

CONSIDERAÇÕES SOBRE A PREVENÇÃO DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

Ítalo Willians da Rocha Valente¹, Fernanda Maciel Farias¹, Jasminie da Silva Camilo¹, José Carlos Fernandes de Freitas Junior¹, Luciano Souza Pereira¹, João Evangelista Neto¹, Edry Antonio Garcia Cisneros², José Costa de Macêdo Neto³, Weberson Santos Ferreira⁴

¹ Universidade do Estado de Amazonas, Escola Superior de Tecnologia, Coordenação de Petróleo e Gás - jneto@uea.edu.br

² Universidade do Estado de Amazonas, Escola Superior de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica - edry1961cu@gmail.com

³ Universidade do Estado de Amazonas, Escola Superior de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Materiais - jotacostaneto@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Amazonas, UFAM, PPGEE - webersonsf@gmail.com

RESUMO

No Brasil, as atividades das refinarias de petróleo e seus derivados vêm contribuindo para o processo de contaminação. O relatório da comissão mista para analisar o acidente na Petrobrás/Repar cita 33 acidentes ocorridos com derramamento de petróleo e seus derivados, no período de 1975 a 2001, somando milhões de litros que contaminaram solos, rios e mar. Com o objetivo de proteger a água subterrânea, os órgãos ambientais exigem a avaliação do passivo ambiental de postos de combustíveis, o monitoramento e a quantificação dos hidrocarbonetos aromáticos no solo, incluindo os compostos Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX). Se estas quantificações apontarem valores acima dos padrões aceitos pelos órgãos ambientais competentes, faz-se necessária a intervenção e utilização de técnicas de remediação para a correção destes valores, até que novamente estejam dentro dos limites aceitáveis. Conjuntamente com o acréscimo da população principalmente nas grandes cidades de Brasil tem sido incrementado também os números de postos de combustíveis o que troce como grande preocupação o cumprimento das normas e regulamentações estabelecidas no Brasil para a proteção do médio ambiente. Neste trabalho expõem-se algumas considerações sobre a proteção da contaminação ambiental pelos postos de gasolina visando contribuir na medida do possível na preservação do médio ambiente e na criação de uma cultura sobre este importante tema.

Palavras chaves: Contaminação, meio ambiente, postos, combustíveis.

1. INTRODUÇÃO

Além do problema da contaminação das águas subterrâneas, nos deparamos também com a contaminação do solo. Dentro deste contexto, segundo Brito et al (2005), a contaminação de solos e águas subterrâneas,

especialmente por hidrocarbonetos, tem recebido grande destaque nos últimos anos, sobretudo pela frequência com que os episódios acontecem e pela forma desastrosa com que o meio ambiente é afetado (BRITO et al., 2005). Apesar dos grandes vazamentos acidentais dos referidos produtos provocados pelo envelhecimento de tanques, de



tubulações e de acessórios nos locais de armazenamento de combustível serem preocupantes, Tiburtius, Peralta-Zamora e Leal (2004) descrevem que os pequenos e contínuos vazamentos de combustível constituem fonte fundamental de contaminação.

O comportamento de derivados de petróleo no solo é influenciado por diferentes fatores que incluem características do solo, como propriedades químicas, físicas e mineralógicas e fatores ambientais como temperatura e precipitação (FATORELI, 2005). No solo, os componentes voláteis, como BTEX, podem ser volatilizados para a fase gasosa e, a seguir, podem ser perdidos para a atmosfera, ou adsorvidos nos sólidos dos solos, ou dissolvidos na solução do solo ou na água subterrânea (FERREIRA, 2003).

Outro agravante é o uso do etanol como ingrediente na formulação da gasolina com o objetivo de minimizar a poluição atmosférica oriunda da combustão. No Brasil, a gasolina é aditivada com aproximadamente 25% de etanol, fato que aumenta consideravelmente a probabilidade de contaminação de águas por BTEX devido ao seu efeito co-solvente quando presente na água (FAVERA, 2008).

A contaminação de águas subterrâneas e solos representa sérios problemas à saúde pública. Os maiores problemas das contaminações por derivados de petróleo são atribuídos aos hidrocarbonetos monoaromáticos (BTEX), que são os constituintes mais solúveis e mais móveis da fração da gasolina, sendo os primeiros a atingir o lençol freático. Estes compostos são depressores do sistema nervoso central, e apresentam toxicidade crônica, mesmo em pequenas concentrações sendo o benzeno o mais tóxico e comprovadamente carcinogênico.

Os postos revendedores de combustíveis representam uma das maiores fontes de impactos ao meio ambiente, caracterizada por vazamentos de derivados de petróleo e bicombustíveis no solo onde estão alojados os respectivos tanques dos Sistemas de Abastecimento de Combustíveis – SAC's

(LOUREIRO et al, 2002).

Neste trabalho expõem-se algumas considerações sobre a proteção da contaminação ambiental pelos postos de gasolina visando contribuir na medida do possível na preservação do médio ambiente e na criação de uma cultura sobre este importante tema. Com uma média de vida útil de 25 anos para tanques subterrâneos, supõe-se que eles já estejam comprometidos.

2. METODOLOGIA

Materiais e Métodos

A metodologia desenvolvida para o desenvolvimento do trabalho está baseada na coleta de informação diversas das fontes como as bases de dados Scielo, Lilacs, Bireme e DeCS e outras documentações como leis, regulamentos e disposições próprias da área de pesquisa.

Foi utilizado o método de análise e sínteses da informação disponível assim como o método de indução - dedução da informação para o estabelecimento da sistematicidade nos critérios de sustentabilidade que devem conter os postos de gasolina sustentáveis.

No site da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) foram coletados vários dados relevantes, entre eles o Relatório Anual de Áreas Contaminadas (2012) e publicações de referência sobre o tema.

No caso da documentação legislativa e regulamentadora podem se relacionar:

A Lei Nº 7.804, de 18/07/89, as resoluções 273 e 237 da CONAMA, a Lei Federal 9.605/98, regulamentada pelo Decreto 3.179/99, a norma ABNT NBR no.13.786:2005 a norma ABNT NBR no. 13.212:2007, a Lei nº 9.605, que caracteriza e define as sanções penais e administrativas aplicáveis aos responsáveis, diretos e/ou indiretos, por crimes ambientais de toda natureza entre outras.



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Os postos revendedores de combustíveis representam uma das maiores fontes de impactos ao meio ambiente, caracterizada por vazamentos de derivados de petróleo e bicompostíveis no solo onde estão alojados os respectivos tanques dos Sistemas de Abastecimento de Combustíveis – SAC's (LOUREIRO et al, 2002).

A resolução CONAMA no. 237, de 2000 alteraram, em vários pontos, o sistema de licenciamento ambiental vigente, visando aperfeiçoamento deste importante documento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 SOBRE A RESPONSABILIDADE SOBRE OS EQUIPAMENTOS E EVENTUAIS VAZAMENTOS DE PRODUTOS.

Algumas companhias defendem que a responsabilidade pelos equipamentos cedidos pela distribuidora aos postos, por meio de contrato de comodato, cabe ao estabelecimento de revenda. Contudo, a Medida Provisória nº 1.670, publicada no dia 25 de junho de 1998, determina que haja coresponsabilidade entre esses agentes econômicos. Essa Medida dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis e estabelece sanções administrativas, entre outras providências. O § 1º do artigo 16 da Medida Provisória não deixa margem de dúvidas a esse respeito, quando estabelece que “as companhias distribuidoras, proprietárias de equipamentos destinados ao abastecimento de combustíveis e responsáveis pela sua manutenção, respondem solidariamente com os postos revendedores por vícios de funcionamento dos mesmos”. Por esses “vícios de funcionamento”, subentende-se desde o registro incorreto de valores e volumes de vendas de combustíveis pelas bombas medidoras, até vazamento de tanques e tubulações subterrâneas.

Essa nova legislação também determina que a não observância das normas de segurança,

“colocando em perigo direto e iminente a vida, a integridade física ou a saúde, o patrimônio público ou privado, a ordem pública ou o regular abastecimento nacional de combustíveis”, pode penalizar os responsáveis com multas entre R\$ 100 mil e R\$ 1 milhão (inciso VIII do artigo 3º). As punições podem ser aplicadas em conjunto com outras sanções previstas no artigo 2º, dentre as quais se destacam: suspensão temporária da atividade, cancelamento do registro do estabelecimento, e revogação da autorização para o exercício da atividade. Além disso, no caso específico de poluição causada por produtos tóxicos e inflamáveis, entre os quais se incluem os combustíveis e lubrificantes automotivos, o assunto pode fugir do âmbito exclusivo da ANP. Nesse caso, a infração adentrando a área de abrangência da Lei nº 9.605 e das disposições ambientais dos estados e municípios.

A título de exemplo, os ônus das multas por dano ambiental e da recuperação do solo, de acordo com fontes da CETESB, são altos e ainda envolvem possível suspensão temporária das atividades. Já o valor da multa por acidente grave oscila entre R\$ 40 mil e 80 mil, conforme previsto na legislação do estado de São Paulo.

3.2 SOBRE OS CORPOS D'ÁGUA

Em 22 de março de 2005, foi instituída a Década Brasileira da Água, por meio de um decreto federal que reconhece a Água como estratégica no cenário internacional e nacional, com o objetivo de promover a criação e implantação de políticas voltadas ao gerenciamento e uso sustentável desse recurso natural. As Nações Unidas também definiram o período de 2005 a 2015 como o Decênio Internacional para a Ação – Água, fonte de vida (BRASIL-b, 2005; BRASIL-c, 2005).

O volume total de água do planeta Terra é de 1.385.984 km³, sendo que desse total 99,4 % constitui-se de água não disponível para o consumo humano: oceanos, mares e geleiras. A maior parte do volume total de água doce



não está disponível, por se encontrar concentrada nas calotas polares e em aquíferos profundos. Dos 0,6 % disponível na forma de água doce líquida, 98,5% estão na forma de águas subterrâneas (REBOUÇAS, 2002; ZIMBRES, 2000).

O Brasil é um país privilegiado porque possui 12% das reservas mundiais de água doce e 53% do total da América do Sul, apresentando a rede hidrográfica mais extensa do planeta. Essa rede possui 55.457 km² de rios, equivalentes a 1,66% da superfície da Terra (ANA, 2002; BORGUETTI et al., 2004; BRASIL, 2003). Aproximadamente, 69,2% das águas brasileiras estão concentradas na região Norte, e somente 1,60% estão no Estado de São Paulo (SABESP, 2004a; 2004b; BORGUETTI et al., 2004). Entretanto, como no resto do mundo, as interferências no ciclo de renovação, principalmente das águas superficiais, têm diminuindo a quantidade e a qualidade da água disponível para o consumo.

A Figura 1 apresenta a distribuição das águas no nosso planeta, mostrando a pequena porcentagem de água doce disponível para o abastecimento e a importância da preservação das águas subterrâneas.

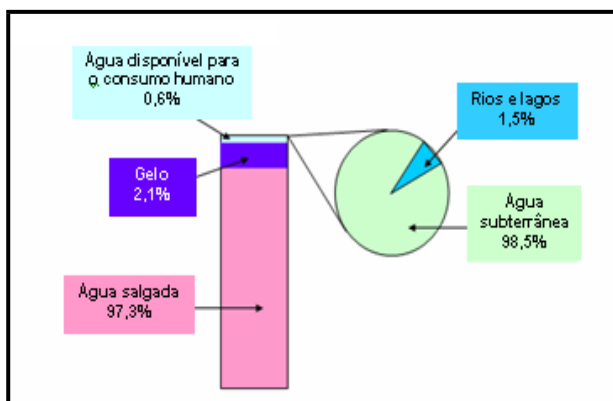


Figura 1 - Distribuição relativa das águas no nosso planeta (modificado de ZIMBRES, 2000)

Como se pode constatar, da água disponível para o consumo humano, 1,5% estão nos rios e lagos, e 98,5% são águas subterrâneas, de difícil e elevado custo de captação. No caso de serem contaminados, os prejuízos aumentam

ainda mais o custo para que ela seja disponível para utilização humana. No caso de não acontecer a descontaminação, ainda é necessário considerar os valores aumentados nos tratamentos de saúde. O leque de danos amplia-se, ainda mais, quando a contaminação atinge balneários públicos, que atingem um grande número de pessoas no processo de contaminação. Os prejuízos também atingem empreendimentos comerciais e outros que vivem da afluência dos banhos.

Outros dados importantes referentes à questão dos corpos d'água disponíveis para o consumo humano dizem respeito a: extração excessiva, uso inadequado, lançamento de efluentes domésticos e industriais, ausência de controle de erosão, ausência de matas ciliares, bem como o crescente aumento nos custos de seu tratamento. Apesar da disponibilidade hídrica do Estado de São Paulo, a distribuição de águas potáveis não coincide com as áreas onde existe maior demanda pelo recurso hídrico. Essa realidade também ocorre em outras regiões do Brasil, de um modo geral. Segundo (REBOUÇAS et al., 1999), mesmo as cidades localizadas na região Norte do país enfrentam crises de abastecimento (CETESB, 2004; REBOUÇAS et al., 2002; 1999).

Nesse cenário, a água subterrânea vem assumindo importância relevante como fonte de abastecimento doméstico, industrial e agrícola. Praticamente, todos os países do mundo utilizam água subterrânea para suprir suas necessidades. Países como a Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Holanda, Hungria, Itália, Marrocos, Rússia e Suíça utilizam de 70 a 90% da demanda do abastecimento público pelas águas subterrâneas. Outros países utilizam 100% da água subterrânea como a Arábia Saudita e Malta (REBOUÇAS et al., 1999).

Segundo o Censo de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2003), aproximadamente 61% da população brasileira é abastecida com água subterrânea



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

para fins domésticos, dos quais 10% vêm de poços rasos, 20% de nascentes ou fontes e 70% de poços profundos. De acordo com o levantamento realizado pela CETESB (2004), dos 645 municípios do Estado de São Paulo, 72% são totalmente ou parcialmente abastecidos por água subterrânea. Atualmente, considerando-se o aumento do número de poços outorgados pelo Departamento de Abastecimento de Água e Esgoto – DAAE estima-se que essa porcentagem de uso seja maior.

Em algumas regiões do Estado de São Paulo, como a Região Metropolitana, e Campinas, a água subterrânea é uma reserva estratégica para o desenvolvimento de atividades econômicas, tendo em vista a escassez do recurso hídrico superficial. Na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP a água superficial é a principal fonte de abastecimento público. Entretanto, também é intenso o uso de águas subterrâneas para abastecimento privado nas indústrias, comércio (hotéis, hospitais, clubes) e residências (condomínios) (CETESB, 2004).

3.3 SOBRE AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O entendimento de águas subterrâneas depende da conceituação de aquífero, solo, e zona saturada. Aquífero é uma das principais fontes de água para consumo, e que ocorre abaixo da superfície da terra. Os reservatórios naturais desse tipo de água do subsolo se dividem em: água de solo, água da camada da zona saturada do subsolo. Uma rocha também pode conter um aquífero, quando ela tem porosidade e permeabilidade, independente de estar ou não saturada (REBOUÇAS, et al., 2002; 1999).

O solo é definido como o material mineral não consolidado (solto) que se estende desde a superfície até o embasamento de rocha. O solo consiste em ar ou vapor, água e uma variedade de sólidos do solo, e é dividido em duas zonas da sub superfície: as zonas não-saturadas e a zona saturada (FERNANDES, 1997). A zona não-saturada se estende desde a

superfície do chão até o topo da franja capilar, e contém vapor do solo e uma quantidade menor de água do solo. A zona saturada estende-se desde o topo da franja capilar até o fundo do lençol freático. Nela, os espaços vazios entre os sólidos do solo estão totalmente preenchidos por líquidos, e a água que se encontra nesta zona é chamada de água subterrânea. A franja capilar é a porção superior da zona saturada, na qual a água subterrânea se encontra, acima da superfície do lençol freático, devido às forças capilares (FERNANDES, 1997). A figura ilustra a descrição.

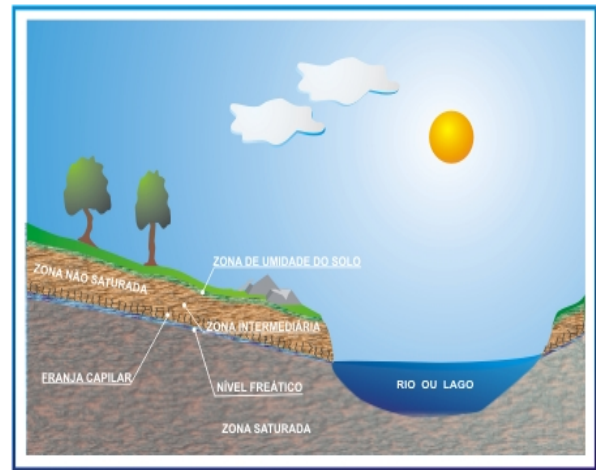


Figura 2. Caracterização esquemática das zonas não-saturada, saturada, franja capilar no subsolo. Fonte: Borguetti et al., 2004).

3.4 SOBRE A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Durante o percurso no qual a água caminha entre os poros do subsolo e das rochas, ocorre a depuração da mesma, por meio de uma série de processos físico-químicos (troca iônica, decaimento radioativo, remoção de sólidos em suspensão, neutralização de pH em meio poroso, entre outros) e bacteriológicos (eliminação de microorganismos, devido à ausência de nutrientes e oxigênio que os viabilizam). Agindo sobre a água, esses processos de filtragem modificam as suas características, tornando-a particularmente mais adequada ao consumo humano. A composição química da água subterrânea é o



resultado combinado da composição da água que percola o solo, acumulado com a evolução química influenciada diretamente pelas litologias atravessadas. Assim, o teor de substâncias dissolvidas nas águas subterrâneas vai aumentando à medida que prossegue no seu movimento descendente (BORGUETTI et al., 2004; EPA, 1990).

As águas subterrâneas apresentam algumas propriedades que tornam o seu uso mais vantajoso, em relação ao das águas dos rios. Elas são filtradas e purificadas naturalmente através da percolação, determinando excelente qualidade e dispensando tratamentos prévios. Tais águas não ocupam espaço em superfície; sofrem menor influência nas variações climáticas; são passíveis de extração perto do local de uso; possuem temperatura constante; têm maior quantidade de reservas; necessita de custos menores como fonte de água; e as suas reservas e captações não ocupam área superficial. Além disso, apresentam grande proteção contra agentes poluidores; o uso do recurso aumenta a reserva e melhora a qualidade e possibilitam a implantação de projetos de abastecimento à medida da necessidade (BORGUETTI et al., 2004; EPA, 1990).

3.5 SOBRE OS TIPOS DE AQÜÍFEROS

Aquífero é uma formação geológica do subsolo, constituída por rochas permeáveis, que armazena água em seus poros ou fraturas. Outro conceito de aquífero diz respeito a ser ele um material geológico, capaz de servir de depósito e de transmissor da água aí armazenada. Assim, uma litologia só será aquífera se tiver seus poros saturados (cheios) de água, e, além disso, permitir a fácil transmissão da água armazenada (REBOUÇAS, et al, 2002; 1999).

Um aquífero pode ter a extensão de poucos ou atingir milhares de quilômetros quadrados, podendo apresentar espessuras de poucos metros a centenas de metros (REBOUÇAS et al, 2002, 1999)

Para melhor entendimento sobre os tipos de aquíferos, serão apresentadas algumas denominações e definições importantes que ajudam na compreensão de alguns termos utilizados no trabalho. Toma-se como referência os conceitos apresentados por Borguetti et al, (2004) e Zimbres (2000), que são dois cientistas brasileiros renomados, que vêm apresentando os estudos mais completos sobre o tema.

A constituição geológica (porosidade/permeabilidade intergranular ou de fissuras) é o que determina a velocidade da água em seu meio, a qualidade e sua capacidade reservatória. A origem geológica pode ser fluvial, lacustre, eólica, glacial e aluvial (rochas sedimentares), vulcânica (rochas fraturadas) e metamórfica (rochas calcárias), determinando os diferentes tipos de aquíferos (BORGUETTI et al, 2004; ZIMBRES, 2000). Quanto à porosidade, existem três tipos de aquíferos esquematicamente caracterizados na figura seguinte:

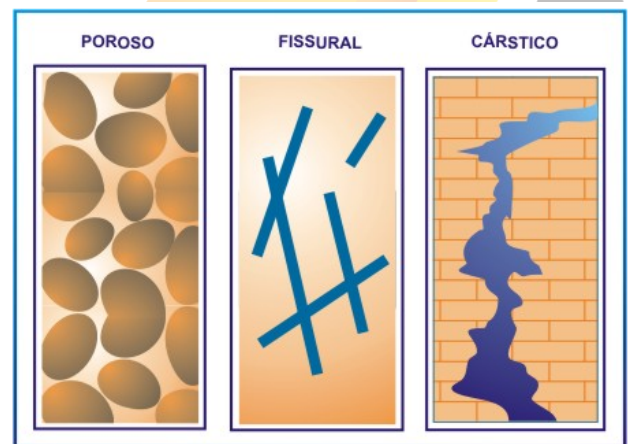


Figura 3- Tipos de aquíferos quanto à porosidade. Fonte: Borguetti et al., 2004; Zimbres, 2000.

O aquífero semiconfinado é aquele que se encontra limitado na base, no topo, ou em ambos, por camadas cuja permeabilidade é menor do que na do aquífero confinado ou artesianos, pois o fluxo preferencial da água se dá ao longo da camada aquífera. Secundariamente, esse fluxo se dá através das



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

camadas semiconfinantes, à medida que ocorre uma diferença de pressão hidrostática entre a camada aquífera e as camadas subjacentes ou sobrejacentes (BORGUETTI et al., 2004; ZIMBRES, 2000).

O aquífero semiconfinado é aquele que se encontra limitado na base, no topo, ou em ambos, por camadas cuja permeabilidade é menor do que na do aquífero confinado ou artesianos, pois o fluxo preferencial da água se dá ao longo da camada aquífera. Secundariamente, esse fluxo se dá através das camadas semiconfinantes, à medida que ocorre uma diferença de pressão hidrostática entre a camada aquífera e as camadas subjacentes ou sobrejacentes (BORGUETTI et al., 2004; ZIMBRES, 2000).

3.5 SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE OS AQUÍFEROS

O manancial subterrâneo de águas acha-se relativamente melhor protegido dos agentes de contaminação que afetam rapidamente a qualidade das águas dos rios e represas, na medida em que ocorre sob uma zona não saturada (aquífero livre), ou está protegido por uma camada relativamente pouco permeável (aquífero confinado) (REBOUÇAS et al., 2002; 1999). A vulnerabilidade à contaminação de um aquífero refere-se ao seu grau de proteção natural às possíveis ameaças de contaminação potencial, e depende das características litológicas e hidrogeológicas dos estratos que o separam da fonte de contaminação (geralmente superficial), e dos gradientes hidráulicos que determinam os fluxos e o transporte das substâncias contaminantes, através dos sucessivos estratos ou dentro do aquífero.

A contaminação ocorre pela ocupação inadequada de uma área quando não se considera a sua vulnerabilidade, ou seja, a capacidade do solo em degradar as substâncias tóxicas introduzidas no ambiente, principalmente na zona de recarga dos aquíferos. A contaminação pode se dar por fossas sépticas e negras; infiltração de

efluentes industriais; fugas da rede de esgoto e galerias de águas pluviais; vazamentos de postos de serviços; por aterros sanitários e lixões; uso indevido de fertilizantes nitrogenados; e depósitos de lixo próximos dos poços mal construídos ou abandonados. Entretanto, o mais perigoso tipo de contaminação é aquele provocado por produtos químicos, que acarretam danos, muitas vezes irreversíveis, causando enormes prejuízos ao bioma, à medida que impossibilita o uso das águas subterrâneas em grandes áreas.

4. CONCLUSÕES

A contaminação das águas subterrâneas justifica a preocupação quanto à poluição ambiental e necessidade de proteção do meio ambiente, não só em Brasil, mas também em todo mundo. Faz-se necessário uma atuação efetiva do Poder Público por meio de legislações mais restritivas no que tange ao licenciamento, monitoramento e fiscalização de postos e sistemas de armazenamento de combustíveis. Acredita-se da necessidade de contar com programas integrais de gerenciamento de áreas contaminadas.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pela geração dos resultados e pelo fomento às atividades de pesquisa e desenvolvimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Edição Comemorativa do Dia Mundial das Águas. Brasília: Agê

ncia Nacional de Águas, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO

– ANP. Agência Nacional de Petróleo.

Portaria no 116, de 5 de julho de 2000.

Brasília: ANP. Disponível em:

<http://www.mj.gov.br/dpdc/servicos/legislacao/pdf/portaria%20n116_anp.pdf>

Acesso em: 10/03/2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO

– ANP. Fiscalização. Brasília: ANP, data,

16/04/2009. Disponível em:

<http://www.anp.gov.br/doc/fiscalizacao/fiscaliza_sp.pdf> Acesso em: 17/04/2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO

– ANP. Anuário estatístico, 2006. Brasília:

ANP, 2006. Disponível em:

<<http://www.anp.gov.br/conheca/anuario2006.asp>>. Acesso em: 10/09/2008.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro et al. Perícia

ambiental judicial e securitária: impacto,

dano e passivo ambiental. Rio de Janeiro:

Thex, 2006.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro et al. Política

e planejamento ambiental. 3a. ed. revista e

atualizada. Rio de Janeiro: thex, 2006.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE

- API. BTEX: 1993. Disponível em:

<<http://api-ec.api.org/frontpage.cfm>>.

Acesso em: 10/08/ 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

NORMAS TÉCNICAS. Posto de serviço:

manuseio e instalação de tanque

subterrâneo de combustíveis: NBR 13.781:

2001. Rio de Janeiro: ABNT, 2001 a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

NORMAS TÉCNICAS. Posto de serviço:

seleção de equipamentos e sistemas para

instalações subterrâneas de combustíveis:

NBR 13.786:2005. Rio de Janeiro: ABNT, 2001 b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

NORMAS TÉCNICAS. Posto de serviço:

tubulação não-metálica: NBR 14.722:2001.

Rio de Janeiro: ABNT, 2001 c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

NORMAS TÉCNICAS. Posto de serviço:

manuseio e instalação de tanque

subterrâneo de combustíveis – NBR

13.781:2001. Rio de Janeiro: ABNT, 2001

d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

NORMAS TÉCNICAS. Posto de serviço:

tubulação não-metálica – NBR

14.722:2001. Rio de Janeiro: ABNT, 2001

e.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 273. Publicada em 29 de novembro de 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518. Capítulo IV. Tabela 3 – Padrão de potabilidade de substâncias químicas que representam riscos à saúde. Publicada em 25 de março de 2004.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo. Anuário Estatístico 2007. Seção 3 – Comercialização. Em: http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_2007.asp. Consultado em: 14 de abril de 2008.

BRITO, F.V. et al. Estudo da contaminação de águas subterrâneas por BTEX oriundas de postos de distribuição no Brasil. 2005. 6 p.

CORSEUIL, H.X.; MARINS, M.M. Contaminação de águas subterrâneas por derramamento de gasolina: o problema é grave? Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.2, n.2, p.50-54, 1997.

COUTINHO, R.C.; GOMES, C.C. Técnicas para remediação de aquíferos contaminados por vazamentos de derivados de petróleo em postos de combustíveis. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17. 2007.

EGLE, T. Área limpa: com técnicas corretas de remediação e rigoroso processo de aprovação, áreas contaminadas no passado podem receber empreendimentos. *Téchne*, v. 159, 2010.

FATORELI L. Proposta de avaliação de risco ecológico para contaminações de petróleo e derivados: estudo de caso, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005

FAVERA, C.H. Sites contaminados por hidrocarbonetos: principais técnicas de remediação e exemplo de aplicação. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

FREIRE, R.S. et al. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. *Química Nova*, v. 23, n. 4, 2000.

PROMMER, H.; BARRY, D.A.; DAVIS, G.B. A one-dimensional reactive multi-component transport model for biodegradation of petroleum hydrocarbons. *Env. Modelling Softw.*, v. 14, p. 213-223, 1999.



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

SÃO PAULO (ESTADO). Companhia Ambiental (CETESB). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 15 maio 2013.

SÃO PAULO (ESTADO). Assembleia Legislativa. Lei Nº 13.577, de 08 de julho de 2009. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13577-08.07.2009.html>>. Acesso em: 03 set. 2013.

SILVA, M.A. Sistema de Classificação Fuzzy para Áreas Contaminadas. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SUGIMOTO, L. Sensores detectam e monitoram contaminação de águas subterrâneas. Jornal da Unicamp, 22 a 28 de novembro de 2004.

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

