



POÇO DE MONITORAMENTO PARA ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE – ESTUDO DE CASO EM SANTA LÚCIA-SP

Caio Estevam Zingarelli
Graduando em Engenharia Civil, UNIARA, Araraquara-SP
Ivo Eduardo Moroni
Mestre em Engenharia Civil, UNIARA, Araraquara-SP

Resumo: A qualidade do solo e de águas subterrâneas e seu nível de contaminação podem ser identificados por meio de poços de monitoramento, que se trata de um serviço que deve ser realizado periodicamente para garantir a efetividade e se necessário acompanhar o processo de remediação. A crescente contaminação de solos e água subterrânea tem sido destaque nas últimas décadas podendo comprometer não só o meio ambiente, mas também a saúde humana. Este artigo possui o objetivo de investigar a execução e finalidade dos poços de monitoramento, explicando todos os componentes presentes e averiguando as condições construtivas e dificuldades. Será realizado um estudo de caso em um posto de combustível desativado, situado no município de Santa Lúcia-SP onde através dos dados coletados das amostras de água subterrânea concluiremos se houve ou não contaminação da região por hidrocarboneto derivados do petróleo no solo e nas águas subterrâneas, sendo detalhadas todas as etapas do desenvolvimento do estudo.

Palavras-chave: Poço de monitoramento. Água Subterrânea.

MONITORING POTION FOR STUDIES OF ENVIRONMENT - CASE STUDY IN SANTA LÚCIA-SP

Abstract: The quality of soil and groundwater and their level of contamination can be identified through monitoring wells, which is a service that must be performed periodically to ensure the effectiveness and if necessary accompany the remediation process. The growing contamination of soils and groundwater has been highlighted in the last decades and can compromise not only the environment but also human health. This article aims to investigate the execution and purpose of the monitoring wells, explaining all the components present and checking the constructive conditions and difficulties. A case study will be carried out at a deactivated fuel station located in the municipality of Santa Lúcia-SP where, through the data collected from the groundwater samples, we will conclude whether or not the oil is contaminated by hydrocarbons derived from petroleum in soil and groundwater, being detailed all stages of the development of the study.

Key-words: Monitoring well. Subterranean water.

1 INTRODUÇÃO

A crescente contaminação de solos e água subterrânea por hidrocarbonetos derivados de petróleo (óleo diesel) tem sido destaque nas últimas décadas podendo comprometer não só o meio ambiente, mas também a saúde humana. Escolheu-se como tema de investigação o estudo poços de monitoramento, destacando os procedimentos pelos os quais devem ser projetados, construídos e instalados com a finalidade de obter dados representativos da qualidade de água subterrânea. Os poços de monitoramento são instrumentos permanentes que permitem acesso direto ao aquífero e possibilitando a coleta de amostras de água subterrânea com o intuito de analisar suas características, suas qualidades e seus índices de contaminação, entre outros.

A partir desses poços é possível realizar o reconhecimento das características hidrogeológica dos locais. As principais avaliações realizadas por meio de um poço de monitoramento são a caracterização hidráulica dos aquíferos, a medição do nível d'água e caracterização de possíveis contaminantes do lençol freático, a coleta de amostras para a avaliação da qualidade das águas, além das análises químicas, físicas e biológicas das águas subterrâneas.

O objetivo é realizar um estudo de caso no município de Santa Lucia-SP para identificar eventual contaminação no solo e/ou água subterrâneo em decorrência da atividade desenvolvida no local, destacando os conceitos exigíveis para a construção de poços de monitoramento de lençol freático e conceitos mínimos para elaboração de projetos de redes de monitoramento.

A justificativa deste estudo se dá pela importância do monitoramento na caracterização hidrogeológica bem como no suporte às formas de proteção e conservação e, conseqüentemente, ao processo de gestão encontra-se estabelecido em diversos instrumentos legais:

- ✓ lei 9433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e seus instrumentos dentre os quais, as propostas de recursos hídricos, a outorga de direitos de uso e o ajuste dos corpos d'água em classes. Criou ainda o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos tendo como um dos objetivos principais a promoção da gestão integrada das águas.
- ✓ resolução nº 396/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas tendo em vista a prevenção e controle da poluição e melhoria da proteção da qualidade das águas subterrâneas,
- ✓ A resolução nº 22/2002 do CNRH (CETESB) estabelece em seu artigo 3º que os dados sobre as águas subterrâneas necessárias à gestão integrada dos recursos hídricos devem constar nos Planos de Recursos Hídricos e incluir, no mínimo, por aquífero:
 - I – A caracterização espacial;
 - II – O cômputo das águas subterrâneas no balanço hídrico;
 - III – A estimativa das recargas e descargas, tanto naturais quanto artificiais;
 - IV – A estimativa das reservas permanentes exploráveis dos aquíferos;

- V – Caracterização físico, química e biológica das águas dos aquíferos;
- VI – As devidas medidas de uso e proteção dos aquíferos.

O trabalho será realizado, utilizando a revisão das normas técnicas, com as principais figuras, descrições e seus detalhes e analisando relatórios de poços de monitoramento executados, verificando suas condições construtivas e dificuldades apresentada e identificar se há contaminação do solo e de água subterrânea em sua área de influência.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A contaminação da água subterrânea é a introdução de qualquer substância que ameaça a saúde, a segurança e o bem-estar, que traz prejuízo para a vida aquática, altera as características das águas receptoras para determinados fins ou modifica normas de qualidade pré-estabelecidas. (BRANCO, S. M, 2001).

Conforme norma NBR 13895 (ABNT 1997) os poços de monitoramento, são constituídos basicamente pelos seguintes elementos:

a) Revestimento interno:

Possui a função de revestir a parede da perfuração, sendo ajustados no interior da mesma. Em poços de monitoramento é indicado utilizar revestimentos de tubo de PVC rígido marrom devido á sua resistência, baixa reatividade e o seu baixo custo. O diâmetro deve ser no mínimo de DN 100, suficiente para entrada do amostrador e para a medição do nível da água.

b) Filtro:

Tem a propriedade de permitir a entrada da água e de impedir a penetração de algumas impurezas plásticas do poço. O comprimento do filtro depende de vários fatores: espessura saturada, geologia, gradiente hidráulica; propriedades físico-químicas e concentração do poluente.

c) Pré-filtro:

Ocupa o espaço entre o filtro e a parede de perfuração, sendo constituído de areia lavada de grãos ou pedriscos quartzos. A granulometria adequada para o pré-filtro deve ser correspondente a um diâmetro maior do que a abertura do filtro.

d) Proteção sanitária;

Evita que a água superficial contamine o poço através da infiltração pelo espaço anelar. É o conjunto formado pelo selo sanitário (argamassa de cimento da extremidade superior do espaço anular com aproximadamente 30 cm) e pela laje

de proteção (piso de cimento, construído com pequeno declive, ao redor da boca do poço).

e) Tampão:

Possui finalidade proteger a extremidade superior do tubo (boca do poço), contra a penetração de substâncias indesejáveis, que podem alterar os resultados de análise. Na extremidade inferior do tubo, um tampão fixo é colocado com a função de evitar a entrada de material sólido dentro do poço.

f) Caixa de proteção:

Deve possuir dimensões apenas suficientes para envolver a parte saliente do tubo de revestimento com objetivo de evitar a penetração de água superficial e de elementos estranhos no poço. Uma tampa na parte superior permite o acesso ao poço, recomenda-se mantê-la fechada a chave para melhor proteção do poço.

g) Selo:

Apresenta a função de vedar o espaço anelar em torno do tubo de revestimento acima do limite máximo de variação do nível de água, evitando a contaminação do poço por líquidos percolados pelo espaço anelar. O material vedante deve obstruir uma pequena parte do espaço anelar, o suficiente para impedir a passagem de água de um nível para outro.

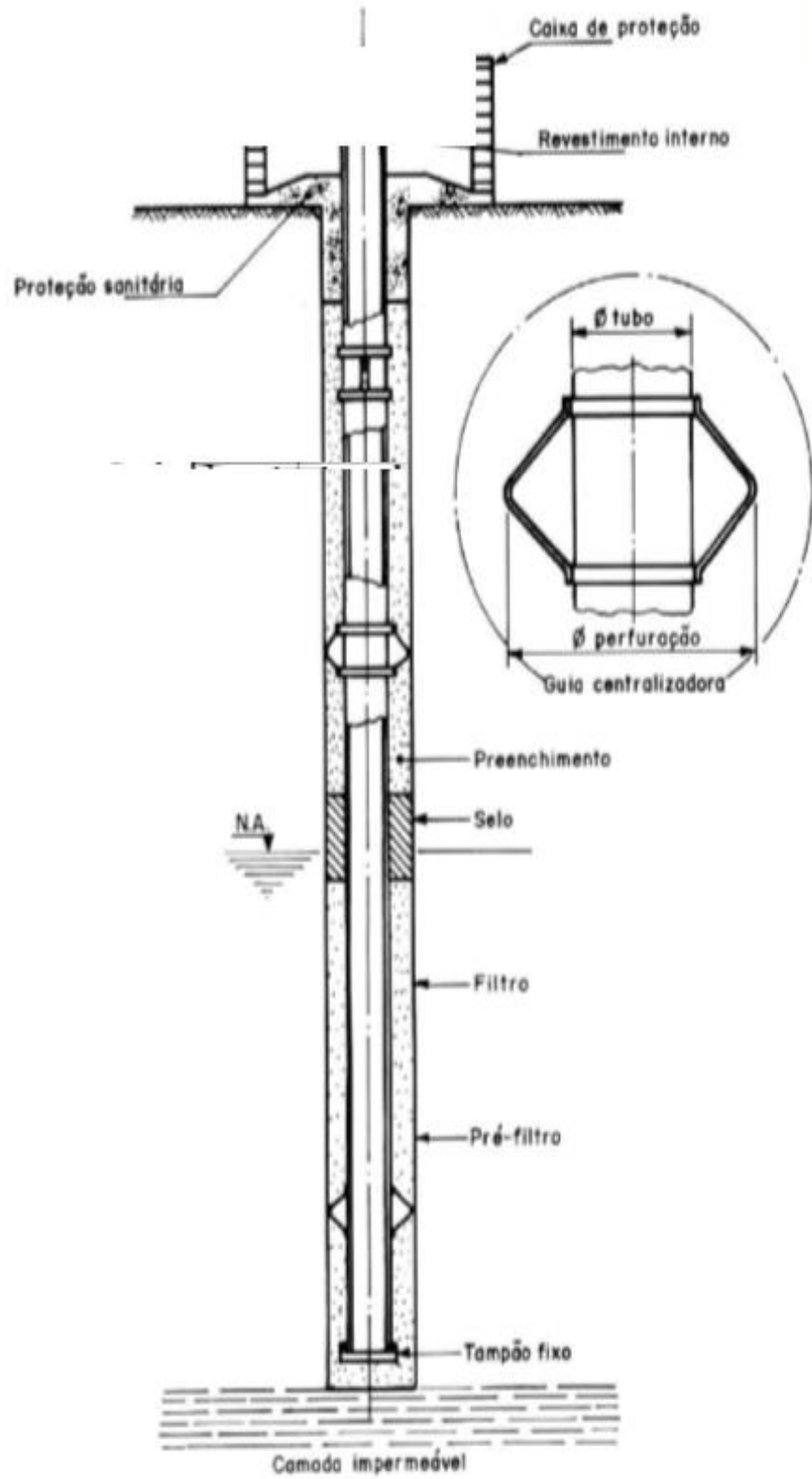
h) Preenchimento:

É o espaço anelar entre a parede da perfuração e a superfície externa do tubo de revestimento, devendo ser preenchido por material impermeável (argila, solo da escavação), em toda a extensão não saturada (acima do nível da água), a fim de fixar o tubo de revestimento e dificultar a penetração de líquidos provenientes da superfície.

i) Guias centralizadoras:

Dispositivos salientes, distribuídos ao longo do tubo de revestimento, fixados por seu lado externo. Tem a função de mantê-lo centrado em relação ao eixo do poço.

Figura 1 – Perfil esquemático do poço de monitoramento



NBR 13895 (1997).

A norma NBR 15492 (ABNT 2007) ressalta que antes da definição do método de perfuração a ser aplicado em um determinado local, um profissional habilitado deve estudar todos os fatores que afetam as condições superficiais e subsuperficiais da área de estudo. A definição dos locais para perfuração pode variar devido a disponibilidade de dados confiáveis sobre a área.

Qualquer equipamento ou material utilizado para desenvolver um poço de monitoramento deve ser devidamente limpo e descontaminado. A limpeza deve ser realizada antes do uso de qualquer equipamento em qualquer poço de monitoramento e, entre usos, tanto no mesmo poço como em poços diferentes segundo a norma NBR 15495-2 (ABNT 2008).

Segundo Barros (2006), os poços de monitoramentos têm a função de detectar vazamentos através de análise das águas subterrâneas. Devendo constar no mínimo 04 unidades (01 poços a montante das fontes e 03 poços a jusante de tais), com relação ao sentido do fluxo das águas subterrâneas.

3 DESENVOLVIMENTO

Será realizado um estudo de caso em um posto de combustível desativado para sua desmobilização junto a CETESB, situado no município de Santa Lúcia-SP, com o objetivo de verificar se a área encontra-se afetada por hidrocarboneto derivados do petróleo no solo e nas águas subterrâneas.

3.1 AVALIAÇÕES PRELIMINARES

A caracterização do uso e da ocupação do solo foi realizada por meio de caminhamento no entorno de interesse, com um raio de 200 metros a partir dos limites da área do empreendimento, utilizando-se como base mapas locais, mapa do Google, bem como informações dos moradores e proprietários de estabelecimentos vizinhos. De acordo com o levantamento realizado, a área de estudo está situada em uma área de ocupação mista, sendo residencial e comercial.

Figura 2 – Localização do terreno no município de Santa Lúcia-SP



(L3 ENGENHARIA AMBIENTAL)

3.2 EXECUÇÃO DAS SONDAGENS E INSTALAÇÃO DO POÇO DE INSPEÇÃO

Para a execução das sondagens foram verificados os projetos das instalações do posto de combustível, bem como o histórico dos serviços ambientais realizados. Após a verificação do posicionamento dos tanques e bombas, foram definidos os locais onde seriam realizadas as sondagens de investigação. Foram realizadas 4 sondagens, sendo 3 com trado manual helicoidal e 1 com trado mecanizado. As sondagens foram denominadas de SV-01, SV-02, SV-03 e SV-04 e atingiram, respectivamente, 15,00 m, 2,00 m, 2,00 m e 2,00 m de profundidade.

Figura 3 – Perfuração com Trado Mecanizado



(L3 ENGENHARIA AMBIENTAL)

As sondagens foram realizadas próximas aos locais onde encontravam-se as bombas, os tanques, a troca de óleo e durante as sondagens não foi detectado o nível de água subterrânea, após isso foi instalado um poço de inspeção que foi denominado de PM-01.

Figura 4 – Poço de Monitoramento (PM-01)



(L3 ENGENHARIA AMBIENTAL)

Durante a realização das sondagens foram coletadas amostras de solo a cada metro perfurado e, todas as amostras foram realizadas as medições de teores de VOC (Compostos Orgânicos Voláteis). Essas amostras foram divididas e depositadas em sacos plásticos impermeáveis de polietileno e utilizadas para medições dos teores de VOC.

Nas amostras encaminhadas foram analisadas as concentrações dos parâmetros BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos - hidrocarbonetos aromáticos voláteis) e PAH (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos). Para as amostras, foi considerado o valor para áreas residenciais, uma vez que o antigo posto se encontra em uma área de ocupação mista.

3.3 ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA

Em 2017, uma medição foi efetuada a fim de obter um parâmetro comparativo com o monitoramento realizado junto CETESB, foi utilizado um medidor com amostrador descartável de água subterrânea no qual indicou a presença de água no poço de inspeção.

Figura 5 – Amostrador descartável de água subterrânea (Bailer)



(PAVISOLO)

Devido ao fato do poço de inspeção não estar devidamente vedado, foi realizada uma proteção sanitária, para impedir a entrada de água superficial no interior do poço de monitoramento além de uma proteção mecânica de madeira para proteger o mesmo contra vandalismo.

Figura 6 – Proteção sanitária



(PAVISOLO)

Na medição comparativa realizada em 2018, foi constatado que o poço estava seco, não tendo sido observado presença de nível d'água subterrânea tendo em vista que ocorreram chuvas intensas na semana da medição. Pode-se concluir que a água detectada na inspeção realizada pela CETESB em 2017 pode estar relacionada ao acúmulo de água da chuva no poço de inspeção, uma vez que foi constatado que o poço não estava devidamente vedado na ocasião.

4 RESULTADO

As medições de VOC (Compostos Orgânicos Voláteis) nas sondagens objetivaram quantificar a presença de compostos orgânicos voláteis em amostras de solo, auxiliando assim na seleção das amostras que foram encaminhadas ao laboratório para realização das análises químicas.

A Tabela 1 apresenta os resultados das medições de VOC nas amostras de solo e as amostras selecionadas para análises químicas.

Tabela 1 – Medições de VOC nas amostras de solo

| Sondagem | Concentrações de VOC (ppm) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| | 1 m | 2 m | 3 m | 4 m | 5 m | 6 m | 7 m | 8 m | 9 m | 10 m | 11 m | 12 m | 13 m | 14 m | 15 m |
| SV-01 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SV-02 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SV-03 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SV-04 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Amostra de solo selecionada para análise. | | | | | | | | | | | | | | | |

(L3 ENGENHARIA AMBIENTAL)

Após a conclusão de cada sondagem, a parcela de solo escolhida para análises laboratoriais foi a que apresentou maior concentração de compostos voláteis, ou a mais próxima da franja capilar. A amostra foi transferida para um frasco com boca larga, devidamente identificada, preenchendo por completo o frasco de modo a evitar espaços vazios no interior do mesmo.

Foram coletadas 4 amostras de solo, e as mesmas foram enviadas para o laboratório Promatec Análises Ambientais Ltda., localizado no município de Rio Claro.

Os resultados das amostras de solo indicaram índices baixos de concentração dos parâmetros investigados em todas as amostras de solo, portanto, inferior aos valores orientados pela CETESB conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados analíticos das amostras de solo coletadas

| Parâmetros | Sondagem / Profundidade de coleta (ug/Kg) | | | | Valores de Intervenção* (ug/Kg) |
|------------|---|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| | SV-01 2,00m | SV-02 2,00m | SV-03 2,00m | SV-04 2,00m | |
| BTEX | Benzeno | ND | ND | ND | 80 |
| | Tolueno | ND | ND | ND | 1400 |
| | Etilbenzeno | ND | ND | ND | 600 |
| | Xilenos Totais | ND | ND | ND | 3200 |

| | | | | | | |
|----------------------|------------------------|----|----|----|----|---------|
| PAH | Naftaleno | ND | ND | ND | ND | 1800 |
| | Acenaftileno | NR | NR | NR | NR | - |
| | Acenafteno | NR | NR | NR | NR | - |
| | Fluoreno | NR | NR | NR | NR | - |
| | Fenantreno | ND | ND | ND | ND | 40000 |
| | Antraceno | ND | ND | ND | ND | 4600000 |
| | Fluoranteno | NR | NR | NR | NR | - |
| | Pireno | NR | NR | NR | NR | - |
| | Benzo(a)antraceno | ND | ND | ND | ND | 7000 |
| | Criseno | ND | ND | ND | ND | 600000 |
| | Benzo(b)fluoranteno | ND | ND | ND | ND | 7200 |
| | Benzo(k)fluoranteno | ND | ND | ND | ND | 75000 |
| | Benzo(a)pireno | ND | ND | ND | ND | 800 |
| | Indeno(1,2,3-cd)pireno | ND | ND | ND | ND | 8000 |
| | Dibenzo(a,h)antraceno | ND | ND | ND | ND | 800 |
| Benzo(g,h,i)perileno | NR | NR | NR | NR | - | |

(L3 ENGENHARIA AMBIENTAL)

5 CONCLUSÃO

Após as análises dos resultados, as concentrações de VOC medidas durante a execução das sondagens apresentam-se nulas em quase todos os pontos medidos, apenas indicando baixas concentrações a 2 m de profundidade na SV-01 e na SV-02, cujas amostras foram enviadas para análise laboratorial. Todas as amostras de solo analisadas apresentaram-se abaixo dos limites de detecção do laboratório, portanto, inferior aos valores orientadores preconizados pela CETESB, portanto a área não se encontra impactada por hidrocarbonetos derivados de petróleo. Não foi detectado o nível da água subterrânea até a profundidade de 15,0 m.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13895: Construção de poços de monitoramento e amostragem**. Rio de Janeiro, 1997. Acesso em: 15 mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15495-1: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares Parte 1: Projeto e construção**. Rio de Janeiro, 2007. Acesso em: 20 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15495-2 - Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares - Parte 2: Desenvolvimento**. Rio de Janeiro, 2008. Acesso em: 20 mai. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15492 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental**. Rio de Janeiro, 2007. Acesso em: 20 mai. 2018.

BARROS, P. E. O. **Diagnóstico Ambiental Para Postos De Abastecimento De Combustíveis - DAPAC**. Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina, 2006. Acesso em: 18 Jun. 2018.

BRASIL. **Lei Nº 9.443, de 8 de janeiro de 1997**: da política nacional de recursos hídricos. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 18 mai. 2018

BRANCO, Samuel M. **Água, origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 2001. Acesso em: 25 mai. 2018

CETESB. **Resolução Nº 22, de 24 de maio** de 2002. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/Resolucao_CNRH-22_2002.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2018.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (2005). Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo, 4p. Acesso em: 05 mai. 2018.

CONAMA. **Resolução CONAMA Nº 396/2008**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acesso em: 7 mai. 2018.

L3 ENGENHARIA AMBIENTAL. Arquivos de obra. Araraquara, 2018.

PAVISOLO – GEOTECNIA E PAVIMENTAÇÃO LTDA. PO 994 – Arquivos de obra. Araraquara, 2018.

QUIMLAB. 6410 Amostragem e monitoramento das águas subterrâneas – Norma CETESB, 1988. Disponível em: <www.quimlab.com.br/PDF-LA/proced-demonit-cetesb.pdf>. Acesso em: 20 junho 2018.