

# INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA DE CONTAMINAÇÃO DO SUBSOLO POR HIDROCARBONETOS EM UM POSTO DE COMBUSTÍVEIS EM ARAÇATUBA – SP

Zeide Nogueira C. Furtado<sup>1</sup>; Jefferson Nascimento de Oliveira<sup>2</sup>; José Augusto de Lollo<sup>3</sup>

**Resumo** – Sabe-se que contaminações por derivado de petróleo tem crescido em todo o mundo e principalmente no Estado de São Paulo os posto de combustível têm sido alvo de constante fiscalização. O presente trabalho mostra o desenvolvimento de uma análise geológica visando subsidiar as ações de licenciamento ambiental junto a CETESB (Resoluções CONAMA 273 e SMA n.º 5), de um posto de gasolina situado na zona urbana do Município de Araçatuba, Estado de São Paulo. A análise dos dados foi concluída em 2003 e revelou que não havia contaminação no solo, porém em alguns pontos do lençol foi detectado a presença de hidrocarbonetos.

**Abstract** – Hydrocarbon contaminations have growing all over the world and mainly in the State of São Paulo and fuel posts have been objective of constant fiscalization. The present work shows the development of a geological analysis in order to subsidize actions of environmental licensing CETESB (Resolutions CONAMA 273 and SMA n.º 5), for a gas station located in the urban area of the Municipal district of Araçatuba, State of São Paulo. Data analysis was concluded in 2003 and revealed that there was no contamination in the soil, however in some points of groundwater table hydrocarbons presence was detected.

**Palavras-Chave** – contaminação de água subterrânea, combustíveis, lençol freático.

---

<sup>1</sup> Pós-Graduanda do Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP – Campus de Ilha Solteira. Alameda Bahia, 550 – Norte, Caixa Postal 31 Ilha Solteira – SP. Brasil. CEP 15385000. e-mail: [zeide@oesteengenharia.com.br](mailto:zeide@oesteengenharia.com.br)

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Laboratório de Hidrologia e Hidrometria – **LH** <sup>2</sup> – UNESP – Campus de Ilha Solteira. Alameda Bahia, 550 – Norte, Caixa Postal 31 Ilha Solteira – SP. Brasil. CEP 15385000. Fone: (18) 37431211. Fax: (18) 37431160. e-mail: [jeffno@dec.feis.unesp.br](mailto:jeffno@dec.feis.unesp.br)

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP – Campus de Ilha Solteira. Alameda Bahia, 550 – Norte, Caixa Postal 31 Ilha Solteira – SP. Brasil. CEP 15385000. Fone: (18) 37431215. Fax: (18) 37431160. e-mail: [lolloja@dec.feis.unesp.br](mailto:lolloja@dec.feis.unesp.br)

## 1. INTRODUÇÃO

A identificação dos vazamentos de tanques metálicos de armazenamento de combustíveis como mecanismo de contaminação do subsolo e de risco para recursos hídricos subsuperficiais tem sua origem a partir da década de 1950 nos Estados Unidos da América do Norte.

A partir de tal constatação (década de 70), os riscos para a qualidade da água subterrânea decorrentes de vazamentos de derivados de petróleo em tanques metálicos de armazenamento de combustíveis tem sido um assunto de grande interesse para o meio técnico dos EUA.

Desde que tal problema passou a ser uma das prioridades da EPA (Environmental Protection Agency), foram identificados cerca de 1.5 milhões de tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis nos EUA, dos quais, cerca de 400.000 foram substituídos ou adaptados, tendo sido identificados cerca de 250.000 casos de vazamento, os quais resultaram em 97.000 propostas de remediação. Atualmente as atividades de EPA registram cerca de 1.000 novos vazamentos em tanques de combustível por semana (PERALTA-ZAMORA et. al., 2004).

De acordo com estatísticas oficiais da Agência Nacional de Petróleo (ANP, 2002), ao final do ano de 2001, existiam 32.697 Postos Revendedores de Combustível. Na década de noventa, o número estimado de tanques subterrâneos era da ordem de 100.000 (YUKIZAKI, 1993).

Atualmente, esse número de tanques é estimado em mais de 110.000. Este elevado número de tanques de combustíveis instalados nos centros urbanos é um fato significativo, pois coloca em risco tanto o meio ambiente, quanto à população do seu entorno.

Segundo Ambiente Brasil (2003) das 727 áreas contaminadas identificadas pela Cetesb até outubro de 2003, 464 foram decorrentes das atividades de postos de combustíveis. Em maio de 2005 o número de áreas contaminadas identificadas no Estado de São Paulo tinha crescido para 1.596, das quais 1.164 eram postos de combustível (FOLHA DE SÃO PAULO, 2006).

Na Grande São Paulo a CPI do Passivo Ambiental (CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2002) listou 84 áreas contaminadas, sendo 65 delas postos combustíveis, sendo que mais de 50% dos empreendimentos têm tanques subterrâneos com mais de 20 anos de vida, quando a vida útil recomendada para tais tanques é de 15 anos.

Trabalho realizado no Distrito Federal (PINHEIRO, 2006) informa que 59% dos cerca de 260 postos investigados apresentam problemas de armazenamento, com boa parte de tais tanques tendo mais de 20 anos de vida.

O vazamento de derivados de petróleo no solo representa um risco sério à qualidade da água subterrânea, pois uma vez no solo tais combustíveis passam por processos químicos que liberam compostos com grande potencial de contaminação das águas.

Dentre tais compostos, o grupo denominado BTX (benzeno, tolueno e xilenos) são os mais perigosos, dada sua alta mobilidade tanto na fase gasosa como na fase líquida (SILVA et. al., 2002).

Tais compostos representam grande risco para a saúde humana, pois podem apresentar ação carcinogênica e mutagênica (PASQUALETTO et. al., 2005). Sua ação pode causar distúrbios de fala, visão, audição, controle dos músculos e tumores cerebrais, podendo levar à morte (SANDRES & MAINIER, 2004).

## **2. METODOLOGIA**

Os serviços executados foram orientados conforme o método adotado no Procedimento Para a Identificação de Passivos Ambientais em Postos de Combustíveis, decorrentes de vazamentos ou derrames de produtos ou resíduos para o solo, em estabelecimentos com áreas superiores a 1000m<sup>2</sup>.

O objetivo do estudo foi um posto de combustíveis localizado na região central da área urbana da Cida de Araçatuba, região oeste do Estado de São Paulo.

### **2.1. Descrição da área**

O posto de combustíveis estudado foi construído há aproximadamente 20 anos, inicialmente a área do mesmo era de 800m<sup>2</sup>. O posto sofreu uma grande reforma e ampliação em 1998. Foi anexada ao posto uma área de 400 m<sup>2</sup>, nos fundos, onde estão atualmente situados uma bomba álcool comum e um tanque de álcool comum adjacente e a área de lavagem.

Na reforma foram substituídos todos os tanques, sendo recolocados tanques de parede simples na mesma posição, além da instalação do tanque de álcool comum. Com a ampliação o posto passou a ter área de 1200 m<sup>2</sup>, e um total de 07 tanques, perfazendo um total armazenado 45 mil litros de gasolina, 30 mil litros de álcool 15 mil litros de óleo diesel e 1000 litros de óleo queimado e 08 bombas (estando uma desativada).

O sistema de drenagem da área de abastecimento do posto é composto por uma canaleta perimetral que contorna toda a área. Não existe caixa separadora de água e óleo, e os efluentes são lançados no sistema público de águas pluviais. O piso na área de abastecimento e nas demais áreas é de concreto. Segundo o atual proprietário, não foram registrados episódios de vazamento, tampouco perda de produto e que por solicitação da Cetesb, foram realizados em 06/02/03 pela empresa TECPAM, testes de estanqueidade no sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis do posto, estando todo sistema estanque conforme certificado emitido pela empresa e protocolado na CETESB.

### **2.1.1. Uso e Ocupação do Solo**

O uso e ocupação do entorno é caracterizado por área predominantemente comercial nas suas adjacências imediatas, representada por escritórios, hotéis, oficinas, auto-elétricas e lojas diversas, e residencial no restante da área. Em um raio de aproximadamente 200m foi observada a presença de dois poços de captação de água subterrânea, sendo que a água de abastecimento público é fornecida pelo DAEA – Departamento de Água e Esgoto de Araçatuba. Em sentido noroeste, encontra-se um hospital, distante aproximadamente 200 metros do posto. Próximo ao hospital, encontra-se um reservatório elevado de água do DAEA. Próximo a este local encontram-se mais três postos de abastecimento, um localizado ao norte da área, em frente ao posto, outro à sudoeste, distante aproximadamente 200 metros e outro em direção nordeste, distante aproximadamente 300 metros.

### **2.1.2. Geologia Regional**

No contexto geológico regional tem-se a presença de unidades litoestratigráficas da Bacia do Paraná de idades jurássicas e cretácicas pertencentes aos Grupos Bauru e São Bento.

O Grupo Bauru é representado na região pela Formação Adamantina, a qual é composta basicamente por arenitos de granulação fina a muito fina, com alternância de bancos de lamitos, siltitos. Tal unidade apresenta espessura variável, com valores costumam situando-se entre 120 e 150m.

Dentre as formações do Grupo São Bento, ocorre na região a Formação Serra Geral, constituída por basaltos intercalados a arenitos finos. Na região a espessura da formação varia entre 900 e 1200m.

### **2.1.3. Geologia Local**

Dentre as unidades litoestratigráficas descritas no tópico anterior, apenas a Formação Adamantina ocorre na área em estudo.

Localmente, tal formação apresenta espessura da ordem de 50m, sendo constituída principalmente por arenitos finos a muito finos com cimentação carbonática e lentes argilosas de pequena espessura.

Nos quatro furos de sondagem à percussão efetuados na área pôde-se verificar que a espessura da camada de solo de alteração presente na área apresenta pouquíssima variação situando-se na faixa de seis metros de profundidade.

O solo de alteração é predominantemente arenoso fino com cor castanho avermelhada. Nas porções inferiores do perfil (profundidades entre 6 e 8m), esta camada costuma apresentar-se mais argilosa. As porções mais profundas do perfil de alteração apresentam rocha decomposta de textura silto-argilosa, constituindo-se provavelmente numa lente de siltito.

A análise das sondagens no local permite esquematizar da seguinte forma a distribuição das camadas no local:

- solo laterítico – textura areno-argilosa fina, espessura da ordem de 6m;
- solo residual – textura argilo-arenosa, espessura da ordem de 2m;
- rocha decomposta.

A distribuição espacial das camadas de solo na área pode ser observada nas Figura 1.

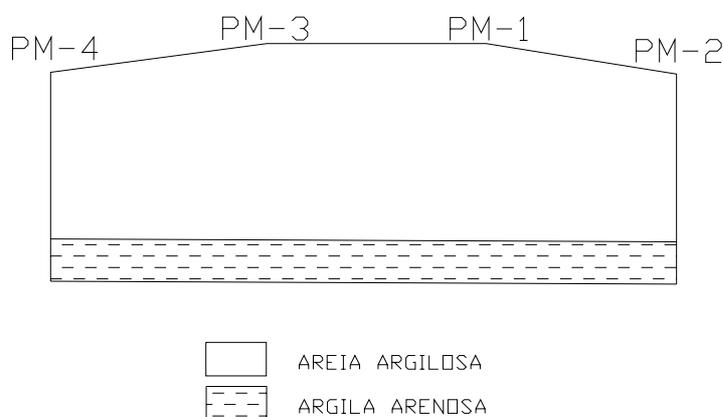


FIGURA 1 –Perfil do subsolo na área (SP-1 a SP-4).

#### 2.1.4. Hidrogeologia

Na região a extração de água subterrânea pode ser feita nos aquíferos Bauru, Serra Geral e Guarani. Sendo o primeiro deles mais promissor para aproveitamentos que não requeiram grandes produções, o segundo mais apropriado ao aproveitamento em níveis fraturados com bom potencial de produção porém necessidade de perfurações mais profundas, e o último com grande potencial produtivo mas necessitando de perfurações de centenas de metros e havendo ainda a possibilidade de extração de água com altas temperaturas.

A área estudada apresenta solos de textura predominantemente arenosa na porção superior do perfil do subsolo e de textura mais argilosa em sua porção inferior, a profundidade média do nível d'água na área é de 6,20m.

Para caracterizar as condições de ocorrência e circulação de água no subsolo local foram utilizados dados de quatro (4) furos de sondagem à percussão realizados na área, os quais apresentaram as características mostradas na Tabela 1.

TABELA 1 – Sondagens efetuadas na área.

Sondagem	Prof. do Impenetrável	Prof. do Nível D'água
01	8m	-6,20m
02	8m	-6,15m
03	8m	-6,25m
04	8m	-6,19m

Um tipo de análise de interesse em trabalhos dessa natureza é a elaboração de um mapa potenciométrico ou, pelo menos, a definição do sentido geral de fluxo da água subterrânea na área.

Para a área estudada, no entanto, tal tarefa mostrou-se inviável em função das características do local investigado, em função dos fatores apresentados a seguir.

Do ponto de vista geomorfológico a área estudada situa-se no topo de uma colina, com baixa declividade, representando o divisor de águas das sub-bacias do Córrego Baguassu e do Córrego Machado de Melo.

O subsolo local mostra a ocorrência de uma camada de solo com textura silto-argilosa abaixo do NA local (em torno de 6m de profundidade) seguido de um substrato rochoso. Em função de sua textura e compacidade, tal camada representa um obstáculo à percolação de fluidos, devendo ser essa a explicação da ocorrência do NA na profundidade em que o mesmo foi encontrado na área.

Consultas a outras investigações realizadas nas proximidades indicaram que esse perfil do subsolo representa o padrão local e que, também nos locais próximos, o NA se situa na faixa de 6m de profundidade.

Nas condições descritas torna-se impossível a elaboração de um mapa potenciométrico bem como a definição de um sentido de fluxo para a água subterrânea no local. Na área estudada isso só seria possível com a realização de investigações complementares contemplando vários pontos localizados em níveis variados do terreno.

Os dados existentes permitem supor que há uma tendência de estagnação do fluxo subterrâneo na área.

## 2.2. Estudos Realizados

Os serviços executados foram orientados conforme as exigências do procedimento de Avaliação de Passivo Ambiental estabelecidas pela CETESB, para subsidiar o processo de Licenciamento Ambiental (Resoluções CONAMA 273 e SMA n.º 5) e consistiram das etapas descritas a seguir:

1. Realização de malha de sondagem, com a perfuração de 17 furos com espaçamento de 10 x 10 m e 1 metro de profundidade;
2. Perfuração e instalação de 04 poços de monitoramento, visando o conhecimento da geologia e hidrogeologia locais, bem como a coleta de amostras de solo e água subterrânea;
3. Coleta de 04 amostras de solo e 04 de água subterrânea para a realização de análises químicas dos parâmetros BTXE (Benzeno, Tolueno, Xilenos e Etilbenzeno) e PAH's (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos);
4. Vistoria técnica nos equipamentos e instalações do posto, quanto às suas condições de operação e de integridade;
5. Vistoria no entorno para caracterização do uso e ocupação do solo.

### **2.2.1. Malha de Sondagem**

Por apresentar área com tamanho superior a 1.000 m<sup>2</sup>, foi necessária a realização de uma malha de sondagem. Ela foi determinada iniciando-se num dos vértices da área do posto e com distanciamento entre as sondagens de 10 x 10 metros com profundidade de 1 metro cada.

Pelas condições iniciais estavam previstas 20 perfurações, porém em virtude de construções na área do posto foram realizados 17 sondagens.

Na profundidade atingida foram realizadas medições de VOC's no interior de cada uma das sondagens, utilizando-se o equipamento GASTECH Innova SV .

Estas medições serviram como parâmetro para a definição do local de perfuração dos poços de monitoramento.

### **2.2.2. Poços de Monitoramento**

Foram instalados 04 poços de monitoramento, localizados a jusante dos equipamentos do posto, como tanques, bocais de enchimento e bombas de abastecimento.

As perfurações foram realizadas com trado manual, diâmetro de 4", e os poços foram construídos com tubo de PVC geomecânico (liso e ranhurado), pré-filtro de areia selecionada (2 a 3 mm), selo de proteção em bentonita, trava de proteção com cadeado e proteção sanitária em concreto com câmara de calçada.

As perfurações para coleta de amostras de solo foram realizadas com equipamento da SONDEQ, similar ao GeoProbe, sendo as medições de VOC's efetuadas com o equipamento GASTECH Innova SV e a coleta das amostras de solo, utilizando-se amostradores do tipo liners. (Figura 2)

As amostras foram coletadas a cada metro perfurado até atingir a franja capilar, aproximadamente a 6,0 m de profundidade.

As medições de VOC's foram realizadas em amostras coletadas nos 0,20 m anteriores a coleta das amostras com liners, acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, homogeneizadas, com a introdução do tubo-sensor do equipamento utilizado.

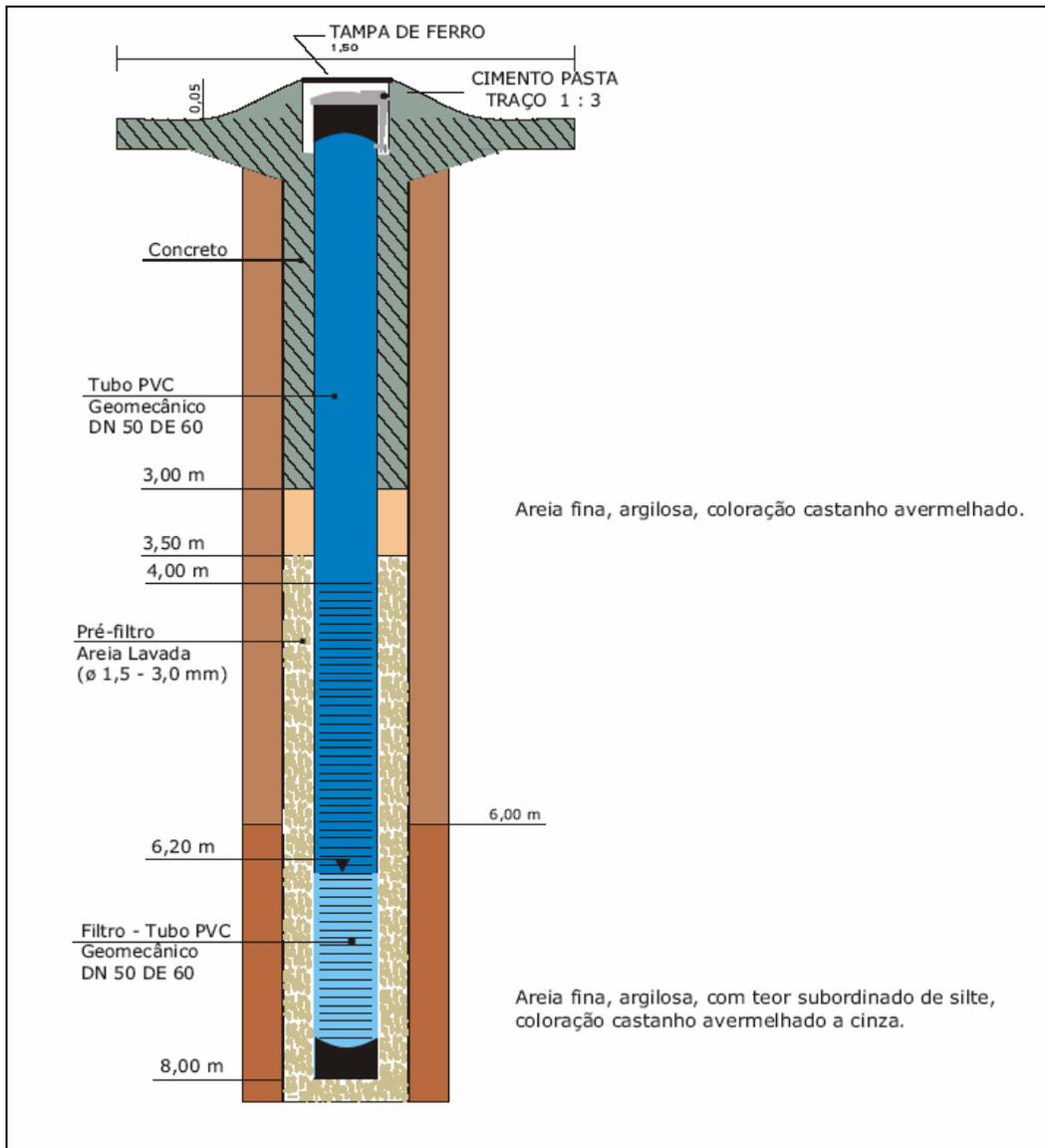


FIGURA 2 – Perfil de um poço de monitoramento perfurado no local.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Medições de VOC's no solo na Malha de Sondagens

De acordo com as medições de VOC's efetuadas nos 17 pontos de sondagens de solo, realizadas a 1 metro de profundidade, cujos valores encontram-se na Tabela 02, temos a ocorrência de alguns pontos com anomalias significativas, no entorno das sondagens ST-06, ST-07, ST-10, ST-11 e ST-14, próximos aos tanques e às bombas, determinando os locais para a instalação dos furos sondagens para coleta de amostras de solo e de poços de monitoramento para coleta de amostras de água subterrânea.

TABELA 2 - Resultados das medições de VOC's no solo na malha de sondagens

SONDAGEM	VOC (ppm)
ST-01	120
ST-02	120
ST-03	680
ST-04	160
ST-05	160
<b>ST-06</b>	<b>&gt; 1.000</b>
<b>ST-07</b>	<b>&gt; 1.000</b>
ST-08	0
ST-09	60
<b>ST-10</b>	<b>&gt; 1.000</b>
<b>ST-11</b>	<b>&gt; 1.000</b>
ST-12	0
ST-13	60
ST-14	> 1.000
ST-15	540
ST-16	60
ST-17	120

A Figura 3 apresenta a distribuição dos teores de VOC's no solo na profundidade de 1.00 metro, referente às medições realizadas na malha de sondagens.

Conforme as medições de VOC's, realizadas nas alíquotas das amostras de solo das 04 sondagens realizadas, observou-se que os maiores teores encontram-se próximo à franja capilar para todos os poços de monitoramento, conforme mostrado na Tabela 3.



#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados analíticos obtidos nas amostras de solo apresentam concentrações abaixo dos valores de intervenção para solos, enquanto os resultados analíticos das amostras de água provenientes dos poços PM-01 e PM-03 apresentaram valores acima dos valores de intervenção para águas subterrâneas no Estado de São Paulo para os poluentes Benzeno, Tolueno, Xileno, Etilbenzeno e Naftaleno, representando risco potencial à saúde humana.

Conforme os resultados obtidos durante a etapa de Investigação Confirmatória conclui-se que existe contaminação nas águas subterrâneas, mas não se confirma a contaminação no solo da área investigada, e considerando-se também os testes de Estanqueidade do Sistema de Armazenamento de Combustíveis realizados e a Hidrogeologia local, é provável que a via de contaminação seja da água para o solo, indicando a possibilidade do foco de contaminação não estar localizado na área de estudo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. ANP, 2004. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 10/08/2004.

AMBIENTE BRASIL, 2006. **Levantamento da Cetesb aponta 727 áreas contaminadas no Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/noticias>. Acesso em: 30/05/2006.

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2002. **Relatório Final da CPI do Passivo Ambiental**. São Paulo, Câmara Municipal, 710p.

FOLHA DE SÃO PAULO, 2006. **Vazamentos contaminam solo e águas subterrâneas em Bertoga**. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/>. Acesso em: 30/05/2006.

PASQUALETTO, A.; MARQUES, C.E.B.; PUGAS, C.G.S.; SILVA, F.F.; MACEDO, M.H.A. , 2005. O licenciamento ambiental dos postos de revenda varejista de combustíveis de Goiânia.. Revista Magister, Porto Alegre, RS, v. 01, n. ago/set05, p. 87-112.

PERALTA-ZAMORA, P. G.; LEAL, E. S.; TIBURTIUS, Elaine Regina Lopes, 2004. Contaminação de águas por BTXs e processos utilizados na remediação de sítios contaminados. Química Nova, v. 27, n. 3, p. 441-446.

PINHEIRO, A., 2006. **Assessoria de Comunicação Social da UnB**. Disponível em: <http://www.unb.br/acs>. Acesso em: 30/05/2006.

SANDRES, G. C. ; MAINIER, F. B. 2004. Contaminações dos solos e águas subterrâneas provocadas por vazamentos de gasolina devido à corrosão em tanques enterrados. In: . I Congresso Internacional Transdisciplinar Direito e Meio Ambiente, 19 a 21 de Maio de 2004,, 2004, Porto Alegre, RS. . I Congresso Internacional Transdisciplinar Direito e Meio Ambiente, 19 a 21 de Maio de 2004,, Porto Alegre : PUC-RS. v. I.

SILVA, R.L.B.; MARRA, C.M.; MONTEIRO, T.C.M.; BRILHANTE, O.M. 2002. Estudo da contaminação de poços rasos por combustíveis orgânicos e possíveis conseqüências para a saúde pública no Município de Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 18 (6):1599-1607, nov-dez, 2002

YUKIZAKI, S. 2003. Proteção catódica, católica ou caótica. In: Congresso Brasileiro de Corrosão,17, Rio de Janeiro, 1993. **Anais...** Rio de Janeiro: ABRACO, 1993. p.953-968.