

IX-026 - CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS CONTAMINADAS POR HIDROCARBONETOS COMO ETAPA INICIAL PARA SUA REMEDIAÇÃO

Joice Brochier Schneider⁽¹⁾

Gestora Ambiental, Mestranda em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Iara Janaína Fernandes

Graduanda de Engenharia de Alimentos da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Amanda Gonçalves Kieling

Prof^ª Me. do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS e Doutoranda do PPGE3M da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Marcelo Oliveira Caetano

Prof^º Me. dos Cursos de Gestão Ambiental e Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS e Doutorando do PPGE3M da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Feliciane Andrade Brehm

Prof^ª. Dra. do Programa de Pós Graduação da Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Endereço⁽¹⁾: Av. Unisinos, 950 - Cristo Rei - São Leopoldo - RS - CEP: 93.022-000 - Brasil - Tel: +55 (51) 3591 1122 – Ramal: 1769 - e-mail: joice_brochier@yahoo.com.br.

RESUMO

Um grande passivo ambiental da atualidade refere-se à contaminação dos recursos hídricos por hidrocarbonetos. Os constituintes da gasolina: benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX) são frequentemente encontrados em solos e águas subterrâneas. Esta contaminação tem como uma das principais fontes os tanques de armazenamento dos postos de combustíveis, que em função de muitos possuírem mais de 25 anos de uso, apresentam grande probabilidade de vazamentos, principalmente pelo surgimento de rachaduras ou corrosão. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2010), no final de 2009 existiam 3.053 postos revendedores de combustíveis no Rio Grande do Sul, os quais poderiam estar provocando impactos sobre os recursos aquáticos. Na busca de minimizar estes impactos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou a Resolução N° 273/2000, a qual estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental da atividade de revenda de combustíveis. Estudos, envolvendo sistemas de remediação justificam-se devido à existência de uma grande demanda de áreas já contaminadas e a iminência de outras, as quais são resultados do não controle físico-químico, fiscalização e cumprimento de legislações. O presente estudo avaliou a contaminação da água subterrânea de um posto de combustível, localizado na cidade de Porto Alegre – RS, através da sua caracterização, visando sua futura remediação. Tal caracterização foi realizada através de duas amostragens, sendo executadas as seguintes análises: TPH, BTEX, pH, OD, DBO, DQO, COT, nitrogênio, sólidos, fósforo, turbidez, cor, alcalinidade, condutividade e coliformes. Os resultados da primeira amostragem indicaram que a água subterrânea apresenta contaminação proveniente de vazamento de óleo diesel. Já os resultados de fósforo, DBO, OD e coliformes indicam a provável existência de outras fontes de contaminação desse lençol freático, não provenientes da atividade de armazenamento de combustíveis. Os resultados da segunda amostragem corroboram com os da primeira, porém evidenciaram que a contaminação está aumentando em relação aos parâmetros matéria orgânica e hidrocarbonetos, sendo que para este último, o valor foi sete vezes maior que na primeira amostragem. Desta maneira, é urgente que se inicie o processo de remediação da área, identificando os pontos críticos e a extensão da contaminação, que pode estar aumentando em função da maior concentração de hidrocarbonetos e matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação, Águas subterrâneas, Hidrocarbonetos, BTEX, Remediação.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento populacional e o conseqüente aumento das atividades industriais vêm contribuindo para o agravamento dos passivos ambientais, principalmente com respeito à preservação do solo, das águas superficiais, e subterrâneas, o que pode gerar também riscos à saúde da população (KIELING, 2009). Comumente os contaminantes produzidos pelas indústrias atingem o solo e águas superficiais (rios, lagos), e posteriormente, dependendo das condições de vulnerabilidade do aquífero (tipo de solo, profundidade do nível de água, entre outros) podem atingir as águas subterrâneas.

O agravante desta situação é que, atualmente, cerca de um terço da população mundial vive em países que já apresentam alguma deficiência no suprimento de água doce. Além disto, a maior parte da água doce, disponível na Terra, encontra-se no subsolo. As águas subterrâneas, devido à sua filtração através do solo, e ao longo tempo de permanência no subsolo, contêm uma quantidade muito menor de matéria orgânica natural e microorganismos causadores de doenças do que as águas superficiais. Em função disso, eram consideradas tradicionalmente como desprovidas de contaminantes, ou seja, em condições de uso. A contaminação dessas águas foi negligenciada durante muito tempo, sendo que, até os anos 80, não era reconhecida como sendo um problema sério (BAIRD, 2002).

Atualmente, em contra partida, a contaminação das águas subterrâneas por produtos químicos, principalmente os orgânicos, é uma preocupação mundial. Os contaminantes orgânicos típicos, das águas subterrâneas, são os solventes clorados, como tricloroeteno e percloroeteno, e especialmente os hidrocarbonetos de petróleo.

Esses hidrocarbonetos são amplamente utilizados na indústria e no transporte. Segundo o Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2010), o volume de petróleo produzido no mundo, em 2009, foi de 79,9 milhões barris/dia. A produção brasileira cresceu 6,9% neste mesmo ano, atingindo 2 milhões de barris/dia, alcançando a 14ª posição entre os maiores produtores mundiais de petróleo.

O consumo mundial deste combustível, também referente a 2009, totalizou 83,6 milhões de barris/ano, onde o Brasil teve um consumo de 1,9 milhões de barris/dia, representando 2,3% do total mundial. A produção de derivados de petróleo no Brasil atingiu um volume de 109,8 milhões m³, dos quais o óleo diesel teve participação de 39,1%, equivalente a 42,9 milhões de m³, e a gasolina A de 19%, num volume total de 20,9 milhões m³ (ANP, 2010).

As vendas no país de óleo diesel, pelas distribuidoras, atingiram um patamar de 44,3 milhões m³, e de gasolina tipo C (acrescida de álcool) 25,4 milhões m³. No final de 2009, 37.973 postos operavam no Brasil, número 3,4% superior ao observado no ano anterior. Deste total, 21,2% encontram-se instalados na região Sul, sendo 8% no Rio Grande do Sul, totalizando 3.053 postos revendedores de combustíveis (ANP, 2010).

Dada esta alta demanda, a indústria de petróleo é potencial candidata a provocar grandes impactos sobre o solo e recursos aquáticos, visto que tanto para a produção, manuseio, transporte e distribuição são utilizados tanques de armazenamento, que são suscetíveis a vazamentos e acidentes.

Embora grandes vazamentos de petróleo sejam muito preocupantes, estima-se que a principal fonte de contaminação do ambiente aquático por petróleo e seus derivados, são os pequenos e contínuos vazamentos de combustíveis em postos de distribuição. No Brasil, este problema acentua-se, pois a maioria dos tanques de armazenamento foram construídos na década de 70, e como a vida média destes é estimada em 25 anos, pode-se esperar um aumento na ocorrência de vazamentos nos postos do país (CORSEUIL e MARINS, 1997).

Uma emissão contínua de poluentes a partir de uma fonte pontual, como os tanques de combustíveis enterrados, pode desenvolver plumas de águas poluídas na direção de fluxo de água, contaminando, portanto, todo o volume do aquífero (BAIRD, 2002).

Além de acarretar sérios impactos ambientais pela contaminação do solo e água subterrânea, comprometendo a qualidade dos mananciais e de seu uso para o abastecimento público, esses vazamentos podem acarretar outros prejuízos como riscos de explosão e incêndio (MINDRISZ, 2006).

Os hidrocarbonetos de petróleo são poluentes hidrofóbicos e menos densos que a água, formando uma massa que flutua sobre a parte superior do lençol freático, que pode ser denominada como fase livre. A gasolina se

dissolve parcialmente quando em contato com a água subterrânea, sendo que os hidrocarbonetos monoaromáticos, os chamados BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), são os constituintes da gasolina que têm maior solubilidade em água e por este motivo são os primeiros a atingir o lençol freático (CORSEUIL, 1992). Os hidrocarbonetos totais de petróleo - TPH [termo usado para descrever uma grande família de várias centenas de compostos químicos originados do refino do petróleo cru (PATNAIK, 1996)] podem ser divididos em TPH DRO, que indicam hidrocarbonetos na faixa do diesel, extraíveis, com 9 a 28 carbonos e TPH GRO, que indicam hidrocarbonetos na faixa da gasolina, voláteis, com 2 a 9 carbonos.

Os hidrocarbonetos, principalmente os BTEX, são substâncias consideradas muito perigosas por serem depressoras do sistema nervoso central, podendo causar leucemia em exposições crônicas (CORSEUIL e MARINS, 1997).

O reconhecimento do potencial poluidor dos tanques de armazenamento subterrâneo levou a elaboração da Resolução CONAMA N° 273/2000, normatizando que a instalação e a operação de postos revendedores de combustíveis dependerão de licenciamento prévio do órgão ambiental. Além disso, também determina que em caso de acidentes ou vazamentos, que apresentem situações de perigo ao meio ambiente ou às pessoas, bem como na ocorrência de passivos ambientais, os responsáveis pelo estabelecimento, equipamentos, sistemas e os fornecedores de combustíveis que abastecem ou abasteceram a unidade, responderão pela adoção de medidas para controle da situação emergencial e para o saneamento das áreas impactadas.

Quanto às águas subterrâneas, foi criada a Resolução CONAMA N° 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, prevenção e controle da poluição. Esta resolução apresenta uma lista de parâmetros com seus respectivos valores máximos permitidos (VMP) para cada um dos usos considerados como preponderantes, que são: consumo, dessedentação de animais, irrigação e recreação. Entende-se como VMP o limite máximo permitido de um dado parâmetro, específico para cada uso de água subterrânea.

Já a Resolução CONAMA N° 357/2005 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. São classificados corpos de água doce, águas salinas e águas salobras, sendo que os corpos de água doce são classificados em classe especial, classe 1, 2, 3 e 4. A classe 1 refere-se às águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado.

Muitos órgãos ambientais brasileiros utilizam atualmente padrões baseados da Lista Holandesa, que descreve valores distintos de qualidade de solos e águas subterrâneas, estipulando valores de referência, de intervenção e valores de alerta para determinados parâmetros, incluindo os hidrocarbonetos de petróleo. O valor de referência indica um nível de qualidade que permite considerá-los “sem contaminação”, permitindo sua utilização para qualquer finalidade. O valor de intervenção indica o nível acima do qual existem riscos para a saúde humana e para o ambiente, e o valor de alerta é um valor médio entre os dois primeiros.

Em função de todos os riscos, impactos ambientais envolvidos e toda legislação existente, inúmeras pesquisas relacionadas à contaminação e remediação de áreas atingidas por hidrocarbonetos são realizadas, com a finalidade de restaurar a qualidade dos solos e das águas subterrâneas contaminadas. Vários métodos podem ser empregados para remover hidrocarbonetos de águas contaminadas incluindo processos químicos, físicos e processos biológicos.

O alto custo de algumas tecnologias existentes motivou a empresa Projeconsult, em parceria com a UNISINOS, a desenvolver um projeto com uma metodologia própria para tratar este passivo ambiental. O uso de alguns equipamentos e adsorventes alternativos neste sistema, já permitiu a redução de custos para o processo de remediação, oportunizando a acessibilidade da tecnologia para um número maior de postos de combustíveis.

Neste contexto, o presente trabalho está inserido neste projeto maior, tendo como objetivo avaliar a contaminação da água subterrânea de um posto de combustível localizado na cidade de Porto Alegre – RS, visando a sua futura remediação.

METODOLOGIA UTILIZADA

As amostras de água subterrânea foram coletadas em um posto de combustível, localizado na cidade de Porto Alegre – RS, em dois momentos: uma coleta foi realizada em julho de 2010 e a outra em janeiro de 2011.

A primeira coleta foi realizada somente em um ponto (figura 1), visto que o mapeamento da pluma de contaminação, efetuado durante o diagnóstico ambiental da área, indicou uma contaminação por compostos orgânicos voláteis (VOC's) semelhante em todos os pontos. Para se ter a real contaminação do lençol freático, realizou-se esta primeira coleta. A segunda coleta foi composta (figura 1), ou seja, o ponto de retirada era confluência dos vários pontos de coleta de água subterrânea existentes dentro da área em estudo, num total de 06 pontos. Portanto, forneceu um resultado mais abrangente, pois levou em consideração toda extensão da pluma de contaminação e pontos à montante e a jusante dos tanques de armazenamento.

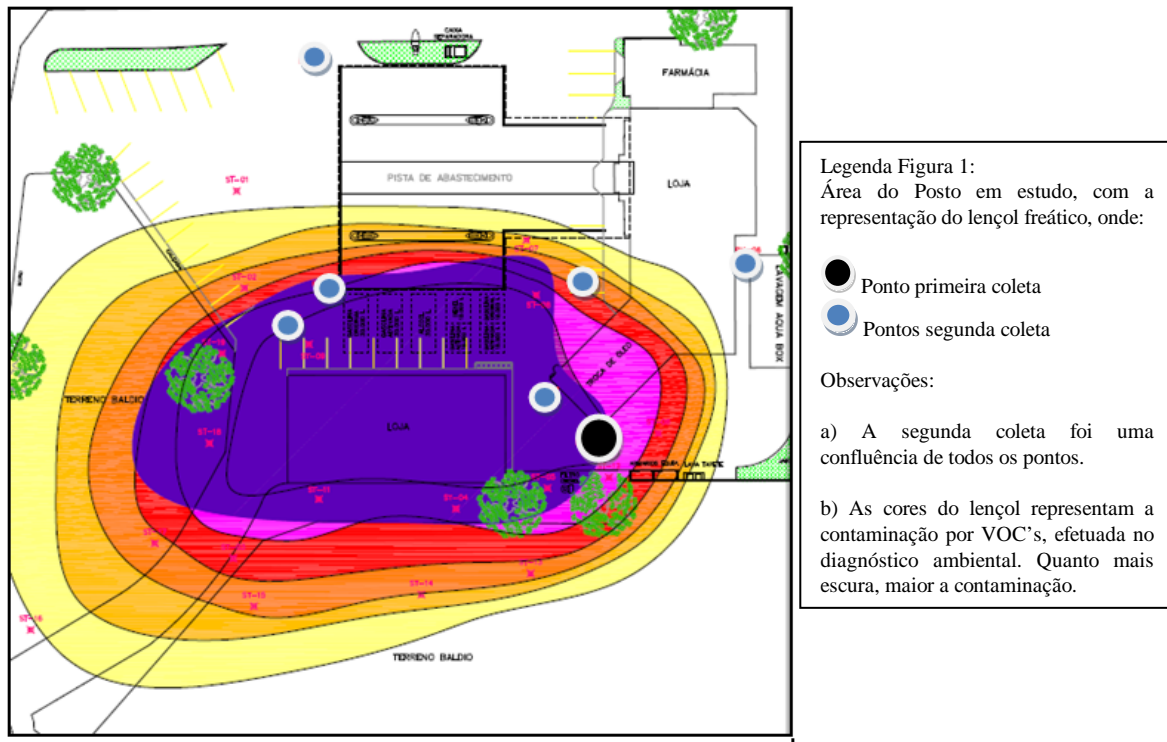


Figura 1: Pontos de coleta.

Os parâmetros físico-químicos, com os respectivos métodos empregados, utilizados neste estudo, são apresentados na tabela 1.

Os parâmetros monitorados nas amostras: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), carbono orgânico total (COT), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio total, amoniacal e orgânico, alcalinidade total e parcial, fósforo, sólidos totais, sólidos suspensos totais, sólidos dissolvidos totais, pH, turbidez, cor e condutividade, foram realizados de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995).

Para determinação da turbidez foi utilizado Turbidímetro Policontrol P1000II, para determinação de cor o equipamento Aqua Nessler Polilab, para determinação de pH foi utilizado Medidor de pH DMPH-2 Digimed e para determinação da condutividade o equipamento Digimed Condutvímetero DM 31.

As análises de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno orto, meta e para (BTEX) foram realizados segundo o método EPA 8260-b. Os hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH), na faixa DRO, foram determinados segundo os Métodos EPA 3510-d e EPA 8015-d e TPH na faixa GRO segundo o Método EPA 8015 B. Tais ensaios foram realizados em laboratório terceirizado.

Os parâmetros microbiológicos de coliformes termotolerantes e coliformes totais foram realizados, através da análise para contagem de coliformes, pelo método do número mais provável (NMP) segundo Silva, Junqueira e Silveira (1997).

Tabela 1: parâmetros físico-químicos e métodos utilizados.

Parâmetro	Método
Cor	APHA, 1995
Turbidez	APHA, 1995
pH	APHA, 1995
Condutividade	APHA, 1995
DBO	APHA, 1995
DQO	APHA, 1995
OD	APHA, 1995
COT	APHA, 1995
Nitrogênio Total	APHA, 1995
Nitrogênio Amoniacal	APHA, 1995
Nitrogênio Orgânico	APHA, 1995
Alcalinidade Total	APHA, 1995
Alcalinidade Parcial	APHA, 1995
Fósforo	APHA, 1995
Sólidos Totais	APHA, 1995
Sólidos Suspensos	APHA, 1995
Sólidos Dissolvidos	APHA, 1995
BTEX	EPA 8260-b
TPH DRO	EPA 3510-d e EPA 8015-d
TPH GRO	EPA 8015-B
THP Total	EPA 3510-d e EPA 8015-d
Coliformes Termotolerantes	Silva, Junqueira e Silveira (1997)
Coliformes Totais	Silva, Junqueira e Silveira (1997)

Para fins de avaliação dos resultados obtidos, foi utilizada a Resolução CONAMA N° 396/2008, a Resolução CONAMA N° 357/2005 e a Lista Holandesa. Foi considerado o Anexo I da Resolução CONAMA N° 396/2008, considerando-se o uso preponderante da água subterrânea para consumo humano. Como esta Resolução não estipula valores para todos os parâmetros analisados neste estudo, foi utilizada a Resolução CONAMA N° 357/2005, considerando água doce classe 1, referente às águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado. Visto que a Empresa Projeconsult utiliza a Lista Holandesa para avaliação dos parâmetros de BTEX e TPH, esta foi considerada para tais parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados encontrados na tabela 2 demonstram o monitoramento físico-químico da área degradada. Percebe-se que há diferenças nos resultados encontrados na primeira e segunda coleta. Isto possivelmente esteja relacionado à maior abrangência da segunda amostragem, o que denota uma precisão maior da contaminação existente.

Os resultados encontrados, na primeira amostragem, para os parâmetros cor e turbidez foram de 30 mg de Pt/L e 31 NTU, respectivamente. Já para a segunda amostragem, a turbidez apresentou resultado de 54 NTU, valor bem elevado, indicando que a água subterrânea analisada apresenta contaminação.

Segundo a Resolução CONAMA N° 396/2008, águas subterrâneas para consumo humano devem apresentar um valor máximo de 1000 mg/L para sólidos totais dissolvidos, sendo o valor encontrado para a água subterrânea analisada, nas coletas 1 e 2 respectivamente são de 498 mg/L e 524 mg/L, enquadrando-se na legislação.

Já em relação aos parâmetros microbiológicos, ambas amostragens apresentaram contaminação. Resultados de 16,1NMP/100ml e 12NMP/100ml para coliformes termotolerantes foram encontrados na primeira e segunda

amostragem, respectivamente,. Já para coliformes totais, o resultado foi >23 NMP/100ml para ambas amostragens. A Resolução CONAMA N° 396/2008 estipula para tais parâmetros a ausência de coliformes em 100ml. Estes resultados podem indicar outras fontes de contaminação desse lençol freático, não provenientes da atividade de armazenamento de combustíveis. A contaminação por coliformes termotolerantes indica contaminação de origem fecal, podendo ser proveniente de esgoto.

Tabela 2 – Resultados para os parâmetros analisados e valores normatizados

Parâmetro	Unidade	Resultado 07/2010	Resultado 01/2011	Legislação/ Padrão	Valores Máximos Permitidos/ Valores de Referência
Cor	mg/L Pt*	30	-	-	-
Turbidez	NTU*	31	54	CONAMA N° 357/2005	40 NTU
pH	-	7,32	6,89	CONAMA N° 357/2005	6,0 a 9,0
Condutividade	uS/cm*	818	697	-	-
DBO	mg/L O ₂	53	172	CONAMA N° 357/2005	3 mg/L O ₂
DQO	mg/L O ₂	214	197,4	-	-
OD	mg/L O ₂	1,26	0,404	CONAMA N° 357/2005	6 mg/L O ₂
COT	mg/L	514,3	230,7	-	-
Nitrogênio Total	mg/L N*	1,1	2,92	-	-
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	0,91	3,01	CONAMA N° 357/2005	3,7 mg/L N
Nitrogênio Orgânico	mg/L N	0	0,4	-	-
Alcalinidade Total	mg/L CaCO ₃	36,2	67,3	-	-
Alcalinidade Parcial	mg/L CaCO ₃	0	0	-	-
Fósforo	mg/L PO ₄	0,826	0,673	CONAMA N° 357/2005	0,020 mg/L
Sólidos Totais	mg/L	899	534	CONAMA N° 396/2008	-
Sólidos Suspensos	mg/L	238	79	CONAMA N° 396/2008	-
Sólidos Dissolvidos	mg/L	498	524	CONAMA N° 396/2008	1000 mg/L
Benzeno	µg/L	ND**	41,3	Lista Holandesa	0,2 µg/L
Tolueno	µg/L	ND	37,9	Lista Holandesa	0,2 µg/L
Etilbenzeno	µg/L	ND	34,4	Lista Holandesa	0,2 µg/L
Xileno (m, p, o)	µg/L	ND	179	Lista Holandesa	0,2 µg/L
TPH DRO	µg/L	1629	-	Lista Holandesa	-
TPH GRO	µg/L	ND	-	Lista Holandesa	-
TPH Total	µg/L	1629	12617	Lista Holandesa	50 µg/L
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml*	16,1	12	CONAMA N° 396/2008	Ausente em 100 ml
Coliformes Totais	NMP/100ml	> 23	> 23	CONAMA N° 396/2008	-

* As unidades representam: mg/L Pt – cor produzida por 1 mg/L de platina na forma de íon cloroplatinado; NTU – unidades nefelométricas de turbidez; uS/cm – micro Siemens/cm; mg/L N – miligramas por litro de nitrogênio; NMP/100ml – número mais provável em 100ml.

** Não detectado.

Conforme a Resolução CONAMA N° 357/2005, águas doces, classe 1, devem apresentar DBO até 3 mg/L O₂. Os resultados encontrados foram de 53 mg/L de O₂ e 172 mg/L de O₂, para a primeira e segunda amostragem, respectivamente, bem acima do exigido pela norma. Também estipula valores de OD não inferior a 6 mg/L O₂, sendo que os resultados encontrados foram de 1,26 mg/L O₂ e 0,4 mg/L O₂ para a primeira e segunda amostragem, respectivamente, valores inferiores ao estipulado pela Resolução. Os resultados de DBO e OD reforçam o indicativo de contaminação orgânica, não proveniente da atividade de abastecimento de combustíveis. Para pH, a Resolução estipula pH de 6,0 a 9,0, sendo o pH encontrado na primeira e segunda amostragem, respectivamente, de 7,32 e 6,89, na faixa da neutralidade e dentro do exigido pela Resolução. Para fósforo total, em ambiente lântico, essa Resolução estipula um valor de no máximo 0,020 mg/L P. Os valores encontrados para as amostras foram de 0,826 mg/L e 0,673 mg/L, bem acima do máximo exigido, o que pode representar contaminação de origem orgânica, também não associada à atividade de armazenamento de combustíveis. Para nitrogênio amoniacal o valor deve ser até 3,7 mg/L N, valor esse superior aos encontrados de 0,91 mg/L e 3,01 mg/L, estando a água subterrânea, neste parâmetro, dentro do que estipula a Resolução.

Em águas subterrâneas, conforme a Lista Holandesa, o valor de referência para cada composto BTEX é de 0,2 µg/L. Na primeira amostragem, não foi detectada contaminação proveniente de BTEX. Porém, na segunda amostragem, os resultados encontrados foram: Benzeno - 41,3 µg/L, Tolueno - 37,9 µg/L, Etilbenzeno - 34,4 µg/L e Xileno (m, p,o) 179 µg/L. Esses valores apresentaram-se muito acima do valor de referência estipulado pela lista, sendo que o Benzeno e Xileno (m,p,o) ficaram também acima do valor de intervenção.

Para TPH a lista Holandesa indica como valor de referência 50 µg/L, 325 µg/L como valor de alerta e 600 µg/L como valor de intervenção. O valor encontrado na primeira amostragem foi de 1629 µg/L, ficando acima de todos os valores estabelecidos pela Lista Holandesa, inclusive do valor de intervenção. Sendo o valor encontrado representativo de TPH na faixa DRO e como não foi detectada contaminação por BTEX, constata-se que a contaminação na primeira amostragem é proveniente de óleo diesel.

Já na segunda amostragem o valor de TPH Total foi de 12617 µg/L. Valor este, sete vezes maior que a contaminação existente na primeira amostragem. Constata-se que a contaminação por hidrocarbonetos está aumentou em relação a primeira amostragem, e como também houve contaminação por BTEX na segunda amostragem, além da contaminação proveniente de óleo diesel, também há contaminação proveniente de gasolina.

Possivelmente um vazamento nos tanques de armazenamento destes combustíveis esteja provocando esta contaminação, pois a mesma vem aumentando com o passar do tempo. Esses resultados indicam que é necessária intervenção urgente no local, para remediação da contaminação.

CONCLUSÕES

Após análise dos resultados obtidos é possível concluir que; a água subterrânea analisada apresenta contaminação por hidrocarbonetos, e podem existir diferentes fontes de contaminação orgânica no lençol freático, não provenientes da atividade de armazenamento de combustíveis. Essas contaminações podem ser provenientes de outras atividades industriais ou mesmo de esgoto doméstico.

Os resultados, da segunda amostragem, corroboram com os resultados obtidos na primeira. No entanto, evidenciaram que a contaminação de matéria orgânica e de hidrocarbonetos está aumentando, sendo que para este último, o valor foi 7 vezes maior do que na primeira amostragem.

O resultado demonstra que o processo de remediação da área precisa iniciar com urgência, identificando os pontos críticos e a extensão da contaminação. Além disso, é necessário identificar a fonte de vazamento, detectando-a o mais breve possível, de modo a circunscrevê-la à menor área possível, facilitando desta forma os trabalhos de remediação e diminuindo os custos na recuperação da área atingida. Outra questão é averiguar se há fonte receptora dessa água subterrânea contaminada, para que o contato com a mesma seja evitado, para que a saúde humana, animal e ambiental sejam preservadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem ao SEBRAE e FAPERGS pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2010. Rio de Janeiro; ANP, 2010.
2. APHA, American Public Health Association. Standard For The Examination of Water And Wastewater. 19 ed. Washington, D.C., 1995.
3. BAIRD, Colin. Química Ambiental / Colin Baird; trad. Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
4. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Lista Holandesa de valores de qualidade do solo e da água subterrânea – Valores STI. São Paulo, 1999. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/anexos/download/6530.pdf>. Acesso em: 8 ago.2010.
5. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). Resolução Nº 273, de 29 de novembro de 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, 08 jan. 2001.
6. _____. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

7. _____. Resolução N° 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 66, 07 abr. 2008. Seção 1, p. 64-68.
8. CORSEUIL X. H. Enhanced Degradation of Monoaromatic Hydrocarbons in Sandy Aquifer Materials by Inoculation Using Biologically Active Carbon Reactors. Ph.D. dissertation, Ann Arbor, University of Michigan, EUA, 1992.
9. CORSEUIL, H. X.; MARINS, M. D. 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, abr./jun. 1997.
10. KIELING, Amanda Gonçalves. Influência da Segregação no Desempenho de Cinzas de Casca de Arroz como Pozolanas e Material Adsorvente. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – UNISINOS, 2009.
11. MINDRISZ, A. C. Avaliação da contaminação da água subterrânea de poços tubulares, por combustíveis fósseis, no município de Santo André, São Paulo: uma contribuição à gestão ambiental. 254p. Tese de doutorado. São Paulo (SP): Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2006.
12. PATNAIK, P. Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, soil, and Solid Wastes. 1996. 604p.
13. SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 31-39p.