

Licitação Coronel Vivida



De: marcos@issoc.com.br
Enviado em: sexta-feira, 27 de setembro de 2019 13:53
Para: licitacao@coronelvivida.pr.gov.br
Assunto: Esclarecimento

Boa Tarde.

venho através deste esclarecer o interesse de participar como prestador de serviço referente ao EDITAL DE PREGÃO PRESENCIAL Nº 88/2019, PROCESSO LICITATÓRIO Nº 136/2019, o qual em análise encontrei especificamente no Item 4. RESPONSABILIDADE DA EMPRESA VENCEDORA do Anexo I, sob item:

4.3. A CONTRATANTE deverá efetuar a perfuração contemplando os componentes descritos as normas NBR 15495-1/2007, sendo os mesmos descritos nos itens a seguir.

4.3.1. Revestimento interno: Constituído de tubos de aço inoxidável com diâmetro de 250 mm, encaixados no interior de perfuração, com a função de revestir a parede da mesma. O diâmetro deve ser suficiente para introdução do amostrador e para a medição do nível da água.

lembro-lhes que o item 4.3.1 não está de acordo com a norma NBR 15495-1/2007, e divergente aos demais sob itens 4.3.2 a 4.3.8.

Solicito esclarecimento de como proceder com esta situação? Será retificado o Edital ou cancelado com nova data?

att:
Marcos Ghisi

--

Licitação Coronel Vivida

De: Elaine Witt <elaine_witt@hotmail.com>
Enviado em: segunda-feira, 30 de setembro de 2019 10:38
Para: Licitação Coronel Vivida
Cc: Meio Ambiente Coronel Vivida; elainewitt@coronelvivida.pr.gov.br
Assunto: RE: Pedido de Esclarecimento

Resposta ao Pedido de Esclarecimento sobre EDITAL DE PREGÃO PRESENCIAL Nº 88/2019, PROCESSO LICITATÓRIO Nº 136/2019

As especificações presentes no Termo de Referencia serão retiradas sendo que a Contratante deverá efetuar a perfuração contemplando os componentes descritos as normas NBR 15495-1/2007.

Att,

Elaine Witt

De: Licitação Coronel Vivida <licitacao@coronelvivida.pr.gov.br>
Enviado: sexta-feira, 27 de setembro de 2019 15:32
Para: 'Laura ' <lauraalice@coronelvivida.pr.gov.br>; Elaine <elainewitt@coronelvivida.pr.gov.br>; elaine_witt@hotmail.com <elaine_witt@hotmail.com>
Assunto: Pedido de Esclarecimento

Boa tarde

Preciso que respondam o pedido de esclarecimento. Temos o prazo de 24 horas para responder

Att.

-----Mensagem original-----

De: marcos@issoc.com.br [mailto:marcos@issoc.com.br]
Enviada em: sexta-feira, 27 de setembro de 2019 13:53
Para: licitacao@coronelvivida.pr.gov.br
Assunto: Esclarecimento

Boa Tarde.

venho através deste esclarecer o interesse de participar como prestador de serviço referente ao EDITAL DE PREGÃO PRESENCIAL Nº 88/2019, PROCESSO LICITATÓRIO Nº 136/2019, o qual em análise encontrei especificamente no Item 4. RESPONSABILIDADE DA EMPRESA VENCEDORA do Anexo I, sob item: 4.3. A CONTRATANTE deverá efetuar a perfuração contemplando os componentes descritos as normas NBR 15495-1/2007, sendo os mesmos descritos nos itens a seguir.

4.3.1. Revestimento interno: Constituído de tubos de aço inoxidável com diâmetro de 250 mm, encaixados no interior de perfuração, com a função de revestir a parede da mesma. O diâmetro deve ser suficiente para introdução do amostrador e para a medição do nível

da água.

lembro-lhes que o item 4.3.1 não está de acordo com a norma NBR 15495-1/2007, e divergente aos demais sob itens 4.3.2 a 4.3.8.

Solicito esclarecimento de como proceder com esta situação? Será retificado o Edital ou cancelado com nova data?

att:

Marcos Ghisi

--



Licitação Coronel Vivida



De: Licitação Coronel Vivida <licitacao@coronelvivida.pr.gov.br>
Enviado em: terça-feira, 1 de outubro de 2019 13:59
Para: 'marcos@issoc.com.br'
Assunto: RES: Esclarecimento
Anexos: 6. Edital ALTERADO Reabertura Pregão Presencial nº 88-2019 poços de monitoramento.pdf

Boa tarde

Em resposta ao pedido de esclarecimento, encaminhamos para o departamento responsável o qual respondeu:

"Resposta ao Pedido de Esclarecimento sobre EDITAL DE PREGÃO PRESENCIAL Nº 88/2019, PROCESSO LICITATÓRIO Nº 136/2019

As especificações presentes no Termo de Referencia serão retiradas sendo que a Contratante deverá efetuar a perfuração contemplando os componentes descritos as normas NBR 15495-1/2007."

Tendo em vista as mudanças das especificações, foi alterado o edital.

Em anexo edital alterado com reabertura de prazo.

Att

-----Mensagem original-----

De: marcos@issoc.com.br [mailto:marcos@issoc.com.br] Enviada em: sexta-feira, 27 de setembro de 2019 13:53
Para: licitacao@coronelvivida.pr.gov.br
Assunto: Esclarecimento

Boa Tarde.

venho através deste esclarecer o interesse de participar como prestador de serviço referente ao EDITAL DE PREGÃO PRESENCIAL Nº 88/2019, PROCESSO LICITATÓRIO Nº 136/2019, o qual em análise encontrei especificamente no Item 4. RESPONSABILIDADE DA EMPRESA VENCEDORA do Anexo I, sob item:

4.3. A CONTRATANTE deverá efetuar a perfuração contemplando os componentes descritos as normas NBR 15495-1/2007, sendo os mesmos descritos nos itens a seguir.

4.3.1. Revestimento interno: Constituído de tubos de aço inoxidável com diâmetro de 250 mm, encaixados no interior de perfuração, com a função de revestir a parede da mesma. O diâmetro deve ser suficiente para introdução do amostrador e para a medição do nível da água.

lembro-lhes que o item 4.3.1 não está de acordo com a norma NBR 15495-1/2007, e divergente aos demais sob itens 4.3.2 a 4.3.8.

Solicito esclarecimento de como proceder com esta situação? Será retificado o Edital ou cancelado com nova data?

att:
Marcos Ghisi

--



TERMO DE REFERÊNCIA

1. OBJETO

CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA PERFURAÇÃO DE POÇOS DE MONITORAMENTO NO NOVO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL.

2. JUSTIFICATIVA

Os poços de monitoramento são utilizados como forma de acusar a influência de uma determinada fonte de poluição na qualidade da água subterrânea presente na área onde será implantado o aterro sanitário municipal. A distribuição dos poços é feita de forma estratégica baseados em estudos prévios realizados na área que contemplam a geofísica da mesma, oferecendo subsídios para o diagnóstico da situação. A estratégica e a construção coerente dos poços de monitoramento, aliadas a métodos eficientes de coleta, acondicionamento e análise de amostras, permitem resultados precisos sobre a influência do método de disposição dos resíduos, na qualidade da água subterrânea.

A localização estratégica e a construção racional dos poços de monitoramento, aliadas a métodos eficientes de coleta, acondicionamento e análise de amostras, permitem resultados precisos sobre a influência do método de disposição dos resíduos, na qualidade da água subterrânea. A necessidade da perfuração dos poços de monitoramento se da pela necessidade de aumentar a qualidade das investigações de áreas que poderão ser contaminadas. Para se ter um instrumento adequado de acesso à essa água.

3. ESPECIFICAÇÕES E QUANTIDADES

Os poços deverão ser instalados de acordo com as localizações indicadas no mapa do Anexo I, seguindo as orientações previstas nas normas NBR 15495-1/2007 (Anexo II), que descreve o procedimento para construção de poços de monitoramento de aquíferos freáticos.

3.1 DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

3.1 - A empresa vencedora deste item da licitação deverá executar os serviços conforme discriminado nos quadros a seguir:



Item	Qtde.	Unid.	Código PMCV	Descrição
01	04	un		CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA PERFURAÇÃO DE POÇOS DE MONITORAMENTO NO ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL
Valor máximo total do Item R\$				

3.2 – A empresa vencedora deverá perfurar os poços nos pontos indicados no mapa do ANEXO I, sendo um à montante (Poço 1), a fim de que seja avaliada a qualidade da água nas condições originais e, três à jusante (Poços 2, 3 e 4), os quais devem ser posicionados transversalmente ao fluxo subterrâneo, distribuídos próximos a área de disposição de resíduos, para que a possível pluma de contaminação possa ser identificada.

3.2.1 Ao poços serão de aproximadamente 25 metros de profundidade, levando em consideração para tal o estudo geofísico feito anteriormente na área onde os poços serão perfurados.

3.3 – A empresa vencedora deverá utilizar as normas NBR 15495-1/2007 como instrução para perfuração dos poços de monitoramento.

3.4 - A empresa vencedora deverá disponibilizar relatório de perfuração onde contemple: a descrição da geologia local; os aspectos hidro geológicos e o mapa piezométrico.

3.5 - A perfuração de poços deve ser supervisionada por profissional legalmente habilitado, Engenheiro Civil ou geólogo.

3.6 - Devem ser utilizados equipamentos adequados ao estado de agregação da rocha existente.

3.7 - O diâmetro de perfuração deve ser no mínimo de 200 mm, devendo ser suficiente para introdução do amostrador e para a medição do nível da água.

3.8 - Deve ser evitada a utilização de fluídos de perfuração. No caso de sua necessidade, os mesmos não devem interferir na qualidade da água a ser monitorada.

3.9 - Durante o processo de perfuração é importante observar as variações do nível de água, bem como o acompanhamento e a descrição das amostras do material geológico seccionado.

4. RESPONSABILIDADE DA EMPRESA VENCEDORA

4.1 Após o término da construção, a empresa vencedora deve apresentar um relatório contendo os seguintes elementos para cada poço:

a) data de conclusão da construção;



- b) método de perfuração utilizado e tipo de fluido de perfuração (se utilizado);
- c) localização real dos poços, em planta topográfica e coordenadas cartesianas;
- d) cotas do terreno, no local do poço, antes de ser executado, e da boca de revestimento interno;
- e) diâmetro da perfuração e diâmetro interno do revestimento;
- f) profundidade total do poço;
- g) descrição do perfil geológico;
- h) materiais utilizados no revestimento, filtro, pré-filtro, junções, selo e preenchimento;
- i) dimensões e distribuição das ranhuras ou furos;
- j) no caso de se usar tela, especificar o tipo de material e abertura de malha;
- l) volume do pré-filtro utilizado;
- m) volume do selo utilizado;
- n) método de colocação do selo;
- o) procedimento utilizado para o desenvolvimento do poço.

4.2 – A contratante deverá observar as variações do nível de água, bem como o acompanhamento e a descrição das amostras do material geológico seccionado durante a perfuração.

4.3 A Contratante deverá efetuar a perfuração contemplando os componentes descritos as normas NBR 15495-1/2007.

4.4 – A empresa vencedora não poderá, sob nenhuma hipótese ou pretexto, subcontratar total ou parcialmente a execução do serviço.

4.5 – A empresa vencedora deverá arcar com as despesas de deslocamento, hospedagem e alimentação do(s) envolvido(s) na perfuração.

4.6 - Toda equipe de mão de obra a ser empregada na execução dos serviços contratados, deverá ser constituída de profissionais idôneos, qualificados para a função e integrantes do quadro permanente da contratada

4.7 - A empresa vencedora deverá fornecer aos seus funcionários todos os E.P.I.s (Equipamentos de Proteção Individual) necessários e obedecer a todas as normas de segurança no trabalho;

5. PRAZOS, LOCAL E CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO

5.1. A CONTRATADA terá um prazo de 30 dias, contado do recebimento da nota de empenho, para execução e instalação na conformidade das orientações, especificações técnicas e projetos existentes dos poços de monitoramento.

5.2. Os poços de monitoramento serão executados, no local onde será instalado o aterro sanitário municipal, na BR 158 Km 6, na localidade de palmeirinha. O local de perfuração está indicado pela



contratante no projeto de disposição final de resíduos sólidos urbanos, indicado e aprovado pelo órgão ambiental.

6. DO PAGAMENTO

6.1. O preço ajustado será pago, através da Tesouraria do Município de Coronel Vivida, diretamente em conta corrente bancária em nome do favorecido, até o 10º (décimo) dia útil do mês subsequente após a entrega da nota fiscal, sua conferência e aceitação pelo Departamento Competente.

6.2. Caso os dias previstos para pagamentos cair em finais de semana ou feriados, o pagamento será efetuado no primeiro dia útil após o feriado ou final de semana.

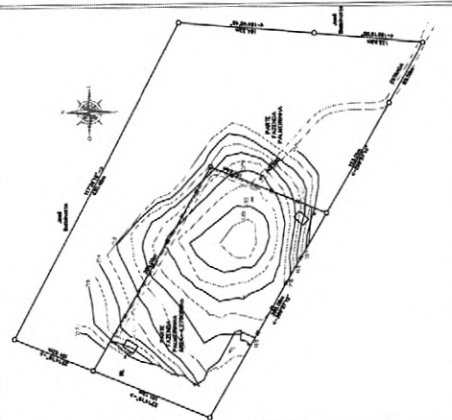
6.3. O pagamento será feito mediante crédito em conta corrente da DETENTORA.

6.4. Não será concedido nenhum reajustamento de preços no período da contratação, ressalvada a hipótese de aplicação do art. 65, Inciso II, alínea "d" da Lei nº 8.666/93, que prevê a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro inicial.

6.5. A fatura deverá ser apresentada no Setor responsável, devidamente identificada e preenchida e conter o número da licitação e da Ata de Registro de Preços.

6.6. A nota fiscal deverá estar acompanhada das certidões negativas do INSS e do FGTS, devidamente válidas, para que seja efetuado o pagamento, sendo que é de responsabilidade do fornecedor, manter durante toda a execução da contratação, em compatibilidade com as obrigações por ele assumidas, todas as condições exigidas na licitação (regularidade fiscal).

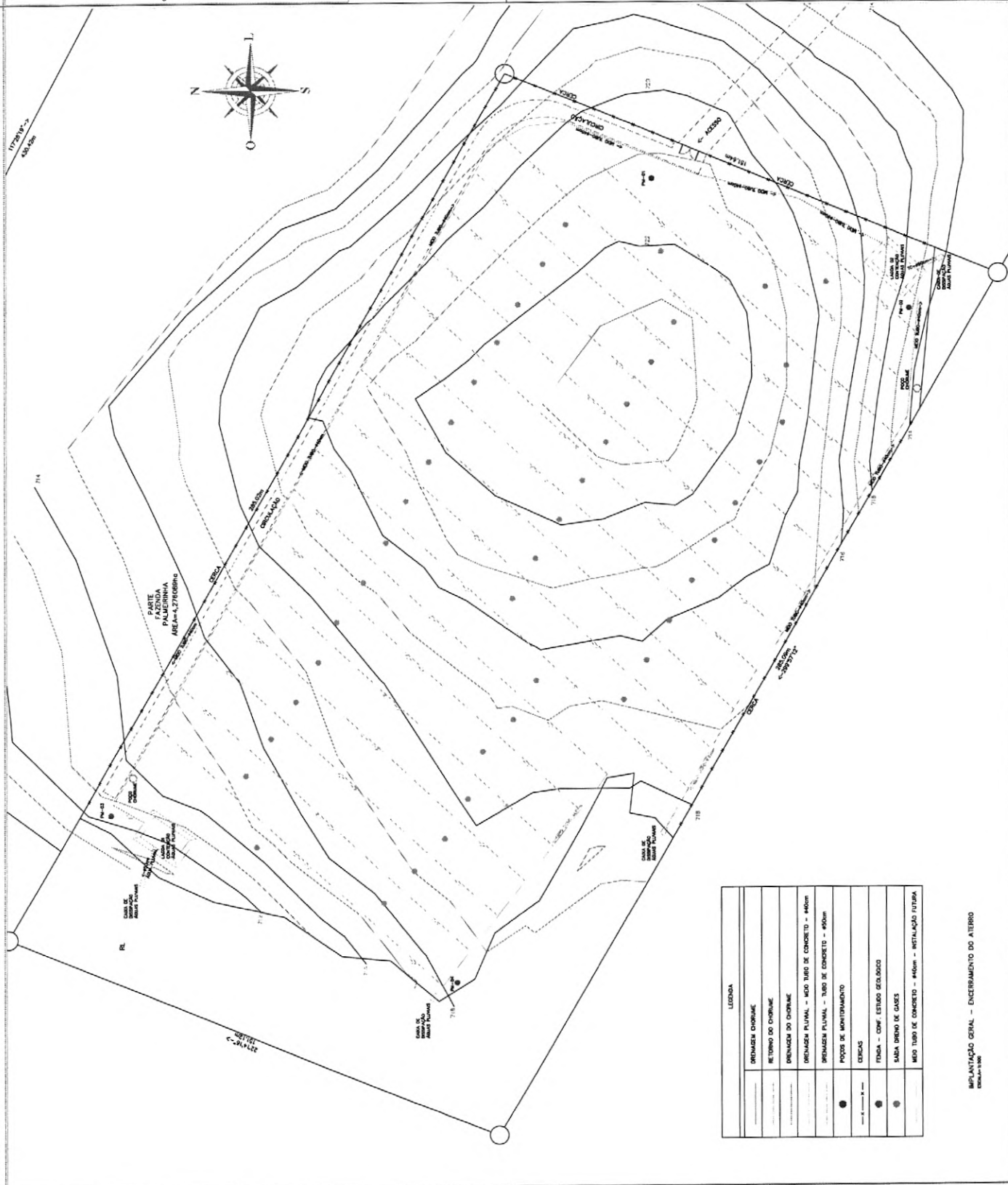
Elaine de Paula Witt
Assessora Técnica
Departamento de Meio Ambiente e Recursos Hídricos



PLANTA DE SITUAÇÃO / LOCALIZAÇÃO



SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS		03
PREFEITURA MUN. DE CORONEL VIVIDA		
IMPLANTACÃO GERAL		
ENCERBAMENTO DO ATERRO		
PROJETISTA	CEZAR A. MARTINI	
PROJETISTA	ALCIBIO ECKEL	
DATA	28.02.2019	
HÍDRICA		



LEGENDA	
—	DEMAIS CHORUME
—	RETORNO DO CHORUME
—	DEMAIS DO CHORUME
—	DEMAIS PLUVIAL - MDO TUBO DE CONCRETO - 400mm
—	DEMAIS PLUVIAL - MDO TUBO DE CONCRETO - 400mm
—	POÇOS DE MONITORAMENTO
—	CERCAS
—	FINCA - CONFE. ESTADO GELADO
—	SADA TUBO DE GASES
—	MDO TUBO DE CONCRETO - 400mm - INSTALAÇÃO FUTURA

IMPLANTACÃO GERAL - ENCRERBAMENTO DO ATERRO

NORMA
BRASILEIRA



**ABNT NBR
15495-1**

Primeira edição
18.06.2007

Válida a partir de
18.07.2007

Versão corrigida
25.05.2009

**Poços de monitoramento de águas
subterrâneas em aquíferos granulares
Parte 1: Projeto e construção**

*Monitoring wells of ground water and granular aquifers
Part 1: Design and construction*

Palavra-chave: Poço de monitoramento.
Descriptor: Monitoring wells.

ICS 13.060

ISBN 978-85-07-00488-2



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 15495-1:2007
25 páginas

©ABNT 2007



© ABNT 2007
Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito pela ABNT.

Sede da ABNT
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
20031-901 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: + 55 21 3974-2300
Fax: + 55 21 2220-1762
abnt@abnt.org.br
www.abnt.org.br
Impresso no Brasil

**Sumário**

Página

Prefácio.....	v
0 Introdução.....	vi
1 Escopo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Termos e definições.....	2
4 Requisitos de projeto e construção.....	6
4.1 Importância e uso.....	6
4.2 Caracterização da área de interesse.....	6
4.2.1 Considerações gerais.....	6
4.2.2 Reconhecimento inicial da área de interesse.....	7
4.2.3 Investigação de campo.....	7
4.2.4 Complemento do modelo hidrogeológico conceitual.....	9
5 Materiais para construção de poços de monitoramento.....	9
5.1 Considerações gerais.....	9
5.2 Água (de uso).....	9
5.3 Pré-filtro primário.....	9
5.3.1 Materiais.....	9
5.3.2 Granulometria.....	11
5.4 Tubo-filtro.....	13
5.4.1 Geral.....	13
5.4.2 Materiais.....	13
5.4.3 Acoplamentos.....	14
5.4.4 Diâmetro.....	14
5.4.5 Abertura das ranhuras.....	14
5.4.6 Comprimento do tubo-filtro.....	15
5.5 Tubo de revestimento.....	15
5.5.1 Materiais.....	15
5.5.2 Diâmetro.....	15
5.5.3 Acoplamentos.....	16
5.6 Reservatório de sedimentos.....	16
5.7 Tubo de revestimento do furo.....	16
5.7.1 Materiais.....	16
5.7.2 Diâmetro.....	16
5.7.3 Acoplamento.....	17
5.8 Selo anular.....	17
5.8.1 Bentonita.....	17
5.8.2 Cimento.....	17
5.8.3 Calda de preenchimento do furo.....	17
5.9 Pré-filtro secundário.....	19
5.9.1 Material.....	19
5.9.2 Gradação.....	19
5.10 Equipamento para injeção do selo anular.....	19
6 Construção do poço de monitoramento.....	20
6.1 Considerações gerais.....	20
6.2 Métodos de perfuração.....	20
6.3 Montagem do tubo-filtro e tubo de revestimento.....	20
6.3.1 Manipulação.....	20
6.3.2 Acoplamento.....	20
6.4 Instalação do tubo-filtro e tubo de revestimento.....	20
6.5 Instalação do pré-filtro primário.....	20

20	6.5.1	Volume do pré-filtro.....	25
21	6.5.2	Instalação da camada de pré-filtro primário.....	25
21	6.6	Retirada do revestimento temporário do furo e haste de sondagem.....	25
21	6.7	Instalação do pré-filtro secundário.....	25
21	6.8	Acomodação do pré-filtro primário.....	25
22	6.9	Instalação do selo anular de bentonita.....	25
22	6.10	Preenchimento do espaço anular.....	25
22	6.10.1	Calda de preenchimento.....	25
22	6.10.2	Procedimentos específicos para poço simples.....	25
23	6.10.3	Procedimentos específicos para poços multirrevestidos.....	25
23	6.11	Proteção do poço.....	25
23	6.11.1	Considerações gerais.....	25
23	6.11.2	Revestimento protetor.....	25
23	6.11.3	Acabamentos da instalação da porção final.....	25
24	7	Desenvolvimento de poços.....	24
24	8	Registros.....	24
24	8.1	Registro da sondagem.....	24
24	8.2	Registro da perfuração.....	24
24	8.3	Registro da construção do poço de monitoramento.....	24
25	9	Levantamento topográfico.....	25
25	9.1	Introdução.....	25
25	9.2	Referência para leituras do nível d'água.....	25
25	9.3	Coordenadas de locação.....	25
25	10	Relatório do projeto, locação e construção de poços de monitoramento.....	25

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

A ABNT NBR 15495-1 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial Temporária de Avaliação da Qualidade do Solo e da Água para Levantamento de Passivo Ambiental e Análise de Risco à Saúde Humana (CEET-00:001.68). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 02, de 28.02.2007, com o número de Projeto 00:001.68-001-1.

Esta Norma é baseada na ASTM D 5092:2004.

Esta Norma cancela e substitui a ABNT NBR 13895:1997.

A ABNT NBR 15495, sob o título geral "Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares", tem previsão de conter as seguintes partes

- Parte 1: Projeto e execução;
- Parte 2: Desenvolvimento.

Esta versão corrigida da ABNT NBR 15495-1:2007 incorpora a Errata 1 de 25.05.2009.

0 Introdução

0.1 Esta parte da ABNT NBR 15495 considera a identificação e caracterização da zona-alvo de monitoramento um componente integral do projeto e da construção do poço de monitoramento. Para tanto, recomenda-se que o desenvolvimento do projeto e construção dos poços de monitoramento se baseie no modelo conceitual hidrogeológico ou em modelos conceituais previamente definidos em função da etapa de investigação/gerenciamento da área.

0.2 Esta parte da ABNT NBR 15495 se baseia em métodos reconhecidos, pelos quais poços de monitoramento devem ser projetados e construídos com o propósito de obter dados representativos da qualidade da água subterrânea. Os procedimentos para projeto e construção descritos nesta parte da ABNT NBR 15495 aplicam-se aos programas de monitoramento da qualidade da água subterrânea e à avaliação e remediação de áreas contaminadas.

0.3 Esta parte da ABNT NBR 15495 descreve a metodologia para projetar, construir e instalar poços de monitoramento convencionais (ranhurado e com pré-filtro), para aquíferos granulares não consolidados, com uma distribuição de partículas com passagem de até 50 % do material pela peneira de malha de 200 mesh e não mais do que 20 % de partículas do tamanho de argilas (isto é, silte fino, areia com alguma argila). Para formações que tenham granulometria mais finas do que a citada (isto é, silte, argilosa, silto argilosas, e argilo silicosas), a aplicação desta parte da ABNT NBR 15495 não garantirá a obtenção de amostras de água subterrânea livres de turbidez artificial.

O projeto do poço de monitoramento, como apresentado nesta parte da ABNT NBR 15495, em combinação com as recomendações para desenvolvimento que serão apresentadas na parte 2 desta Norma, em elaboração, e práticas adequadas de manutenção e amostragem, permite a obtenção de amostras de água subterrânea livres de turbidez artificial, evita o acúmulo de sedimentos no interior do poço entre campanhas e permite a obtenção de medidas de nível de água e condutividade hidráulica precisas da profundidade monitorada (filtro). Para poços instalados em formações com granulometria mais fina do que a citada anteriormente (50 % passando por peneira de abertura de 200 mesh), normalmente é necessária a aplicação de método de purga e amostragem por baixa vazão, em combinação com projetos de poços e/ou procedimentos alternativos de monitoramento, os quais não são previstos nesta parte da ABNT NBR 15495.

0.4 A parte 2 desta Norma, em elaboração, apresentará os procedimentos de desenvolvimento de poços de monitoramento para garantir a representatividade da água subterrânea.

0.5 Esta parte da ABNT NBR 15495 não tem o propósito de abranjer todos os conceitos de segurança, no caso de existir, associados com o seu uso. É responsabilidade do usuário desta Norma estabelecer os procedimentos de saúde e segurança, e determinar a aplicabilidade das limitações legais antes do uso.

0.6 Esta parte da ABNT NBR 15495 oferece um conjunto de instruções para realizar operações específicas. Esta parte da ABNT NBR 15495 não substitui o conhecimento ou experiência e deve ser utilizada em conjunto com julgamento profissional. Todos os aspectos desta parte da ABNT NBR 15495 podem ser aplicados em todas as circunstâncias. Esta parte da ABNT NBR 15495 não pretende representar ou substituir outras normas pelas quais a adequabilidade de um dado serviço profissional deva ser julgado. Esta parte da ABNT NBR 15495 não deve ser aplicada sem a consideração dos aspectos específicos do projeto.



Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares

Parte 1: Projeto e construção

1 Escopo

1.1 Esta parte da ABNT NBR 15495 fixa os requisitos exigíveis para a execução de projeto e construção de poços de monitoramento de águas subterrâneas em meios granulares, objetivando:

- a) a obtenção de amostras representativas da qualidade da água subterrânea;
- b) a construção durável e confiável dos poços de monitoramento;
- c) a caracterização hidrogeológica adequada da área, de acordo com as necessidades de cada projeto.

NOTA Os procedimentos estabelecidos nesta parte da ABNT NBR 15495 podem ser influenciados por regulamentações legais e pelas condições específicas dos locais (geológicas, hidrogeológicas, climáticas, topográficas e geoquímicas). Para que se tenha maior eficiência na aplicação desta parte da ABNT NBR 15495, recomenda-se que seja elaborado um modelo conceitual hidrogeológico prévio ao desenvolvimento do projeto e construção dos poços de monitoramento.

1.2 Esta parte da ABNT NBR 15495 não estabelece todos os requisitos necessários ao monitoramento da água subterrânea em meios fraturados, para o que deve ser utilizada técnica adequada associada ao julgamento profissional.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas)

ABNT NBR 5732:1991, *Cimento Portland comum*

ABNT NBR 5733:1991, *Cimento Portland de alta resistência inicial*

ABNT NBR 5735:1991, *Cimento Portland de alto-forno*

ABNT NBR 5736:1991, *Cimento Portland pozolânico*

ABNT NBR 5737:1992, *Cimentos Portland resistentes a sulfatos*

ABNT NBR 9831:2006, *Cimento Portland destinado à cimentação de poços petrolíferos - Requisitos e métodos de ensaio*

ABNT NBR 11578:1991, *Cimento Portland composto*

ABNT NBR 12989:1993, *Cimento Portland branco*

ABNT NBR 13116:1994, Cimento Portland de baixo calor de hidratação

ABNT NBR 15492:2007, Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – Procedimento

ASTM D 6725:2001, Standard practice for direct push installation of prepacked screen monitoring wells in unconsolidated aquifers

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições:

3.1

aquífero

formação ou grupo de formações geológicas capazes de armazenar e conduzir água subterrânea

3.2

montonita

mineral de argila expansiva (montmorilonita sódica)

3.3

calda

materiais de baixa permeabilidade colocados no espaço anular entre o tubo de revestimento do furo e o tubo de revestimento, ou entre a parede do furo e o tubo de revestimento do furo e/ou tubo de revestimento, para manter o alinhamento dos tubos, e para prevenir o movimento da água subterrânea ou água da superfície pelo espaço anular

3.4

camada confinante

camada com condutividade hidráulica no mínimo duas ordens de grandeza mais baixa que o corpo por ela confinado

3.5

caminho de fluxo

seção definida pelas linhas do fluxo, pela qual a água pode fluir

3.6

centralizador

dispositivo utilizado para centralizar o tubo-filtro e o tubo de revestimento, no furo ou no tubo de revestimento do furo

3.7

circulação (para o método de sondagem rotativa)

movimento do fluido de perfuração do tanque de lama, através da bomba, mangueira e tubo de perfuração, espaço anular no furo, e retornando para o tanque de lama

3.8

condutividade hidráulica

habilidade de um meio poroso em transmitir um fluido, quando submetido a um gradiente hidráulico

3.9

contaminantes

organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou outros elementos, em concentrações que possam afetar a saúde humana e meio ambiente



3.10

d-10

diâmetro de uma partícula da amostra (preferivelmente em milímetros) em que 10 % do peso (seco) das partículas desta amostra são mais finos. Equivalente à abertura da malha da peneira que retém 90 % do peso seco de uma determinada amostra

3.11

d-60

diâmetro de uma partícula da amostra (preferivelmente em milímetros) em que 60 % do peso (seco) das partículas desta amostra particular são mais finos

3.12

desmoronamento do furo

entrada de material não consolidado dentro do furo devido à perda da força coesiva do material da formação

3.13

dreno

perfuração de pequeno diâmetro (normalmente $\frac{1}{4}$ ") feita no revestimento de proteção, acima da superfície do terreno, que serve como um dreno para água que possa entrar no espaço anular do revestimento

3.14

espaço anular

espaço entre a parede do furo e um tubo, ou entre dois tubos concêntricos. Ele pode incluir o espaço entre um ou mais tubos instalados num único furo, concêntricamente ou adjacentes um ao outro

3.15

filtro de ar

filtro ou uma série de filtros colocados na linha do fluxo de ar de um compressor para reduzir a presença de óleo no ar comprimido

3.16

fita PTFE

fita selante para juntas, composta de politetrafluoretileno

3.17

fluido de perfuração

fluido (líquido ou gás) que pode ser usado nas operações de perfuração para remover do furo os fragmentos do material perfurado, para limpar e resfriar a broca de perfuração, e para manter a integridade do furo durante a perfuração

3.18

furo

abertura circular criada por uma perfuração manual e/ou mecânica

3.19

junta alinhada

tubo com roscas (macho/fêmea) nas extremidades, de maneira a manter igual o diâmetro interno e externo nas emendas

3.20

linha de nível

cilindro metálico pesado ligado a uma corda de arame ou cabo, usado para controlar o posicionamento dos materiais selantes ou dos materiais do pacote filtrante, e para prevenir a formação de pontes

3.21

material da perfuração

fragmentos ou partículas do solo ou da rocha (cascalhos), com ou sem água livre, gerados pelo processo de perfuração

3.22
modelo conceitual
interpretação ou trabalho de descrição das características e dinâmicas do meio físico

3.23
nível d'água estático
elevação do topo de uma coluna de água em um poço de monitoramento ou piezômetro, que não é influenciada pelo bombeamento ou condições relacionadas à construção do poço, testes hidrológicos ou bombeamentos próximos

3.24
obturador (Packer) (poços de monitoramento)
dispositivo temporário ou dedicado, colocado no poço, que isola ou sela uma porção do poço, espaço anular do poço, ou furo em um nível específico

3.25
perfil construtivo do poço
registro que ilustra os detalhes construtivos da instalação do poço

3.26
piezômetro
poço, geralmente de pequeno diâmetro, utilizado para a medição da elevação do nível d'água

3.27
poço de monitoramento com revestimento simples
poço de monitoramento construído sem a instalação de tubo de revestimento do furo

3.28
poço multirrevestido
poço construído com revestimentos de diâmetros que diminuem com o aumento da profundidade

3.29
ponte
obstrução dentro do espaço anular, que pode impedir a circulação ou o posicionamento apropriado de materiais anulares

3.30
pré-filtro primário
areia quartzosa ou mistura de areia e cascalho limpos, de granulometria e graduação selecionados, que é instalada no espaço anular entre a parede do furo de sondagem e o tubo-filtro, estendendo-se a uma distância apropriada acima das ranhuras, com o propósito de reter e estabilizar as partículas da formação

3.31
pré-filtro secundário
areia limpa e uniformemente graduada, que é colocada no espaço anular entre o pré-filtro primário e o selo de bentonita, para evitar a intrusão da bentonita para o interior do pré-filtro primário

3.32
registro da construção do poço
registro das características construtivas do poço de monitoramento, incluindo material utilizado e perfil construtivo

3.33
registros da perfuração
registros dos trabalhos de perfuração realizados em campo

3.34
registros da sondagem
registros dos trabalhos de sondagem realizados



3.35

reservatório de sedimentos

tubo de revestimento instalado abaixo do tubo-filtro, com a finalidade de armazenar materiais de granulometria fina do pré-filtro primário ou da formação

3.36

revestimento de proteção

seção do tubo de diâmetro maior que o do tubo de poço, instalada acima da parte superior do tubo do poço de monitoramento, para promover proteção estrutural e restringir acesso não autorizado

3.37

revestimento de superfície

tubo utilizado para estabilizar o furo próximo da superfície durante a perfuração, que pode ser deixado no local ou removido após a finalização da perfuração

3.38

sapata

dispositivo fabricado com material relativamente inerte, que é posicionado na parte mais inferior do revestimento permanente (dentro ou fora), de forma a prevenir a movimentação da calda para o seu interior

3.39

superfície potenciométrica

superfície imaginária que representa a carga estática da água subterrânea. O nível d'água é uma superfície potenciométrica particular

NOTA No local onde a carga varia com a profundidade do aquífero, a superfície potenciométrica é significativa apenas se ela descrever a carga estática de uma superfície específica ou camada em particular deste aquífero. Neste caso, mais de uma superfície potenciométrica é requerida para descrever a distribuição de carga.

3.40

tampão com orifício

tampão com pequeno orifício que é instalado no topo do tubo do poço

3.41

tubo de descida

tubo usado para transportar materiais do pacote filtrante e materiais do selo anular da superfície do terreno para dentro dos furos, ou para espaços entre revestimentos do poço de monitoramento

3.42

tubo-filtro

tubo ranhurado com aberturas de largura, orientação e espaçamento uniformes, que retém o pré-filtro primário ou natural, por onde a água subterrânea flui no interior do poço

3.43

tubo de revestimento

tubo que se estende do tubo-filtro até a superfície do terreno ou acima deste

3.44

tubo de revestimento do furo

extremidades finalizadas em rosca ou cantos chanfrados para serem soldados em campo para resistir à pressão da perfuração, no avanço do furo, ou para isolar a zona monitorada, ou combinação de ambos

3.45

unidade hidrológica

camada geológica que pode ser diferenciada de acordo com a capacidade de produzir e transmitir fluidos. Os aquíferos e as camadas confinantes são tipos de unidades hidrológicas. Os limites das unidades hidrológicas podem não necessariamente corresponder tanto lateral quanto verticalmente as formações litoestratigráficas

3.46
uniformemente graduada
 definição quantitativa da distribuição de tamanhos de partículas. Consiste na maioria das partículas serem aproximadamente do mesmo diâmetro. Um material granular é considerado uniformemente graduado quando o coeficiente de uniformidade é menor que cinco

3.47

zona-alvo de monitoramento

caminho de fluxo da água subterrânea de uma área ou onde serão instaladas as seções ranhuradas dos poços de monitoramento. A zona-alvo de monitoramento deve ser a camada onde existe uma razoável expectativa de um poço instalado verticalmente interceptar os contaminantes em migração

3.48

zona saturada

zona hidrológica na qual todos os interstícios entre as partículas do material geológico ou todas as fendas, fraturas ou canais de dissolução em uma unidade de rocha consolidada são preenchidos com água sob pressão maior que a atmosférica

3.49

tubo-filtro com pré-filtro montado

tubo-filtro com o pré-filtro incorporado no tubo filtro, formando uma estrutura integrada, basicamente constituída de dois tubos concêntricos com o espaço anular entre os dois preenchidos com material granular, ou montado em um-tubo filtro ranhurado convencional, envolvido por uma tela de aço inox e com o espaço anular entre os dois preenchido com material granular

4 Requisitos de projeto e construção

4.1 Importância e uso

Um sistema de poços de monitoramento de água subterrânea adequadamente projetado e construído fornece informações essenciais para decisões referentes a um ou mais dos seguintes aspectos relativos ao monitoramento da água subterrânea:

- a) propriedades geológicas e hidráulicas do aquífero e aquífero;
- b) superfície(s) potenciométrica(s) de unidade(s) hidrologica(s) particular(es);
- c) qualidade da água subterrânea, em função dos parâmetros indicadores de interesse;
- d) características de migração de substâncias naturais e/ou antropogênicas na água subterrânea.

4.2 Caracterização da área de interesse

4.2.1 Considerações gerais

A mecânica do solo, aspectos geomorfológicos, estrutura geológica, estratigrafia, aspectos sedimentares, bem como o tipo e comportamento das substâncias de interesse, devem ser considerados, juntamente com os conhecimentos sobre o movimento da água subterrânea, para a implantação do projeto do poço de monitoramento. Deste modo, previamente à elaboração do projeto e construção do poço de monitoramento, é recomendado que seja desenvolvido um modelo hidrogeológico conceitual que identifique o sentido de fluxo e a(s) zona(s) de interesse para o monitoramento. O desenvolvimento do modelo hidrogeológico conceitual é obtido em duas etapas:

- a) reconhecimento inicial da área de interesse; e



b) investigação de campo.

Quando a hidrogeologia de uma área é relativamente simples e bem documentada na literatura, o reconhecimento inicial pode fornecer informações suficientes para identificar o sentido de fluxo e a(s) zona(s)-alvo para o monitoramento. No entanto, em áreas com informações disponíveis limitadas ou de geologia complexa, uma investigação de campo é geralmente necessária para o desenvolvimento completo do modelo hidrogeológico conceitual.

4.2.2 Reconhecimento inicial da área de interesse

O objetivo desta etapa é identificar e localizar as zonas de maior potencial para migração de fluidos da área de interesse, sendo este o primeiro passo para a seleção da(s) zona(s)-alvo para o monitoramento da água subterrânea.

4.2.2.1 Levantamento histórico de informações e pesquisa bibliográfica

Devem ser coletados e revisados todos os dados de campo, de laboratório, mapas topográficos, imagens aéreas, registros de uso e ocupação do solo (atual e passada), mapas geológicos, hidrogeológicos e pedológicos, levantamento de recursos minerais, poços de abastecimento e monitoramento existentes no entorno, informações pessoais de perfuradores de poços da região, relatórios geotécnicos etc. da área de interesse.

4.2.2.2 Reconhecimento de campo

No início da investigação deve-se identificar e descrever os tipos de solo e rochas em afloramentos existentes na área de interesse e do seu entorno. Deve-se dar atenção especial à cor do solo e às mudanças de textura, escorregamentos de terra, presença de aterro, afloramentos d'água e nascentes no interior ou proximidades da área de interesse.

4.2.2.3 Modelo hidrogeológico conceitual preliminar

A hipótese de distribuição das unidades predominantes de solo e rocha, elaborada a partir dos dados obtidos no levantamento histórico de informações e reconhecimento de campo, deve ser utilizada no desenvolvimento de um modelo hidrogeológico conceitual preliminar. Em áreas onde a geologia é relativamente uniforme, bem documentada na literatura e sendo esta condição comprovada pelo reconhecimento de campo, um refinamento ou atualização do modelo hidrogeológico conceitual preliminar pode não ser necessário, a menos que não se confirme o modelo hidrogeológico conceitual durante as atividades de perfuração.

4.2.3 Investigação de campo

O objetivo da investigação de campo é aprimorar o modelo hidrogeológico conceitual preliminar, de maneira que a(s) zona(s)-alvo de monitoramento seja(m) selecionada(s) antes da instalação do poço de monitoramento.

4.2.3.1 Sondagens exploratórias

Pesquisa da subsuperfície, por meio da realização de sondagens para coleta de material, com a finalidade de caracterizar o fluxo da água subterrânea, concebido no reconhecimento inicial. Para tanto, é importante que sejam definidas a porosidade, a condutividade hidráulica, a granulometria, a litologia e a estrutura de cada unidade hidrogeológica. As sondagens exploratórias devem atingir as profundidades necessárias para fornecerem as informações hidrogeológicas para a determinação do caminhamento de fluxo e/ou zona de monitoramento.

4.2.3.2 Amostragem

As propriedades físicas dos solos não devem ser determinadas somente com base na identificação ou classificação de campo, mas também por ensaios de laboratório ou de campo. Amostras representativas de solo e/ou rochas provenientes das sondagens exploratórias devem ser coletadas e armazenadas segundo os procedimentos definidos pela agência reguladora, com base em normas específicas sobre o assunto.

4.2.3.3 Registros das sondagens

É necessário documentar todas as ocorrências, informações e procedimentos adotados durante a execução de cada perfuração e ensaio de cava.

Os registros das sondagens devem incluir dados sobre a localização dos furos, informações sobre as amostras para cada material identificado, tanto por símbolos ou descrições, podendo incluir, caso existam, os dados geotécnicos. A descrição tátil-visual de todas as amostras de solo deve ser feita de acordo com a ABNT NBR 15492. Devem ser registradas todas as ocorrências de surgências, fugas e níveis d'água durante as perfurações. Os registros das perfurações devem ser acompanhados de um relatório que inclua a descrição da área investigada; um mapa georreferenciado em UTM (referência do datum utilizado), com localização de cada sondagem exploratória ou cava, ou ambas.

Na instalação de poços de monitoramento de águas subterrâneas, a investigação de campo pode variar significativamente em função da disponibilidade, ou não, de dados confiáveis da área. De maneira geral, o procedimento deve seguir as etapas:

levantamento de dados sobre as condições reais da superfície e subsuperfície;

b) interpretação dos dados;

c) desenvolvimento de um modelo conceitual das condições da área; e

d) localização dos poços de monitoramento em função das três etapas anteriores.

Os poços de monitoramento devem ser constituídos somente quando as condições geológicas e hidrogeológicas da área forem suficientemente entendidas. Os poços de monitoramento são frequentemente utilizados como parte de um programa geral de investigação da área para um objetivo específico, como por exemplo, para determinar a extensão de uma contaminação ou para prever a eficiência da remediação. Nestes casos, informações geotécnicas e hidrogeológicas adicionais podem ser necessárias, além daquelas apresentadas na seção 6 desta parte da ABNT NBR 15495.

4.2.3.4 Exploração geofísica

Os levantamentos geofísicos podem ser adicionados aos dados do reconhecimento de campo (ver 4.2.2), para auxiliar a interpretação do substrato entre as sondagens. Métodos de geofísica de superfície são particularmente valiosos quando diferenças significativas entre as propriedades dos materiais forem identificadas. Métodos de perfuração geofísica podem ser úteis para confirmar condições geológicas específicas na subsuperfície ou para poços já existentes.

4.2.3.5 Sentido de fluxo da água subterrânea

Geralmente, o sentido de fluxo da água subterrânea é determinado a partir do gradiente hidráulico vertical e horizontal dentro de cada linha de fluxo conceitual. No entanto, em função de a água se mover através do caminho de menor resistência, o sentido de fluxo pode ser oblíquo ao gradiente hidráulico (por exemplo, paleocanais, condições anisotrópicas etc.). O sentido de fluxo é determinado pela instalação de piezômetros nas perfurações exploratórias. A profundidade e a localização de cada piezômetro dependem das conexões entre as linhas de fluxo conceituais e suas direções laterais de fluxo. Seguindo uma avaliação cuidadosa, é possível utilizar poços privados ou públicos existentes para obter informações sobre o nível d'água. A integridade construtiva de tais poços deve ser verificada de maneira a garantir que os níveis d'água obtidos sejam representativos somente das zonas de interesse. Seguindo a coleta de dados dos níveis d'água, deve-se preparar um mapa potenciométrico. As linhas de fluxo são determinadas pelas linhas perpendiculares, ou quase, as linhas equipotenciais.



4.2.4 Complemento do modelo hidrogeológico conceitual

Uma série de seções hidrogeológicas transversais deve ser elaborada para aprimorar o modelo hidrogeológico conceitual. Isto pode ser realizado através da elaboração dos perfis de solo e rochas verificados nos registros de sondagens e cavas, nas interpretações de tais registros utilizando as inter-relações geológicas entre os dados de solos e rochas verificados no reconhecimento inicial ou através dos métodos geofísicos. A extrapolação de dados para áreas adjacentes deve ser feita somente em locais onde se saiba que existam condições geológicas uniformes na subsuperfície. O próximo passo é integrar os dados dos perfis com as informações dos piezômetros, tanto para os gradientes verticais quanto horizontais. Redes de fluxo em plantas e em seções transversais podem ser necessárias. Em sequência à análise dessas informações, podem ser tiradas conclusões de qual(is) seja(m) a(s) zona(s)-alvo apropriada(s) para monitoramento.

5 Materiais para construção de poços de monitoramento

5.1 Considerações gerais

Os materiais utilizados na construção de poços de monitoramento e que entrem em contato com a água a ser amostrada não devem alterar de maneira mensurável a qualidade química da amostra para as substâncias a serem avaliadas. O tubo de revestimento, tubo-filtro e os equipamentos de injeção dos selos anulares devem ser limpos com vapor ou água imediatamente antes da instalação do poço, ou devem ter garantia quanto à limpeza pelo fornecedor e ser entregues ou conduzidos à área em embalagem de proteção adequada para preservar a limpeza dos materiais até a sua instalação.

5.2 Água (de uso)

A água utilizada no processo de perfuração para o preparo das caldas e limpeza dos tubos de revestimento, dos tubos-filtro e equipamentos de injeção do selo anular deve ser obtida de uma fonte de qualidade conhecida e que não contenha compostos que possam comprometer a integridade das amostras. Devem ser preservadas amostras da água utilizada para os procedimentos supracitados para servirem como controle de qualidade até o término de pelo menos uma campanha de amostragem, análise e interpretação da qualidade da água subterrânea. Os procedimentos adotados devem ser devidamente documentados [ver seção 10 b)].

5.3 Pré-filtro primário

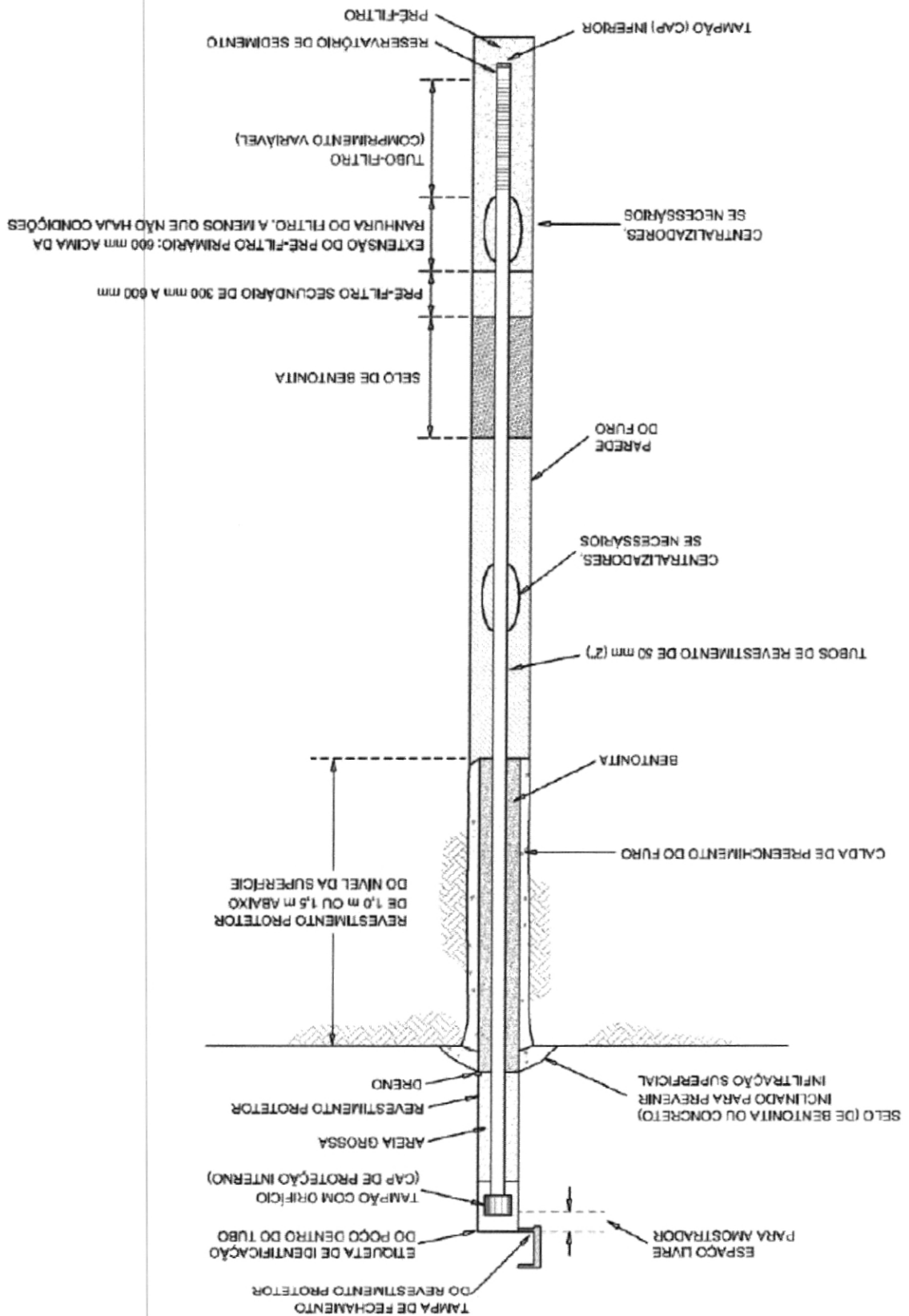
A finalidade do pré-filtro primário é reter o material da formação enquanto permite a passagem da água subterrânea para o interior do poço e estabilizar a formação. A definição do pré-filtro primário é baseada na distribuição do tamanho dos grãos da formação que devem ser retidos. A granulometria do material do pré-filtro deve ser fina o suficiente para reter a formação, porém sem restringir o movimento da água subterrânea através do poço. As aberturas da ranhura do tubo filtro devem ser definidas em função do projeto do pré-filtro. Após o desenvolvimento, um poço de monitoramento com um pré-filtro e tubo-filtro, definidos e instalados de forma adequada, produzirá água livre de turbidez artificial.

5.3.1 Materiais

O pré-filtro primário é instalado no espaço anular formado entre o tubo-filtro e a parede da perfuração, e é composto por um material granular de química conhecida e granulometria selecionada (variando entre cascalho e areia fina lavada, dependendo da distribuição granulométrica do material da formação). O pré-filtro primário deve ser uniforme e composto predominantemente (no mínimo 95 %) por partículas quartzosas, lavadas e peneiradas.

NOTA É vedado o uso de mantas geotêxteis como elemento do pré-filtro primário.

Figura 1 — Projeto de poço de monitoramento com revestimento simples



5.3.2 Granulometria

A definição da gradação de granulometria do pré-filtro é baseada na teoria da retenção mecânica dos materiais da formação.

5.3.3.1 Para materiais que possuem granulometria relativamente grossa (isto é, cascalho e areias grossas, finas e médias), a distribuição do tamanho das partículas do pré-filtro primário é determinada pelo cálculo do tamanho do d-30 (30 % mais fino), do tamanho do d-60 (60 % mais fino) e do tamanho do d-10 (10 % mais fino) do pré-filtro. O primeiro ponto da curva de distribuição granulométrica é o tamanho d-30. O material do pré-filtro primário é selecionado normalmente para ter um d-30, que é aproximadamente 4 vezes a 6 vezes maior do que o tamanho d-30 do material da formação que foi retido (ver Figura 2). A multiplicação por um fator 4 é usada se a granulometria do material da formação for relativamente fina, bem distribuída ou uniforme (pequena variação no tamanho das partículas). Um fator de 6 é usado quando a granulometria do material da formação for relativamente grossa e mal distribuída ou desuniforme (grande variação no tamanho das partículas). Isto resulta que 70 % do material do pré-filtro terá um tamanho de 4 vezes a 6 vezes maior do que o d-30 do material da formação, assegurando que o pré-filtro será mais condutivo do que o material da formação, permitindo um fluxo sem restrição da água subterrânea para dentro do poço de monitoramento.

Os dois outros pontos da curva de distribuição granulométrica são o tamanho d-60 e d-10, selecionados de forma a possuir uma relação (coeficiente de uniformidade) menor do que 2,5. Isto assegura que o pré-filtro é uniforme (ver Nota 2). O d-60 e o d-10 do material do pré-filtro primário são calculados por um processo de tentativa e erro, usando um tamanho de grão próximo do d-30 do pré-filtro primário. Após a determinação do d-30, d-60 e d-10 do pré-filtro, deve ser ajustada uma curva entre estes pontos. O passo final no projeto do pré-filtro primário é especificar os limites do tamanho dos grãos deste pacote, o qual define a variação aceitável no tamanho dos seus grãos. A variação no tamanho dos grãos permitida para os dois lados da curva é de 8 %. Com a definição dos limites do tamanho dos grãos do pacote filtrante em ambos os lados da curva de distribuição granulométrica do pré-filtro, o seu projeto está completo, devendo ser adquirido um material com uma distribuição granulométrica o mais próxima possível da curva obtida.

5.3.3.2 Caso a granulometria do material da formação seja predominantemente fina (mais fino do que areia fina a muito fina), pode ocorrer a movimentação de partículas de solo para o interior do poço e a formação de canais na formação. Para prevenir esta erosão, o seguinte critério deve ser seguido no projeto do pré-filtro primário:

$$\frac{d - 15 \text{ do pré - filtro}}{d - 85 \text{ da formação}} \leq 4 \text{ a } 5 \text{ e} \quad \dots(1)$$

$$\frac{d - 15 \text{ do pré - filtro}}{d - 15 \text{ da formação}} \geq 4 \text{ a } 5 \quad \dots(2)$$

A equação 1 é o critério fundamental para prevenir a movimentação de partículas pelo pré-filtro, enquanto que a equação 2 é o critério que assegura que a condutividade hidráulica do pré-filtro será maior. Este último critério tem o mesmo propósito de multiplicar o valor do d-30 da formação por um fator de 4 a 6 para os materiais com granulometria mais grossa. Deve ser considerado que pelos métodos convencionais de instalação (tubo de descida e lançamento da superfície), o pré-filtro possível de ser instalado não deve possuir um tamanho de partícula inferior a 0,20 mm a 0,50 mm, que deve ser utilizado com um tubo-filtro com abertura de ranhura não superior a 0,20 mm. Materiais mais finos do que os mencionados não podem ser posicionados por meio dos métodos convencionais (tubo de descida e lançamento da superfície), sendo nestas situações necessário para uma instalação adequada do pré-filtro usar poços com os pré-filtros montados na superfície, tipo construtivo não abordado nesta parte da ABNT NBR 15495. Por princípio, para que a retenção mecânica ocorra de forma eficiente, é necessário que o pré-filtro possua de 2 vezes a 3 vezes o diâmetro do grão a ser retido.

NOTA 1 Formações que são predominantemente finas requerem que o material do pré-filtro também possua granulometria fina (areia fina a muito fina), resultando que o projeto e a instalação de poços de monitoramento nestas formações sejam difíceis. Sabendo-se que a abertura das ranhuras do tubo-filtro deve reter os materiais do pré-filtro, deve ser considerado que o menor tamanho de grão do pré-filtro estará limitado aos tubos-filtros disponíveis no mercado.

NOTA 2 A prática comum de utilizar a mesma combinação de pré-filtro com tubo-filtro, em todos os locais a serem investigados (por exemplo, areia com granulometria de 2,0 mm a 3,0 mm e tubo-filtro com abertura de 0,75 mm), independentemente das características da formação (distribuição granulométrica), pode resultar na contaminação constante do poço e no aumento significativo da turbidez das amostras a serem coletadas, se instalados em formações com granulometria mais fina do que aquela para o qual o projeto se aplica. Tal prática também poderá resultar na perda excessiva de material do pré-filtro, no possível colapso do filtro, na invasão do material localizado acima do pré-filtro (seu secundário, seja anular, calda de preenchimento e material da formação), quando instalados em formações com granulometria mais grossa do que aquela para o qual o projeto se aplica. Por estas razões, esta prática não é recomendada e deve ser evitada.

NOTA 3 Em situações onde é muito difícil a instalação de poços montados de forma convencional, devido a necessidade de um posicionamento exato do pacote filtrante (material em suspensão, fluxo vertical), ou onde materiais finos são predominantes na constituição da formação, uma alternativa para a construção de poços de monitoramento é instalar o tubo-filtro e o pré-filtro conjuntamente, conforme ASTM D 6725. Em algumas situações, esta prática é a única forma de garantir que o material do pré-filtro com a granulometria necessária será instalado completamente ao redor do tubo-filtro e na posição vertical planejada.

NOTA 4 Ensaios de laboratório têm demonstrado que um pré-filtro, perfeitamente dimensionado (granulometria), com espessura menor do que 1,27 mm (1/2"), releve com sucesso a movimentação de partículas, independentemente da velocidade de movimentação da água através do pré-filtro.

5.3.3.3 A limitação da filtração mecânica para poços de monitoramento é definida pelo material mais fino possível de ser instalado na prática, via poços pré-montados (pré-fabricados ou pré-filtro montado na superfície), com pré-filtro formado por pó de sílica com tamanho de grão de 0,075 mm (200 mesh), revestido com tela de aço inoxidável ou outro material compatível. O uso deste material no pré-filtro irá reter materiais com tamanho de sile, mas não argila. Formações com porcentagens baixas de argila (menores do que 20%) podem ser monitoradas com sucesso, desde que os poços sejam desenvolvidos adequadamente. Por esta razão, em formações em que mais de 50% das partículas passam em peneira com abertura de malha de 200 mesh (0,075 mm) e tendo mais do que 20% de argila, não é recomendado o monitoramento pelo emprego de poços com projeto convencional.

NOTA 1 Para uma filtração mecânica efetiva em formações com teor superior a 50% de finos, o material do pré-filtro deve ser constituído por partículas com tamanho de siles de forma a atender aos critérios definidos anteriormente, o que não é possível de ser aplicado na prática, uma vez que o seu posicionamento não é possível e não existe tubo-filtro com abertura de ranhura que possibilite a retenção destes materiais.

NOTA 2 O material do pré-filtro primário deve ter granulometria o mais uniforme possível, em função do tamanho das ranhuras do tubo-filtro. O ideal é que o coeficiente de uniformidade (o quociente de passagem dos 60%, d-60 dividido pelos 10% passantes d-10) seja 1,0 (ou seja, o d-60 e o d-10 devam ser iguais). No entanto, um coeficiente de uniformidade de 2,5 é mais prático e alcançável para todas as faixas de granulometria de pré-filtro. O valor de 2,5 deve ser visto como valor máximo, não como um valor ideal.

NOTA 3 O material do pré-filtro primário deve ser fornecido em embalagem plástica, estanque e inerte, contendo informações sobre o material, como: granulometria, coeficiente de uniformidade, arredondamento, peso específico a seco e as características físico-químicas do material.

NOTA 4 Apesar de não ser recomendado nesta parte da ABNT NBR 15495, um projeto pode requerer a perfuração e instalação do poço em uma só fase de trabalho. Neste caso, o material do pré-filtro pedido é entregue no local da obra antes que as amostras de solo sejam coletadas. Nessas situações, sugere-se que a utilização de seções filtrantes e pré-filtros seja de acordo com os valores estabelecidos em 5.4.4.

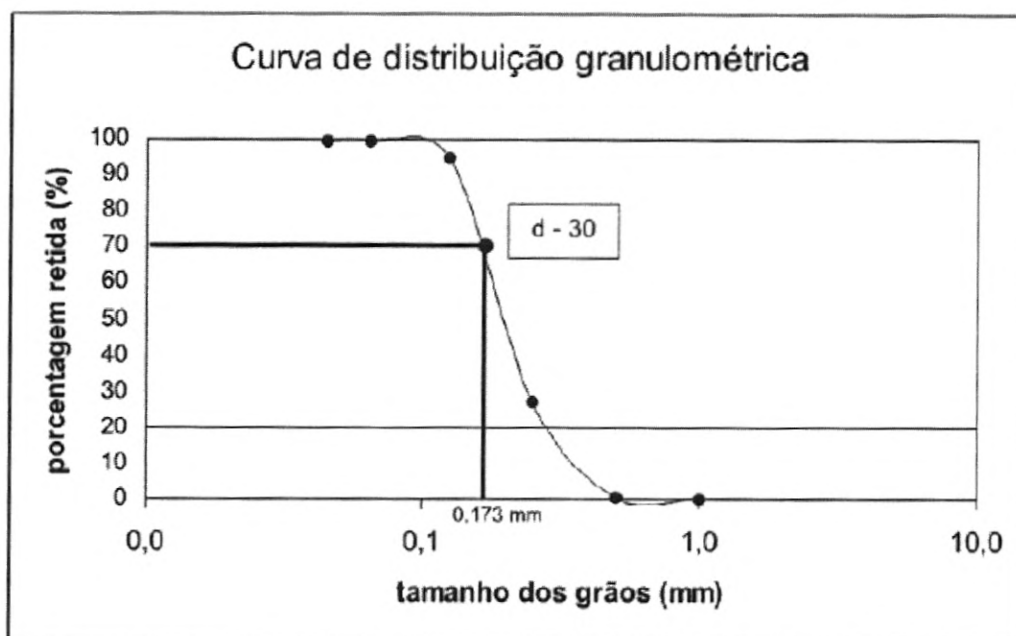


Figura 2 — Exemplo de curva granulométrica para definição dos tamanhos dos grãos de pré-filtro

5.4 Tubo-filtro

5.4.1 Geral

A função do tubo-filtro é possibilitar o fluxo da água subterrânea da formação pelo poço, enquanto retém o material do pré-filtro primário. Para tanto, a abertura das ranhuras deve ser pequena o suficiente para reter a maior parte ou todo material do pré-filtro e largo o suficiente para manter a velocidade de fluxo da água subterrânea da interface tubo-filtro/pré-filtro para a formação, menor do que 0,03 m/s. Se a velocidade da água subterrânea exceder o valor mencionado na entrada do tubo filtro, pode ser gerada uma condição de fluxo turbulento, resultando na mobilização de sedimentos da formação e redução da eficiência do poço.

5.4.2 Materiais

O tubo-filtro deve ser novo, produzido com matérias-primas não recicladas, ranhurado por máquina em processo industrial ou enrolado continuamente com fios, e composto pelos materiais mais adequados ao ambiente a ser monitorado e às características químicas do contaminante. O tubo-filtro deve ser fechado com um tampão (cap ou plugue) na sua parte inferior. O tampão (cap ou plugue) deve ser de material compatível com o tubo-filtro. O acoplamento do tampão ao tubo-filtro deve ter a capacidade de suportar os esforços da instalação e desenvolvimento do poço sem soltar-se ou estragar-se. Os tubos-filtro devem ser limpos com vapor, ou água, imediatamente antes da instalação do poço, ou devem ter garantia quanto à limpeza pelo fornecedor, e ser entregues ou conduzidos ao local de instalação do poço embalados de forma a preservar a limpeza realizada.

É vedado o uso de tubos-filtro ranhurados por processos manuais (serras, furadeiras, queima etc.). Isso se deve ao fato de esses processos acarretarem na variabilidade dimensional da abertura da ranhura, no comprometimento da área aberta do tubo-filtro, além da exposição de superfícies do material suscetíveis a fenômenos de sorção, lixiviação, corrosão e alterações químicas.

5.4.3 Acoplamentos

O acoplamento do tampão ao tubo-filtro e as seções de tubo-filtro não devem ser colados ou soldados com solventes de qualquer tipo, uma vez que as colas e solventes podem alterar as características das amostras. Quando forem utilizados anéis de vedação (o-rings), eles devem ser confeccionados de materiais que não alterem a qualidade da amostra.

NOTA Os tubos-filtro mais comuns são construídos em PVC, aço inoxidável ou materiais fluor-polímeros.

5.4.4 Diâmetro

O diâmetro interno nominal mínimo do poço deve ser escolhido em função de diversos fatores, tais como:

- equipamentos de perfuração;
- disponibilidade de materiais de construção do poço;
- equipamentos a serem introduzidos no interior do poço;
- volume de água necessário de amostras;
- objetivo do programa de amostragem etc.

No entanto, na maioria dos casos, um diâmetro interno mínimo de 50 mm é necessário para permitir a introdução e retirada dos instrumentos de amostragem.

5.4.5 Abertura das ranhuras

A abertura das ranhuras deve ser determinada em função da análise dos tamanhos dos grãos, do intervalo da formação a ser monitorada e da granulometria do material do pré-filtro (ver Tabela 1). O tamanho e arranjo das aberturas devem reter no mínimo 90% e, preferivelmente, 99%, do pré-filtro. O método para a determinação adequada da granulometria do pré-filtro está apresentado em 5.3.2.

Tabela 1 — Características de pré-filtro recomendadas para os tamanhos padrões das aberturas das ranhuras

Tamanho da abertura da ranhura	mm	Nomenclatura da peneira	mm	Tamanho em que 1% dos grãos passam (d-1)	mm	Tamanho efetivo (d-10)	mm	Tamanho em que 30% dos grãos passam (d-30)	Variação do coeficiente de uniformidade	Grau de arredondamento
0,125	100	0,09 a 0,12	0,14 a 0,17	0,17 a 0,21	1,3 a 2,0	2 a 5				
0,25	20 a 40	0,25 a 0,35	0,4 a 0,5	0,5 a 0,6	1,1 a 1,6	3 a 5				
0,50	10 a 20	0,7 a 0,9	1,0 a 1,2	1,2 a 1,5	1,1 a 1,6	3 a 6				
0,75	10 a 20	0,7 a 0,9	1,0 a 1,2	1,2 a 1,5	1,1 a 1,6	3 a 6				
1,0	8 a 12	1,2 a 1,4	1,6 a 1,8	1,7 a 2,0	1,1 a 1,6	4 a 6				
1,5	6 a 9	1,5 a 1,8	2,3 a 2,8	2,5 a 3,0	1,1 a 1,7	4 a 6				
2,0	4 a 8	2,0 a 2,4	2,4 a 3,0	2,6 a 3,1	1,1 a 1,7	4 a 6				

5.4.6 Comprimento do tubo-filtro

5.4.6.1 Considerações gerais

O comprimento do tubo-filtro deve representar o intervalo a ser monitorado, em função do modelo hidrogeológico conceitual estabelecido.

5.4.6.2 Filtro curto

A instalação de filtro curto, com comprimento máximo de 2 m, é indicada para situações onde exista:

- a) complexidade geológica;
- b) necessidade de caracterização mais precisa da qualidade da água no intervalo a ser monitorado.

5.4.6.3 Filtro longo

A instalação de filtro longo, com comprimento superior a 2 m, é aconselhável em situações onde:

- a) a litologia for relativamente homogênea;
- b) a pluma possuir uma distribuição vertical homogênea;
- c) houver ausência de fluxo vertical;
- d) existir a necessidade de atender a objetivos específicos de amostragem.

NOTA A instalação de filtro com comprimento superior a 3 m pode causar efeitos indesejáveis, tais como:

- a) conduzir os contaminantes para zonas previamente isentas de contaminação, aumentando a extensão vertical da pluma;
- b) amostras com concentrações inferiores à da pluma interceptada, em função de efeitos de diluição ocorridos no poço.

5.5 Tubo de revestimento

5.5.1 Materiais

O tubo de revestimento deve ser novo, produzido com matérias-primas não recicladas e composto pelos materiais mais adequados ao ambiente a ser monitorado e às características químicas do contaminante, e deve ser compatível com o tubo-filtro (material, diâmetro e acoplamento). Deve também possuir espessura de parede e juntas (conexões) que resistam aos esforços de instalação e desenvolvimento dos poços. Os tubos de revestimento devem ser limpos com vapor, ou água, imediatamente antes da instalação do poço, ou devem ter a limpeza garantida pelo fornecedor, e ser entregues ou conduzidos ao local de instalação do poço embalados, de forma a preservar a limpeza.

NOTA Os tubos de revestimentos mais comuns são construídos em PVC, aço inoxidável ou materiais flúor-polímeros.

5.5.2 Diâmetro

O diâmetro interno nominal mínimo do poço deve ser escolhido em função de diversos fatores, tais como:

- a) equipamentos de perfuração;
- b) disponibilidade de materiais de construção do poço;

- c) equipamentos a serem introduzidos no interior do poço;
 - d) volume de água necessário de amostras;
 - e) objetivo do programa de amostragem etc.
- No entanto, na maioria dos casos, um diâmetro interno mínimo de 50 mm é necessário para permitir a introdução e retirada dos instrumentos de amostragem.

5.5.3 Acoplamentos

Os acoplamentos dos tubos de revestimento devem proporcionar vedação, a fim de se evitar a infiltração pelas emendas de líquidos provenientes de zonas não monitoradas. Recomenda-se o uso de acoplamentos rosqueados, não devendo ser usados acoplamentos colados ou soldados com solventes de qualquer tipo, uma vez que as colas e solventes podem alterar as características das amostras. Acoplamentos com rosca fina devem ser revestidos com fita de PTFE. Na maioria dos casos, acoplamentos rosqueados com perfis quadrados, ou trapézoidais utilizam anéis de vedação (o-rings), os quais devem ser confeccionados de materiais que nãobrem a qualidade da amostra. Acoplamentos com junta alinhada são os mais recomendados.

NOTA O preenchimento do espaço anular acima do selo anular, conforme 6.9, complementará a vedação externa dos acoplamentos dos tubos de revestimento.

5.6 Reservatório de sedimentos

Tubo de revestimento, geralmente do mesmo diâmetro e do mesmo material do tubo-filtro fixado na sua extremidade inferior e fechado com um tampão, com a finalidade de armazenar materiais de granulometria fina do pré-filtro primário ou da formação, captados pelo poço durante o seu desenvolvimento. Um furo lateral deve ser feito no fundo do reservatório em poços que secam em determinada época do ano, com a finalidade de evitar o acúmulo de água durante este período. Este reservatório deve ser limpo periodicamente, para evitar o acúmulo de sedimentos por longos períodos, minimizando os riscos de alteração da geoquímica da água a ser amostrada.

5.7 Tubo de revestimento do furo

Em determinadas condições, é necessária a utilização de tubos de revestimento do furo para evitar a comunicação entre águas de zonas distintas, os quais podem ser temporários ou permanentes. Sempre que possível, é preferível a utilização de tubos permanentes. As subseqües a seguir aplicam-se tanto para os tubos de revestimento dos furos temporários quanto para os permanentes.

5.7.1 Materiais

O tipo de material e a espessura da parede devem ser adequados para suportar os esforços da instalação. Todos os tubos de revestimento do furo devem ser limpos e descontaminados, interna e externamente, antes da sua instalação.

5.7.2 Diâmetro

Na instalação de poços de monitoramento, podem ser utilizados tubos de revestimentos do furo de diversos diâmetros, em função das características geológicas subsuperficiais dos locais a serem perfurados. O diâmetro do tubo de revestimento do furo, para poços com instalação de pré-filtro, deve ser selecionado de forma que um espaçamento anular de no mínimo de 50 mm (2") seja mantido entre o diâmetro interno do revestimento do furo e o maior diâmetro externo do tubo de revestimento. Atenção especial deve ser dada quando o acoplamento do tubo de revestimento e tubo-filtro não for com junta alinhada.



5.7.3 Acoplamento

As extremidades de cada seção do revestimento devem possuir rosca macho-fêmea ou encaixes para solda (térmica), proporcionando vedação, a fim de se evitar a infiltração pelas emendas de líquidos provenientes de zonas não monitoradas.

5.8 Selo anular

O material usado deve ser preparado como uma lama, ou na forma seca, como *pellets*, grânulos ou cavacos. Devem ser selecionados para serem compatíveis com o ambiente geológico, hidrogeológico e condições climáticas, e a qualquer condição induzida pelo homem, antecipadamente previstas de ocorrer ao longo da vida útil do poço de monitoramento.

5.8.1 Bentonita

A bentonita deve ser fornecida na forma de pó, grânulos, *pellets* e cavaco, acondicionados de forma adequada, livres de impurezas que possam alterar a qualidade da água da amostra. *Pellets* são unidades na forma de esferas ou cilindros, formados pela compressão de bentonita em pó. Os cavacos são mais grossos do que os *pellets*, com forma irregular e mais larga. O diâmetro dos *pellets* ou cavacos selecionados para a construção dos poços de monitoramento devem ser menores do que um quinto (1/5) do tamanho do espaço anular onde ele será colocado, para reduzir o potencial de formação de pontes. Os grânulos consistem em partículas grossas de bentonita, tipicamente menores do que 5,0 mm.

NOTA É recomendado verificar a qualidade da água da formação, na qual a bentonita será instalada, para assegurar que a hidratação irá ocorrer. Água com alta concentração de cloro, de certos solventes orgânicos e de hidrocarbonetos de petróleo, pode inibir a hidratação da bentonita e tornar inoperante o selo anular instalado.

5.8.2 Cimento

Cada tipo de cimento possui pequenas diferenças de características que podem ser apropriadas sob variadas condições físico-químicas. O cimento deve ser um dos tipos de cimento Portland citados nas ABNT NBR 5732, ABNT NBR 5733, ABNT NBR 5735, ABNT NBR 5736, ABNT NBR 5737, ABNT NBR 9831, ABNT NBR 11578, ABNT NBR 12989 e ABNT NBR 13116. O cimento utilizado na construção de poços de monitoramento não deve alterar de maneira mensurável a qualidade química da amostra para as substâncias a serem avaliadas.

5.8.3 Calda de preenchimento do furo

O preenchimento com calda que é colocado acima do selo anular de bentonita (ver Figura 3) é uma mistura de bentonita (pó ou grânulo ou ambos) e água, cimento e água ou cimento, bentonita e água. A calda de cimento ou bentonita é frequentemente utilizada quando é necessário preencher as fraturas existentes no material geológico que circunda o poço. É desejável que estes materiais tenham aderência ao material geológico e à tubulação instalada.

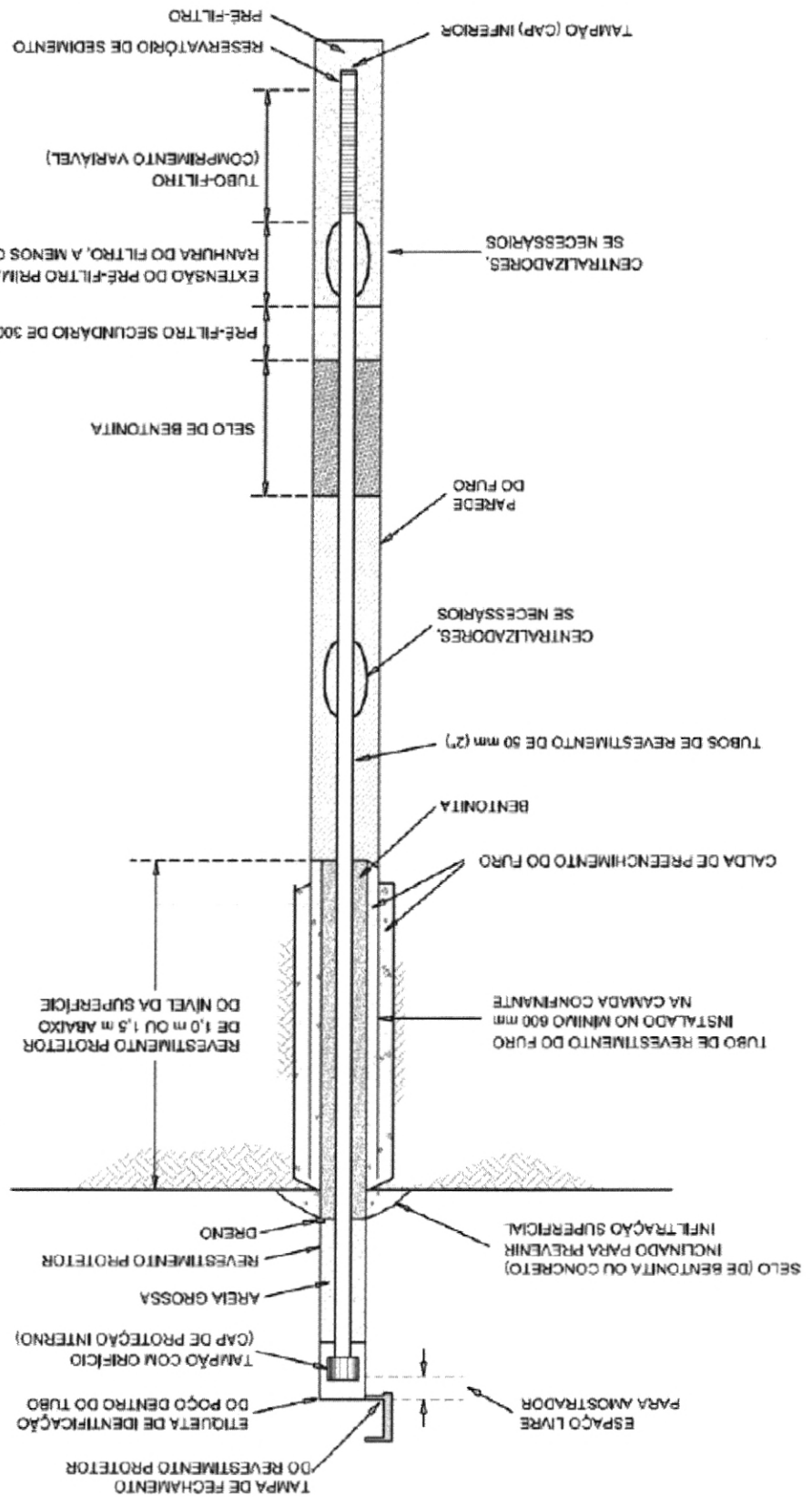


Figura 3 — Projeto de poço de monitoramento multirrevestido



5.8.3.1 Considerações gerais

A mistura da calda de preenchimento e a sua aplicação devem ser realizadas seguindo-se de forma precisa os volumes e massas (pesos) estipulados nos procedimentos estabelecidos pelo fabricante, que freqüentemente incluem a ordem de mistura de cada componente. A mistura deve ser realizada de forma completa, até que todos os torrões tenham sido desintegrados. A utilização de calda de preenchimento com a presença de torrões não deve ser realizada, a fim de evitar a formação de pontes ao longo do tubo de injeção da calda.

NOTA Não são considerados torrões material da formação gerado durante a perfuração.

5.8.3.2 Calda de bentonita

Quando é utilizada uma calda feita com bentonita, este material deve ser o primeiro a ser adicionado na água. Uma calda de bentonita típica consiste em 1,0 kg de bentonita inalterada para cada 7 L de água. Após a bentonita ser misturada e estar pronta para aplicação ou hidratação, acima de 1,5 kg de cimento para cada 7 L de água é normalmente adicionado para endurecer a mistura. Calda composta exclusivamente de bentonita não deve ser utilizada para a formação do selo anular em poços de monitoramento, quando estes forem instalados na zona não saturada de regiões com período de seca prolongada ou áridas, devido a sua propensão a ressecar, permitindo que água não representativa da zona-alvo do monitoramento seja amostrada.

NOTA Calda de bentonita com alta concentração de sólidos (máximo de 20% de massa em água) e outros tipos de calda podem conter bentonita granulada para aumentar a concentração de sólidos e outros componentes, adicionados de acordo com as orientações do fabricante para acelerar ou retardar o endurecimento da mistura. Todos os aditivos a serem utilizados na calda devem ser avaliados sob os possíveis efeitos na qualidade das amostras de água a serem coletadas no poço.

5.8.3.3 Calda de cimento

Quando uma calda é feita à base de cimento, este é normalmente o primeiro material a ser adicionado à água. Uma calda à base de cimento consiste em 27 L a 31 L de água para cada saco de 50 kg de cimento. De 0 % a 10 % (massa seca do cimento) de bentonita em pó é normalmente adicionada após a mistura inicial do cimento com a água, para retardar o endurecimento e conferir plasticidade. A bentonita é adicionada seca diretamente na mistura água/cimento.

5.9 Pré-filtro secundário

5.9.1 Material

O pré-filtro secundário é uma camada de material localizada no espaço anular, entre o pré-filtro primário e o selo anular, que é recomendado quando o selo anular for formado por calda de bentonita ou cimento (ver Figuras 2 e 3).

5.9.2 Gradação

O pré-filtro secundário deve ser de areia fina selecionada, com granulometria uniforme (100 % do material deve passar por peneira com malha nº 30 mesh e ter menos do que 2 % em massa que passe em malha nº 200 mesh).

5.10 Equipamento para injeção do selo anular

O equipamento utilizado para injetar o material do selo anular e do pré-filtro deve ser limpo previamente ao uso, com vapor ou jato de água limpa de alta pressão (se apropriado para o material selecionado), utilizando água de procedência conhecida. Este procedimento visa a prevenir a introdução de materiais que possam alterar a qualidade das amostras de água a serem obtidas.

6 Construção do poço de monitoramento

6.1 Considerações gerais

Previamente à construção de um poço de monitoramento, devem ser tomadas as medidas necessárias para obtenção de um furo estável, retilíneo e desobstruído.

6.2 Métodos de perfuração

Para criar um furo vertical estável para a construção de um poço de monitoramento, o tipo de equipamento requerido dependerá da geologia e hidrogeologia do local, e do tipo de amostra a ser obtida. Na execução da perfuração deve ser evitada a utilização de água ou fluidos de perfuração. Quando o uso for inevitável, o fluido selecionado deve ter o menor impacto possível na qualidade das amostras a serem obtidas. Os fluidos injetados devem ser removidos durante o processo de desenvolvimento do poço. Caso seja utilizado um compressor de ar durante a perfuração, é recomendado que o equipamento não utilize óleo ou possua filtro de ar.

6.3.1 Montagem do tubo-filtro e tubo de revestimento

A limpeza do tubo-filtro, do tampão e do tubo de revestimento deve atender ao estipulado em 5.1, 5.4.1 e 5.5.1. Os técnicos responsáveis pela construção do poço devem tomar precauções para garantir que graxa, óleo ou outros produtos contaminantes não entrem em contato com os materiais utilizados para a construção do poço, bem como devem usar luvas de procedimento (ou equivalente) enquanto executam a montagem.

6.3.2 Acoplamento

Acoplamentos com rosca fina devem ser revestidos com fitas de PTFE. Na maioria dos casos, acoplamentos rosqueados com perfis quadrados ou trapezoidais utilizam anéis de vedação (*O-rings*), os quais devem ser confeccionados de materiais que não alterem a qualidade da amostra. O acoplamento é normalmente realizado manualmente, todavia, caso seja necessária a utilização de ferramentas, descontaminá-las previamente. Deve-se tomar cuidado para prevenir qualquer dano à rosca durante este procedimento. Acoplamentos com junta alinhada são os mais recomendados.

6.4 Instalação do tubo-filtro e tubo de revestimento

Quando o tubo-filtro e o tubo de revestimento são posicionados no nível da instalação, pode ser necessária a utilização de lastro para neutralizar a tendência dos tubos de boiar no furo. Este lastreamento pode ser realizado com a introdução de água de qualidade conhecida e que não contenha substâncias que possam comprometer a integridade das amostras ou, de preferência, água que foi previamente retirada do furo. Outra opção é a introdução lenta do tubo de revestimento no furo com ajuda do equipamento de perfuração. Durante a instalação, cuidados devem ser tomados para garantir a segurança do pessoal envolvido. Quando necessário, devem ser utilizados centralizadores, para manter o alinhamento dos tubos de revestimento. Dificuldades em manter uma instalação alinhada podem ser encontradas onde o peso do tubo-filtro e tubo de revestimento são menores que a pressão do fluido no furo. O tubo de revestimento deve se estender acima da superfície do terreno e ser provisoriamente tampado para evitar a entrada de materiais durante as operações de instalação.

6.5 Instalação do pré-filtro primário

6.5.1 Volume do pré-filtro

O volume do pré-filtro requerido para preencher o espaço anular entre o tubo-filtro e a parede do furo deve ser calculado, medido e registrado no relatório de instalação do poço. Para ser eficaz, a camada de pré-filtro deve se estender acima do topo do tubo-filtro, a uma distância de no mínimo 60 cm (ver Figuras 1 e 3). Onde existir

uma conexão hidráulica entre a zona a ser monitorada e as camadas litológicas subjacentes, a extensão deve ser ajustada para evitar que ocorra uma conexão entre estas camadas diferentes por meio do pré-filtro.

6.5.2 Instalação da camada de pré-filtro primário

A instalação do tubo-filtro é precedida pela instalação de 2 % a 10 % do pré-filtro primário, no fundo do furo, utilizando um tubo de descida descontaminado, com diâmetro interno mínimo de 25 mm. Alternativamente, a camada de pré-filtro pode ser instalada diretamente entre o tubo de revestimento e a parede do furo, tubo de revestimento do furo ou da haste de sondagem, usando uma linha de nível para verificação da profundidade do topo do pré-filtro implantado. O tubo-filtro e o conjunto de tubos de revestimento são então centrados no furo usando um ou mais centralizador(es) ou dispositivo alternativo de centragem, localizado(s) a não mais de 3 m acima da base do poço (ver Figuras 2 e 3). O centralizador não deve ficar situado no interior do selo de bentonita. O restante da camada de pré-filtro primário é instalada por meio do tubo de descida, que deve ser gradativamente removido. Para ajudar a descida do material, pode ser adicionada água de uma fonte de qualidade conhecida e que não contenha substâncias que possam comprometer a qualidade das amostras. A tubulação de descida ou a linha de nível pode ser usada para medir o topo da camada de pré-filtro primário durante a realização do trabalho. Caso ocorra a formação de uma ponte na camada de pré-filtro primário, esta deve ser rompida mecanicamente antes da continuidade da instalação do pré-filtro. A espessura, o volume, a profundidade de instalação e a granulometria da camada do pré-filtro primário devem ser registrados no relatório de conclusão do poço.

NOTA Para evitar o envergamento do conjunto formado pelo tubo-filtro/revestimento, é recomendado que durante o início do processo de instalação do pré-filtro primário ele seja mantido tracionado.

6.6 Retirada do revestimento temporário do furo e haste de sondagem

O revestimento temporário do furo ou a haste de sondagem devem ser retirados gradativamente com o avanço da instalação do pré-filtro primário. Cuidado especial deve ser tomado para evitar o deslocamento dos tubos-filtro e de revestimento, durante a retirada do revestimento temporário e/ou haste de sondagem. Para evitar o colapso do furo, o revestimento temporário ou a haste de sondagem são geralmente retirados em intervalos de 0,5 m a 1,5 m, para materiais inconsolidados, e de 1,5 m a 3,0 m, para materiais consolidados, procurando-se manter o espaço anular sempre preenchido com o pré-filtro primário. Em formações muito instáveis, os intervalos de retirada podem ser menores. Após cada intervalo retirado, deve-se verificar a posição da camada de pré-filtro primário para dar continuidade ao trabalho.

6.7 Instalação do pré-filtro secundário

Uma camada de pré-filtro secundário com 30 cm de espessura pode ser instalada acima do pré-filtro primário, para prevenir a intrusão do material do selo anular no pré-filtro primário (ver Figuras 1 e 3). Assim como no pré-filtro primário, o pré-filtro secundário também não deve se estender para uma camada hidrológica subjacente. O projetista do poço deve avaliar a necessidade da instalação do pré-filtro secundário, considerando a granulometria do pré-filtro primário, as cargas hidráulicas entre as unidades adjacentes e o potencial para a intrusão do material do selo anular no pré-filtro primário. A instalação do pré-filtro secundário deve seguir os mesmos procedimentos de instalação do pré-filtro primário (ver 6.5.2).

6.8 Acomodação do pré-filtro primário

Os trabalhos de desenvolvimento do poço devem ser iniciados após a instalação do pré-filtro primário e do pré-filtro secundário, porém antes da instalação do selo anular de bentonita, de forma a assegurar o assentamento do pré-filtro primário e secundário, e impedir a formação de pontes. Após a realização deste trabalho, deve-se avaliar novamente a posição do topo do pré-filtro primário e secundário com a linha de nível, para verificação da sua posição em relação ao *design* projetado, completando com material adicional, caso seja necessário.

6.9 Instalação do selo anular de bentonita

Os pellets ou a calda de bentonita são instalados no espaço anular entre a parede do furo e o tubo de revestimento, no topo do pré-filtro primário ou secundário (ver Figuras 1 e 3). Para ser eficaz, o selo anular de bentonita deve ter aproximadamente 1,0 m a 1,5 m de espessura. O selo anular de bentonita deve ser instalado usando a tubulação de descida, baixando-a no topo do pré-filtro primário/secundário e levantando-a lentamente para que os pellets ou calda de bentonita preencham o espaço anular ou lançado a partir da superfície. Pellets de bentonita podem formar pontes e obstruir a tubulação de descida em poços profundos. Nestes casos, os pellets devem ser lançados direto no furo. Quando forem utilizados pellets para construção do selo anular, usar uma linha de nível para assegurar que o material foi posicionado corretamente. Se o selo anular for instalado acima do nível da água, para proporcionar uma hidratação adequada da bentonita deve ser adicionada água, proveniente de uma fonte de qualidade conhecida e que não contenha substâncias que possam comprometer a representatividade das amostras. Nesta situação deve ser utilizada bentonita granulada, evitando o uso de pellets ou cavacos de bentonita para instalação do selo anular na zona não saturada. Deve ser esperado um tempo suficiente para hidratação da bentonita antes da instalação da calda de revestimento do furo. O material, a espessura, o volume e a profundidade de instalação do selo anular devem ser registrados no relatório de conclusão do poço.

6.10 Preenchimento do espaço anular

O preenchimento do espaço anular acima do selo de bentonita varia com o projeto do poço. Os procedimentos a seguir são aplicados para a construção de poços de monitoramento simples e multirrevestidos. Em 6.10.2 e 6.10.3 são detalhados procedimentos específicos para instalação dos poços de multirrevestidos, respectivamente.

6.10.1 Calda de preenchimento

6.10.1.1 Volume e profundidade

O volume e a profundidade da calda de preenchimento do espaço anular devem ser registrados no relatório de conclusão do poço. Um volume de calda superior ao estimado deve ser preparado, visando compensar perdas inesperadas. O uso de caldas preparadas com materiais alternativos, incluindo cascalho, pode ser necessário para o controle de zonas de grande perda.

6.10.1.2 Procedimentos para a injeção da calda

A calda deve ser injetada sob pressão para reduzir a possibilidade de formação de espaços vazios e deslocar qualquer líquido ou resíduos de perfuração que possam estar no espaço anular. Dependendo do projeto do poço, a introdução da calda pode ser realizada sob pressão ou lançada por gravidade, por meio do tubo de descida ou, ainda, lançada a partir da superfície. Em qualquer situação, a calda é introduzida em uma operação contínua até que extravase do furo, sem evidências de resíduos da perfuração ou fluidos.

6.10.1.3 Assentamento e cura da calda

O tubo de revestimento e/ou o revestimento do furo devem permanecer imobilizados pelo tempo necessário para que a calda assente e cure, evitando um rompimento no selo. A quantidade de tempo requerido varia com a composição da calda e condições climáticas, as quais devem ser documentadas no relatório de conclusão do poço.

6.10.2 Procedimentos específicos para poço simples

O preenchimento do espaço anular deve ser iniciado diretamente sobre o final do selo de bentonita (ver Figura 3). Quando a calda for injetada sob pressão, o tubo de descida deve possuir descarga lateral. A dissipação da energia do fluido bombeado contra a parede do furo e o revestimento reduz o risco de infiltração da calda no selo de bentonita, pré-filtro secundário e primário. Durante a sua ascensão, que deve ser realizada de forma lenta e contínua, o tubo de descida deve ser mantido permanentemente cheio de calda, com a sua descarga completamente submersa. Para instalações profundas ou onde os acoplamentos do tubo de revestimento

selecionado não suportam a tração ou compressão causada pelo assentamento/cura da calda, o procedimento de preenchimento deve ser realizado de maneira escalonada. Se for utilizado um revestimento temporário ou haste de perfuração para estabilizar o furo, estes devem ser removidos gradativamente, imediatamente após cada incremento de calda e antes do tempo necessário para que a calda cure. Se a remoção do revestimento ocorrer após a injeção completa da calda, injeções adicionais podem ser necessárias para completar o preenchimento.

6.10.3 Procedimentos específicos para poços multirrevestidos

Realizar um furo com diâmetro no mínimo 100 mm (4") maior que o diâmetro do revestimento externo, o qual deve se estender por no mínimo 500 mm na primeira camada do extrato confinante a ser atravessada. Instalar o revestimento externo, preenchendo lentamente com calda o espaço anular entre a parede do furo e o revestimento externo, a partir da base do furo. A introdução da calda pode ser realizada sob pressão ou lançada por gravidade, por meio do tubo de descida. O preenchimento sob pressão requer o uso de sapata ou obturador, instalado no final do revestimento externo, para prevenir a movimentação da calda para o seu interior. Quando o tubo de descida for usado para injetar a calda, ele deve ser equipado com descarga lateral. O avanço do furo até a próxima unidade hidrogeológica só deve iniciar após a devida cura da calda aplicada anteriormente. Este procedimento é repetido sempre que necessário para o avanço do furo até a profundidade desejada. Atingida a profundidade desejada final, o tubo de revestimento e o tubo-filtro são instalados por dentro do(s) revestimento(s) externo(s), seguindo-se os procedimentos descritos em 6.9.2 (ver Figura 3).

6.11 Proteção do poço

6.11.1 Considerações gerais

A proteção do poço refere-se especificamente às instalações realizadas com o propósito de impedir o acesso não autorizado e deter a entrada de água superficial no espaço anular e no seu interior.

6.11.2 Revestimento protetor

6.11.2.1 Considerações gerais

O revestimento protetor consiste em um tubo ou dispositivo instalado na porção superior do poço de monitoramento, com a finalidade de isolar e proteger o tubo de revestimento. Recomenda-se que o revestimento possua no mínimo 30 cm de comprimento, sendo que aproximadamente 10 cm deste deve penetrar na camada de preenchimento do furo, e 20 cm com laje de concreto construída ao seu redor. O diâmetro interno do revestimento protetor deve preferencialmente ser 100 mm maior que o diâmetro nominal do tubo de revestimento ou um diâmetro mínimo de 150 mm, para facilitar a amostragem. O seu interior deve ser mantido adequadamente desobstruído e limpo para o manuseio de equipamentos e evitar a contaminação superficial. Quando possível, um orifício de pequeno diâmetro (aproximadamente 5 mm) deve ser perfurado no revestimento protetor acima da superfície do solo, para permitir a drenagem da água do espaço anular. O número de identificação do poço de monitoramento deve estar visível na parte interna do revestimento de proteção e fixado em partes não removíveis. Todos os materiais utilizados devem ser documentados no perfil construtivo do poço.

6.11.2.2 Materiais

Os revestimentos protetores podem ser feitos de alumínio, aço, aço inox, ferro fundido ou plástico estrutural.

6.11.3 Acabamentos da instalação da porção final

A instalação da proteção do poço pode ser completada por uma das condições descritas em 6.11.3.1 a 6.11.3.5.

6.11.3.1 Para evitar a infiltração e acúmulo de água superficial ao redor do revestimento de proteção instalado acima da superfície do terreno, recomenda-se a implantação de uma laje de concreto inclinada, com no mínimo 50 mm de espessura.

6.11.3.2 Em áreas onde o poço de monitoramento pode ou necessita ser instalado abaixo da superfície do terreno, deve ser instalado dispositivo que evite que as forças de compressão superficiais sejam transmitidas ao revestimento protetor e principalmente ao tubo de revestimento. Este dispositivo deve ser instalado ligeiramente acima da superfície, de forma a minimizar a entrada de água superficial no interior do revestimento protetor.

6.11.3.3 Em qualquer configuração de instalação, o tubo de revestimento deve ser fechado com uma tampa que evite de forma eficiente a entrada de líquido no poço, mesmo que o espaço entre o revestimento protetor e o tubo de revestimento esteja preenchido com o tubo.

6.11.3.4 A tampa de fechamento do revestimento protetor deve possuir um dispositivo que contenha o símbolo de poço de monitoramento (triângulo em relevo), podendo ou não ser estanque.

6.11.3.5 Em áreas onde há alta probabilidade de ocorrências de danos ao poço de monitoramento (tráfego intenso, equipamentos pesados, pouca visibilidade), deve ser prevista proteção adicional ao poço com a colocação de marcos, sinalização etc. O nível da proteção deve ser compatível com o risco de dano apresentado pela localização do poço.

7 Desenvolvimento de poços

O desenvolvimento de poços tem a finalidade de remover o material granular mais fino do pré-filtro e do trecho filtrante. Este material pode interferir com a qualidade das análises. Além disso, o desenvolvimento tem a finalidade de restaurar as propriedades da água subterrânea perturbadas pelo processo de perfuração, bem como melhorar as propriedades hidráulicas do pré-filtro e a comunicação hidráulica entre o poço e a unidade hidrogeológica adjacente ao trecho filtrante. Os métodos de desenvolvimento de poços variam de acordo com as características físicas da unidade hidrogeológica na qual o poço tem o seu trecho filtrante instalado, e de acordo com o método de perfuração adotado.

8 Registros

Os registros devem conter as informações obtidas durante todas as etapas de instalação de um poço de monitoramento.

8.1 Registro da sondagem

Descrição da metodologia e dos equipamentos utilizados, data de realização, equipe responsável, condições climáticas, litologia e distribuição litológica, profundidades de interesse e total, textura, estrutura, cor, odor, indícios de contaminação, profundidade do(s) nível(eis) da água, recuperação da amostra, medições realizadas no campo (concentração de vapores, resistência à penetração etc.), dificuldades encontradas.

8.2 Registro da perfuração

Data, equipe responsável, descrição da metodologia e dos equipamentos utilizados, unidades geológicas perfuradas, progresso da perfuração, profundidade, nível d'água, recuperação da amostra, volumes e tipos de fluidos utilizados e outros fatos significantes da perfuração.

8.3 Registro da construção do poço de monitoramento

Data da instalação, equipe responsável, condições climáticas, identificação do poço, cola georreferenciada, material do tubo-filtro, tubo de revestimento e tubo de revestimento do furo, descrição dos tampões e tipos de juntas, diâmetro do furo, diâmetro dos tubos, características do tubo-filtro (abertura das ranhuras, aspectos construtivos), posição e extensão do tubo-filtro, características dos pré-filtros (material, granulometria e uniformidade), extensão e posicionamento do pré-filtro, volume do pré-filtro, metodologia de posicionamento do pré-filtro, características, extensão, posicionamento, metodologia de instalação e volume do selo anular (selo

anular de bentonita e calda de preenchimento), profundidade do nível da água, posicionamento dos centralizadores, descrição do revestimento de proteção, método de desenvolvimento, data do desenvolvimento.

9 Levantamento topográfico

9.1 Introdução

A posição vertical e horizontal de cada poço de monitoramento deve ser levantada e mapeada por empresa ou profissional habilitado. A planta de localização dos poços deve incluir a locação de todos os poços de monitoramento do sistema e suas respectivas identificações, as cotas dos topos dos tubos de revestimento, os quais serão usados como referência para leituras de nível d'água, bem como os níveis das instalações de proteção da superfície do solo. As instalações permanentes, assim como as divisas/limites pertinentes ao projeto, também devem ser levantadas topograficamente.

9.2 Referência para leituras do nível d'água

O ponto de referência para leituras do nível d'água deve ser o topo do tubo de revestimento do poço de monitoramento, efetuando-se uma marcação do ponto utilizado como referência. Caso ocorra qualquer tipo de alteração na posição do topo do tubo de revestimento já referenciado, novo levantamento topográfico deve ser realizado.

9.3 Coordenadas de locação

As coordenadas horizontais e verticais de todos os poços de monitoramento, ativos ou inativos, devem ser georreferenciadas ou, em sua ausência, utilizar uma referência de nível arbitrária justificada.

10 Relatório do projeto, locação e construção de poços de monitoramento

O relatório do projeto, locação e construção de poços de monitoramento deve conter:

- a) a localização da área investigada em termos pertinentes ao projeto, mapas ou fotos aéreas, nas quais estejam locados furos exploratórios, piezômetros e poços de monitoramento, bem como informações hidrogeológicas, geomorfológicas e geológicas dos tipos de solo e rocha. Sempre que possível, incluir um mapa geológico e seções geológicas da área em investigação;
- b) a descrição das informações obtidas no estágio de investigação de campo e reconhecimento inicial (ver 4.2), os procedimentos de projeto e construção adotados (ver 6.2 e seção 7) e as locações levantadas (ver seção 9);
- c) um procedimento recomendado para o descomissionamento (tamponamento) dos poços, consistente com a construção dos poços e com a legislação aplicável;
- d) todos os registros especificados na seção 8;
- e) cópias de todos os registros de perfuração, das sondagens, ensaios granulométricos, leituras de níveis d'água iniciais e finais, todos os resultados de ensaios de laboratório, descrição da água utilizada e de todos os perfis construtivos dos poços de monitoramento.