Instituto Mineiro de Gestão das Águas	**NOTA TÉCNICA** **DIC/DvRC Nº 01/2006**

REFERÊNCIA: LEI ESTADUAL nº 13.771/2000 de 11 de dezembro de 2000

ASSUNTO: Critérios e procedimentos a serem adotados para tamponamento de poços tubulares profundos e poços manuais.

Considerando que o artigo 6º da Lei em referência prevê que *"É vedada qualquer ação, omissão ou atividade que cause ou possa causar poluição das águas subterrâneas*".

Considerando que o artigo 24 da mesma, em seu inciso III estabelece como infração *"Deixar de vedar poço ou outra obra de captação, abandonados ou inutilizados".*

Considerando estar previsto no artigo 30 da Lei supracitada que *"Os poços abandonados e aqueles que representem riscos aos aqüíferos serão adequadamente tamponados de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição*".

Considerando a necessidade de estabelecer procedimentos a serem adotados para o tamponamento de poços tubulares e poços manuais.

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas define, por meio de **Termo de Referência** específico e com base nas características físicas dos sedimentos e rochas perfurados e da motivação do tamponamento, os procedimentos mínimos a serem adotados para tamponamento de poços tubulares e poços manuais, bem como para regularização dos serviços executados junto ao IGAM.

AUTOR/ DIVISÃO: Geólogos / DvRC

DATA DE EMISSÃO: 24/01/06	**Visto Direção:**	*Folha 01 de 01*

TERMO DE REFERÊNCIA PARA DESATIVAÇÃO TEMPORÁRIA OU PERMANENTE DE POÇOS TUBULARES E MANUAIS

1 - Objetivo

A presente especificação técnica tem por finalidade estabelecer os procedimentos mínimos a serem adotados para o tamponamento de poços tubulares e manuais de acordo com as características físicas dos sedimentos e rochas perfurados e da motivação do tamponamento a ser executado.

2 - Definições

Tamponamento: conjunto de procedimentos empregados no preenchimento de um poço ou furo de pesquisa por calda de cimento, bentonita, brita ou outros materiais inertes com objetivo de restabelecer as condições originais do aqüífero e evitar contaminação através do poço.

Desinfecção: conjunto de procedimentos empregados para higienização de poços com soluções desinfetantes. Para tal, as soluções mais utilizadas são à base de cloro, como hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, água sanitária e cal clorada.

Espaço anular ou anelar*:* Espaço entre o revestimento do poço e a parede da perfuração (diâmetro da perfuração).

Selo sanitário*:* vedação do espaço anelar com argamassa ou calda de cimento com o objetivo de evitar a percolação de águas superficiais para dentro do poço no contato do revestimento e a parede da perfuração.

Laje de proteção*:* piso de concreto que envolve a saliência do revestimento do poço, construída com pequeno declive do centro para as bordas.

Calda de cimento: mistura fluida de cimento e água com consistência que permita a colocação através de um tubo dentro do poço.

Obturador ou Packer*:* dispositivo usado para tampar ou selar um poço em uma profundidade específica; freqüentemente utilizado para reter a calda de cimento ao longo do perfil desejado.

Tremonha (tremie pipe)*:* tubo usado para posicionar a calda no fundo do poço evitando a formação de bolhas, vazios ou obstruções. Originalmente desenhado para posicionar concreto em baixo d'água; deve-se utilizá-lo sempre com a extremidade submersa na calda que esta sendo aplicada.

Poço seco: perfuração para captação de água subterrânea sem sucesso, sem água.

Poço com vazão insuficiente: poço tubular cuja vazão obtida não é economicamente viável para explotação.

Poço inacabado: poço tubular perfurado e não completado.

Poço sem condições de operação: poço tubular com problemas técnico-construtivos de reparação inviável ou instalado em aqüífero contaminado, sem possibilidade de realização do tratamento recomendado.

Poço desativado temporariamente: poço tubular paralisado temporariamente por problemas construtivos ou de qualidade de água, reparáveis ou simplesmente sem uso.

Poço de monitoramento: poço utilizado para obtenção de parâmetros hidrodinâmicos do aqüífero e ou de qualidade de água.

3 - Preliminares

O tamponamento de um poço dever ser planejado e executado de modo a melhor adaptá-lo às condições geológicas e hidrogeológicas locais. Tais serviços devem ser realizados por profissionais habilitados ou empresas qualificadas que estejam familiarizados às praticas de construção de poços tubulares.

O seguinte roteiro deve ser seguido na execução de qualquer tamponamento:

1°. Remover o equipamento de bombeamento, tubulação de recalque ou qualquer obstáculo (material desmoronado) que esteja obstruindo o poço;

2°. Determinar o volume total do poço e da coluna d'água para cálculo do volume dos materiais necessários;

3°. Determinar o método e os materiais de tamponamento a serem empregados (em função do tipo de aqüífero e do perfil construtivo do poço);

4°. Sacar a primeira barra de revestimento, sempre que possível. Caso o revestimento seja mantido assegurar a execução de cimentação sanitária adequada;

5°. Desinfetar o poço;

6°. Preencher o poço com o material de tamponamento selecionado, cuidadosamente para não causar obstruções;

7°. Recolher Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável técnico pelo tamponamento no caso de poços tubulares;

8°. Protocolar no IGAM, até 30 dias após a execução dos serviços, o *Formulário de Desativação Temporária ou Permanente de Poço* (Anexo 4) juntamente com a documentação construtiva do mesmo, quando disponível.

4 - Materiais

Poderão ser utilizados como materiais de preenchimento a calda de cimento, a argamassa, os solos nativos, a bentonita, a areia, o cascalho e a brita. No caso da utilização de materiais nativos ou naturais estes deverão estar livres de contaminantes (pesticidas, óleos e graxas, fertilizantes, etc).

Independentemente do material escolhido para o preenchimento, todo procedimento de tamponamento deverá ser finalizado com um mínimo de 10 (dez) metros de material impermeável (argila, bentonita ou calda cimento), destes, pelo menos 2 (dois) metros de calda de cimento na finalização. Os solos nativos, quando utilizados, devem apresentar textura média, sendo despejados e compactados em pequenas quantidades.

Para a preparação da calda de cimento sugere-se a proporção de 1 (um) pacote de 50 kg de cimento do tipo *Portland* para 27 litros de água. O Anexo 2 apresenta uma tabela de auxilio ao cálculo de volume de calda de cimento em função da profundidade e diâmetro da seção a ser cimentada.

Alguns aditivos, tais como, areia e bentonita podem ser utilizados na calda de cimento para atender a certos requisitos; por exemplo, a areia é adicionada para aumentar o volume da calda. Salientamos que o volume de material adicionado não deverá comprometer a fluidez ou as características de coesão da mistura.

5 - Procedimentos

Procedimento A → Preenchimento com material impermeável e não poluente, como argilas, argamassa ou calda de cimento.

Procedimento B → Preenchimento com calda de cimento, injetada sob pressão, a partir do topo do aqüífero.

Procedimento C → Instalação de obturador em uma determinada profundidade e preenchimento com calda de cimento (com ou sem aditivos), calda de bentonita ou argamassa a partir do dispositivo até a superfície.

Procedimento D → Instalação de obturador no topo do aqüífero produtor e injeção de calda de cimento sob pressão da base do poço até o atingir o obturador.

Procedimento E → Preenchimento com cascalho ou brita adicionado a calda de cimento, mantendo a proporção máxima de 5(cascalho) / 1(calda).

Procedimento F → Preenchimento com cascalho, areia grossa ou brita.

Procedimento G → Instalação de válvula de controle de pressão na saída do poço promovendo seu fechamento hermético.

Procedimento H → Instalação de caixa de proteção externa ao revestimento do poço (ver Anexo 3)

Procedimento universal → Preenchimento mínimo de 10 (dez) metros com material impermeável (argila, argamassa, bentonita ou calda cimento), sendo que, na finalização, pelo menos 2 (dois) metros deverão ser preenchidos com calda de cimento. O *procedimento universal* deverá suceder TODOS procedimentos anteriores, exceto os procedimentos G e H ou no tamponamento de poços manuais.

6 - Tipos de aqüífero e procedimentos recomendados

O primeiro passo para a realização de um procedimento adequado de tamponamento é conhecer o perfil construtivo e litológico do poço. Caso os perfis do poço sejam desconhecidos, utilizar os procedimentos **A** ou **E**.

Toda desativação permanente de poços deve ser precedida pela desinfecção dos mesmos.

Serão apresentados os procedimentos recomendados para o tamponamento de poços nos diversos tipos de aqüífero, salientando que o ***procedimento universal*** deverá ser realizado em qualquer tamponamento, exceto naqueles já excluídos no próprio procedimento.

Poços em **aqüíferos livres** deverão ser tamponados preferencialmente com o procedimento **F**, abaixo do nível d'água, mas também poderão ser utilizados os procedimentos **A** e **E**.

O tamponamento de poços em **aqüíferos confinados** deve ser realizado com o procedimento **C**, a partir do topo do aqüífero produtor ou com o procedimento **D** aliado aos procedimentos **A**, **E** ou **F**.

No caso de tamponamento de poços em **aqüíferos múltiplos** e com perfis conhecidos, realizar o procedimento **F** ao longo da espessura dos aqüíferos e o procedimento **A** ao longo da espessura dos aqüitardos / aqüicludes.

O tamponamento de **poços jorrantes** pode ser realizado com o procedimento **C** seguido do procedimento **A**. Outra forma é instalar um registro na boca do poço e através dele introduzir uma tremonha por onde será injetada calda de cimento sob pressão da base para o topo do poço. Outra opção é despejar cascalho para reduzir a pressão da água e realizar o procedimento **B** a

partir do topo do cascalho. Ou ainda, injetar calda de cimento com aditivos que aumentam a densidade da calda (neste caso verificar se o cimento não está sendo desagregado da mistura)

No tamponamento de poços em **aqüífero cárstico** deve-se, primeiramente, determinar a espessura e profundidade da zona carstificada. Se o carste for pouco desenvolvido podem ser utilizados os procedimentos **E**, **F** ou **A**. No caso de grandes cavidades em profundidades superiores a 20m realizar o procedimento **C** acima das cavidades; para profundidades inferiores a 20m realizar o procedimento **E** para promover a colmatação das cavidades finalizando o preenchimento com calda de cimento acima da zona fraturada / carstificada.

Poços secos ou **inacabados** devem ser preenchidos com o próprio material retirado do poço até um máximo de 10 dias após a perfuração. Passado este prazo deve-se realizar o procedimento **A**, ou o procedimento **C** acima das cavidades, no caso de terreno cárstico.

Poços manuais podem ser tamponados com os procedimentos **A**, **E** ou **F**, seguidos de 0,5m de material impermeável e, sempre que possível, fazendo a recomposição do terreno.

Poços desativados temporariamente devem ser lacrados com o procedimento **H** e, quando jorrantes, com os procedimentos **G** e **H**.

Poços sem condições de operação, devido a problemas de qualidade de água, deverão ser tamponados com os procedimentos **A** ou **E**, para evitar a mistura de águas através do poço.

Poços de monitoramento devem ser tamponados de acordo com os mesmos procedimentos e critérios descritos acima.

7 - Recomendações para desinfecção

A desinfecção do poço pode ser realizada com o uso de vários produtos existentes no mercado, tais como: hipoclorito de sódio (10%), hipoclorito de cálcio (70%), cal clorada (25%) ou água sanitária (2%).

O volume de água contida no poço deve ser conhecido para a determinação da quantidade correta de produto desinfetante a ser utilizado. (*Volume de água no poço = $\pi . r^2$. altura da lâmina d'água*)

A tabela 1 apresenta o volume necessário de produto para obtenção da concentração da solução desejada. Sugere-se 100 ppm para desinfecções de rotina (sem contaminação).

O tempo de contato da solução desinfetante no poço não deve ser inferior a 12 horas.

Concentração de Cloro em ppm	**Litros de agente desinfetante por m^3 de água**		
	5 %	**7%**	**10%**
50	1,0	0,71	0,5
10	2,0	1,43	1,0
150	3,0	2,14	1,5
200	4,0	2,86	2,0
300	6,0	4,28	3,0
400	8,0	5,72	4,0

Tabela 1: Volume necessário de agente desinfetante a base de Cloro, em diferentes concentrações, para preparação de soluções cloradas. Fonte: Águas subterrâneas e poços tubulares – CETESB 1978.

8 - Recomendações finais

- Em qualquer tamponamento, sempre que possível, remover a primeira barra de revestimento e finalizar o tamponamento com solo compactado do local para reconstituição do terreno.
- Caso haja risco de desmoronamento do poço com a retirada do revestimento, preencher o poço da base para o topo com os materiais selecionados até a base do revestimento que será retirado, e sacar o revestimento enquanto a calda de cimento é despejada.

- Para o preenchimento de poços com calda de cimento recomenda-se a utilização da tremonha para direcionamento da calda da base para o topo do poço. A tremonha permite o posicionamento correto do material evitando a formação de bolhas e obstruções, além de evitar a diluição da calda na água do poço. O tubo deve ter um comprimento que atinja pelo menos a distância de 5m do fundo do poço ou da profundidade que se deseja atingir.
- No tamponamento de poços manuais, se as condições forem favoráveis, bombear toda a água até secá-lo realizando os procedimentos de tamponamento em seguida.
- Em poços jorrantes, sempre que possível, o revestimento deve ser estendido até uma altura que interrompa o fluxo de água para facilitar a disposição do material.
- Qualquer um dos procedimentos adotados deve ser seguido de 12 horas de observação com o objetivo de verificar a necessidade de complementação de material no poço em função de acomodações.
- Em poços parcialmente revestidos, recomenda-se que, independentemente do procedimento utilizado, o encaixe do revestimento com a rocha sã seja sempre preenchido com calda de cimento. Esta medida visa evitar a mistura de águas através desta descontinuidade.
- Recomenda-se que revestimentos deteriorados sejam cimentados em toda sua extensão.
- Poços de monitoramento em atividade devem ser adequadamente fechados com tampas que impeçam sua abertura por pessoas não autorizadas.

9 – Referências pesquisadas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1992. **Projeto de poço para captação de água subterrânea.** NBR 12212.

CETESB. 1978. **Água subterrânea e poços tubulares.** Tradução da primeira edição do original norte-americano publicado pela Johnson Division. 3ed. rev. São Paulo.

DERICKSON, H; BULHER, K. & SIEGEL, JERRY. 2001. **Plugging Abandoned Water Wells**. ABS - South Dakota State University Publication, FS891.

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. 1996. Norma oficial mexicana, **Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general**. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Comisión Nacional del Agua Comisión Nacional del Agua. NOM-004-CNA-1996.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1988. **Lei que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, e dá outras providências**. Lei nº 6.134/88, regulamentada pelo Decreto nº 32.955/91.

GOVERNMENT OF NEWFOUNDLAND AND LABRADOUR, 1997. **Guidelines for Sealing Groundwater Wells.** Department of Environment, Water Resources Management Division, Groundwater Section.

LIMA, A. A. & VIEIRA FILHO, J. A. 1999. **Desinfecção em poços tubulares.** DNPM – PE.

NATIONAL GROUND WATER ASSOCIATION. 2002. **Sealing unused wells.** Water Well Journal.

NATIONAL GROUND WATER ASSOCIATION. 2000. **Old, unused wells: what you need to konw.** NGWA Copyright.

REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY. 2004. **Norma técnica de construcción de pozos perforados para captación de agua subterránea.** Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Decreto N°86/004 de 10 de marzo de 2004.

SOCIEDAD URUGUAYA DE GEOLOGÍA Y CÁMARA URUGUAYA DE EMPRESAS DE PERFORACIÓN. 2002. **Proyecto de normas técnicas para la construcción de pozos tubulares profundos destinados al alumbramiento de agua subterránea**.

STATE OF CALIFORNIA - U.S. 2002. **Water well standards.** Department of Water Resource.

STATE OF ILLINOIS - U.S. 2000. **Water well construction code.** Department of Public Health. Section 920.120, Abandoned Wells.

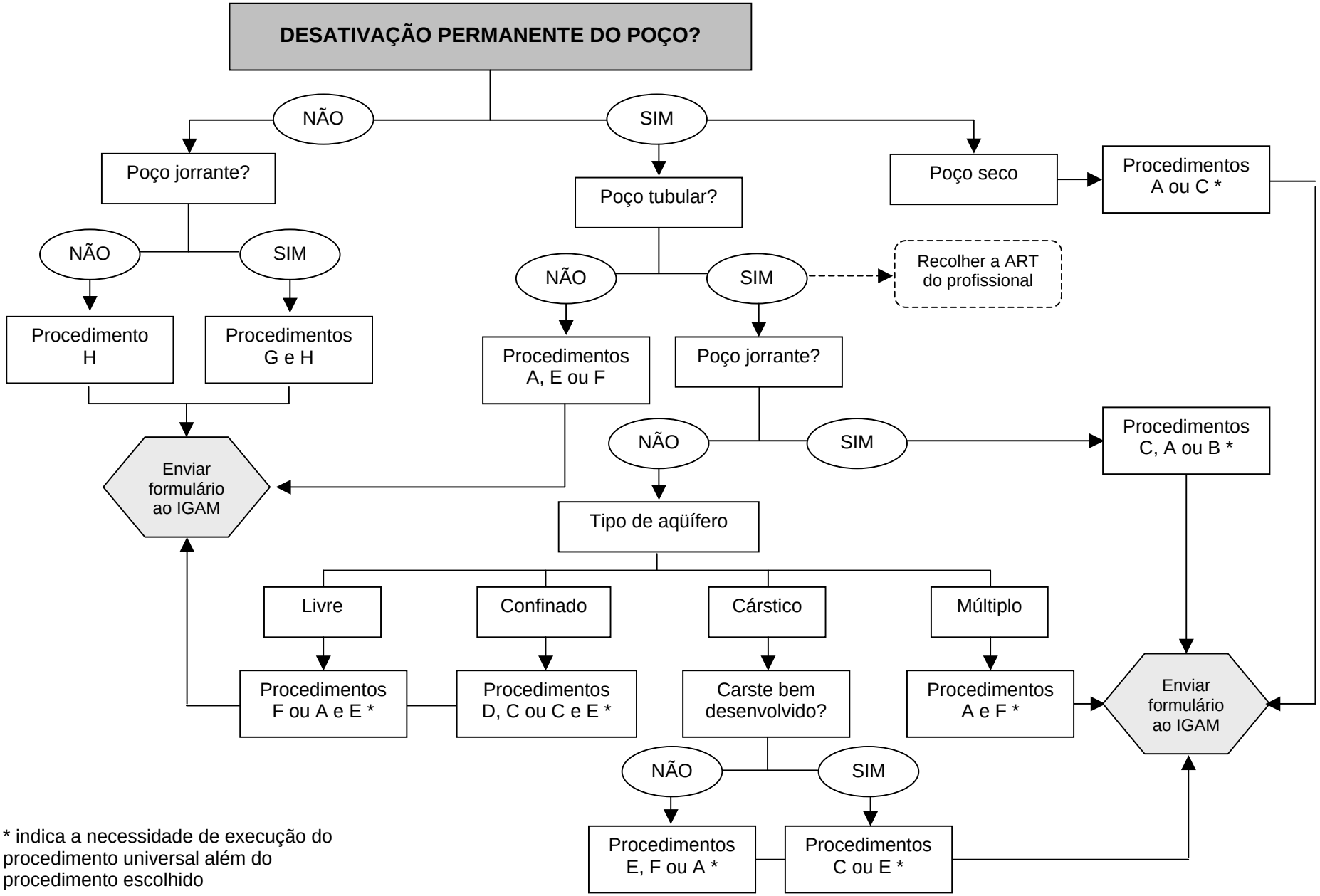
STATE OF MINNESOTA - U.S. 2003. **Sealing well or boring.** Department of Health. Chapter 4725.

STATE OF OHIO - U.S. 2000. **Special sealing requirements based on well type and geologic conditions.** Ohio Environmental Protections Agency, Division of Dinking and Ground Waters. Rule 3701-28-071.

STATE OF OHIO - U.S. 2002. **Guidance for sealing unused wells.** Ohio Environmental Protections Agency, Division of Dinking and Ground Waters.

STATE OF PENNSYLVANIA - U.S. **Water-well abandonment guidelines.** Pennsylvania Department of Conservation and Natural Resources.

ANEXO 1: Sumário de procedimentos para desativação temporária ou permanente de poços tubulares e manuais.



* indica a necessidade de execução do procedimento universal além do procedimento escolhido

ANEXO 2

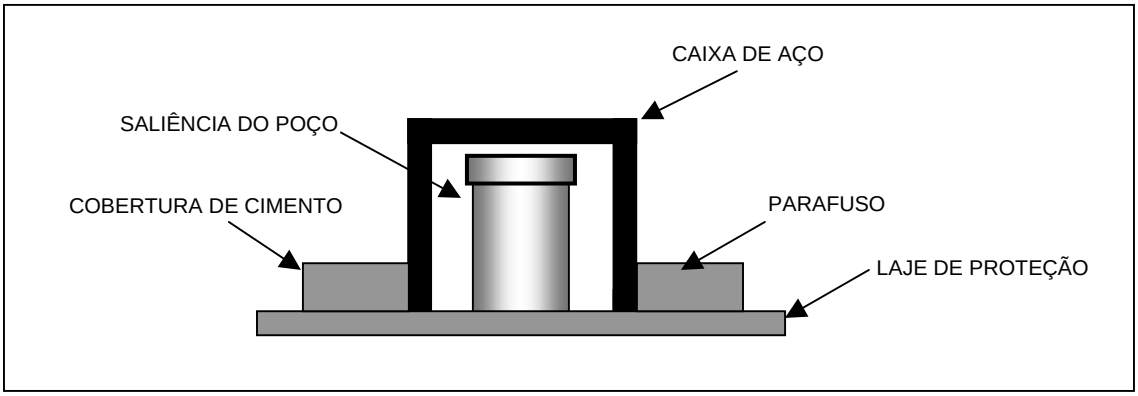
Cálculo do volume de calda de cimento em função da profundidade e diâmetro do poço ou intervalo a ser cimentado.

Diâmetro do poço	Volume de calda [1] por profundidade		Metro linear por saco de cimento [2]	Saco de cimento por metro de profundidade
(polegadas)	L/m	m³/m	m/saco	saco/m
2	1,99	0,002	17,89	0,06
3	4,60	0,005	7,92	0,13
4	8,07	0,008	4,48	0,22
5	12,42	0,013	2,87	0,35
6	18,63	0,019	1,98	0,50
7	24,84	0,025	1,46	0,68
8	32,30	0,033	1,13	0,89
10	50,93	0,051	0,72	1,40
12	73,29	0,073	0,49	2,05
16	130,43	0,130	0,28	3,57
20	203,72	0,204	0,18	5,56
24	305,58	0,288	0,07	14,26
36	658,37	0,66	0,043	23,43
40	822,61	0,82	0,032	31,25
48	1170,16	1,17	0,031	32,21
50	1287,48	1,28	0,028	35,52
60	1856,50	1,85	0,020	51,21
80	3307,58	3,29	0,011	91,24

[1] Calda de cimento: 1 pacote de 50kg de cimento do tipo Portland para 27 litros de água.
[2] Saco de cimento de 50kg do tipo Portland
Fonte: Modificado de Derickson, H; Bulher, K. & Siegel, Jerry (2001).

ANEXO 3

Desenho esquemático da caixa de proteção externa ao revestimento do poço utilizada para desativação temporária de poços.



A caixa protetora deve ser construída de material resistente, preferencialmente aço, com abas laterais que permitam sua fixação na laje de proteção. Para fixação da caixa recomenda-se a utilização de parafusos e cimento.

ANEXO 4: Formulário de Desativação Temporária ou Permanente de Poço

1. Identificação do proprietário									
Nome:						**CPF / CNPJ**:			
Endereço:									
C. Postal:					**Identidade**:				
Cidade:						**UF**:		**CEP**:	
DDD:		**Fone**:		**Fax**:		**E-mail**:			
2. Responsável pelo tamponamento									
Nome:						**CPF / CNPJ**:			
Endereço:									
C. Postal:					**Nº ART do serviço**:				
Cidade:						**UF**:		**CEP**:	
DDD:		**Fone**:		**Fax**:		**E-mail**:			
3. Caracterização do poço									
Latitude:		**Longitude**:		**Método medida** (GPS, escala mapa):					
Local (fazenda, sítio, etc.):									
Município:				**Data de perfuração**:					
Profundidade:		**Diâmetro:**		**Profundidade do nível d'água:**					
Tipo do poço:				**Tipo de revestimento:**					
Tipo de aqüífero:									
Finalidade de uso:									
Portaria de outorga nº:				**Autorização de perfuração nº:**					
4. Procedimentos de tamponamento									
Equipamento de bombeamento removido (sim / não):				**Revestimento sacado** (m):					
Produto desinfetante:				**Concentração (%):**					
Volume de produto utilizado:									
Procedimento adotado:	A	B	C	D	E	F	G	H	Universal
5. Perfil de preenchimento									
Limite (m):		**Material utilizado:**							
Limite (m):		**Material utilizado:**							
Limite (m):		**Material utilizado:**							
Limite (m):		**Material utilizado:**							
Limite (m):		**Material utilizado:**							
Limite (m):		**Material utilizado:**							
6. Observações									
7. Declaração									

Declaro sob as penas da lei que no dia / / acompanhamos os procedimentos de tamponamento do poço acima descritos e que as informações apresentadas são corretas.

_____	_____
Assinatura do responsável técnico	Assinatura do proprietário

NOTA: Anexar a este formulário a documentação de perfuração do poço.