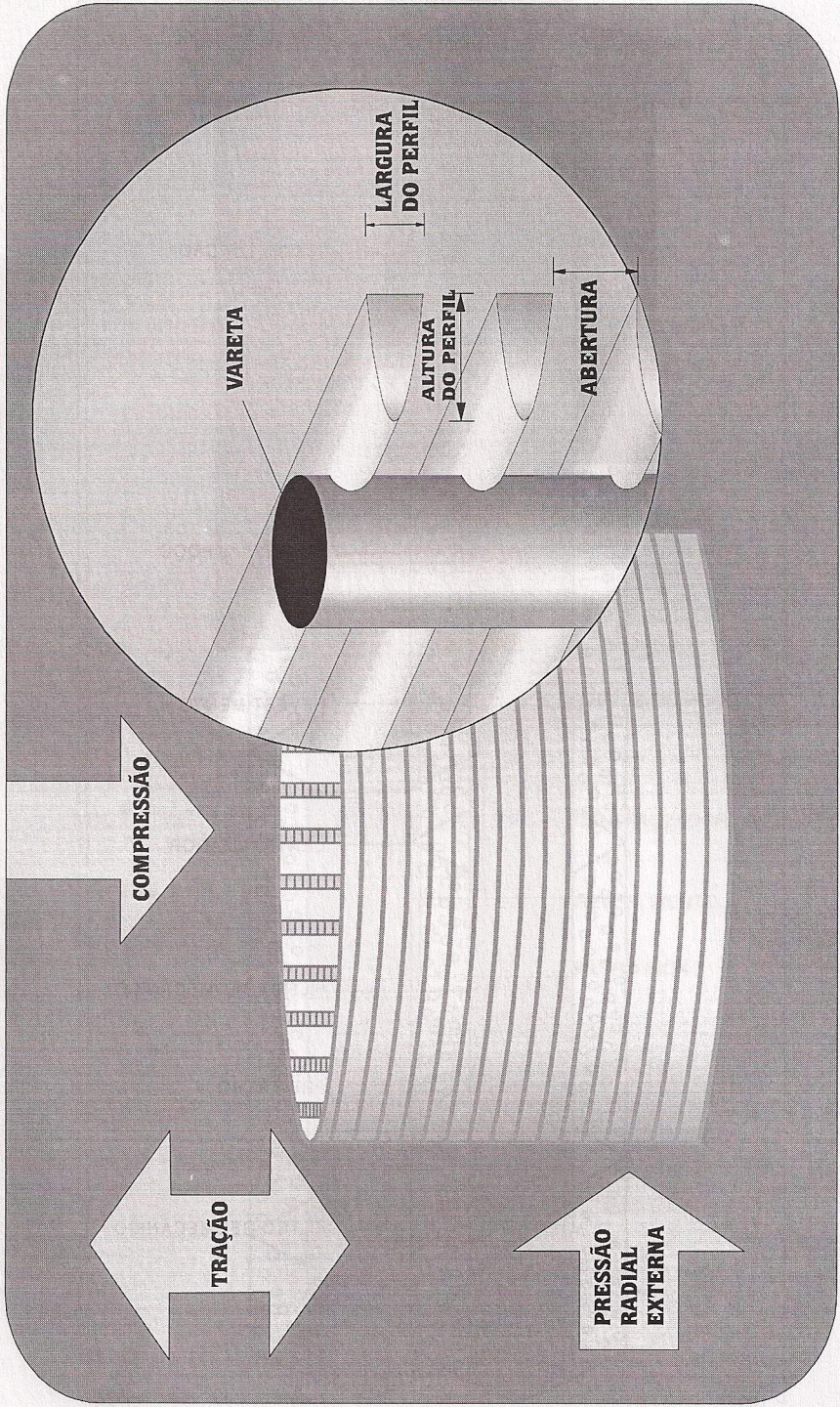


Figura 03



Fonte: Johnson Screens

Fig. 04 - ESFORÇOS QUE ATUAM SOBRE O FILTRO