

ALGUNS PRESSUPOSTOS SOBRE LANÇAMENTO DE EFLUENTES EM RECURSOS HÍDRICOS

Geliane Toffolo

E-mail: *geliane_unioeste@hotmail.com*

Mafalda Nesi Francischett

E-mail: *mafalda@wln.com.br*

Roberto Greco

E-mail: *greco@ige.unicamp.br*

Resumo

Este texto enfoca uma pesquisa realizada com os postos revendedores de combustíveis, empreendimentos que se configuram em poluidores e geradores de acidentes ambientais, devido aos vazamentos de derivados de petróleo e outros combustíveis e os riscos de incêndio e explosões, principalmente, ao localizarem-se em áreas densamente povoadas. O objetivo era detectar se havia indícios de efluentes oriundos de combustíveis nos recursos hídricos da cidade de Francisco Beltrão/PR, pela instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis. Realizamos três coletas de água em dois rios, Marrecas e Lonqueador, para detectar a presença de componentes oriundos dos combustíveis, as quais foram realizadas por um laboratório específico. Verificamos principalmente a presença de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, altamente prejudiciais a todas as formas de vida. O descumprimento da legislação, juntamente com a falta de fiscalização aos postos revendedores de combustíveis é a causa de muitos impactos ambientais, que ocorrem no solo, nas águas e no ar, por isso, é necessário que os órgãos ambientais aumentem a fiscalização nesses empreendimentos.

Palavras-chave: Recursos Hídricos. Postos Revendedores de Combustíveis. Vazamentos.

SOME ASSUMPTIONS ABOUT THE LAUNCH OF WASTEWATER IN WATER RESOURCES

Abstract

This paper is based on researchs about oil and gas stations as origin of pollutions and environmental accidents due to oil and other kind of fuels leaks and the related risk of fires and explosions, especially if located in densely populated areas. The aim of this work is to detect the evidence of effluents from fuel in the water resources of the town of Francisco Beltrão / PR.

In order to detect the presence of chemicals components originated by fuels, we collected three samples of water from two rivers, Marrecas and Lonqueador, later analyzed in a specialized Laboratory. We check the presence of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), highly damaging for all life forms. The breach of the legislation, together with the lack of oversight to oil and gas stations is the cause of many environmental impacts that affected soil, water and air, so it is necessary an increase in the surveillance by the environmental agencies.

Keywords: Water Resources. Distributors and Gas Stations. Leaks.

INTRODUÇÃO

O lançamento de efluentes nos recursos hídricos tem causado grandes problemas ambientais, principalmente os que não recebem tratamento prévio. O artigo 2º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005¹ determina que carga poluidora é a quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor. Este é denominado de corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente. No artigo 24 há referência sobre as condições de lançamento: os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, aos padrões e às exigências dispostos na Resolução e em outras normas aplicáveis.

Instigados pela proximidade de alguns dos Postos Revendedores de Combustíveis (PRCs) dos rios Lonqueador e Marrecas, localizados na área urbana do município de Francisco Beltrão/PR, e por sabermos que se encontram em desacordo com o exposto na Resolução da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) nº 038/2009², realizamos análise da água desses rios para verificar se havia ali a presença de compostos químicos manuseados nestes estabelecimentos.

Os rios Marrecas e Lonqueador são rios de águas doces classe II, conforme a Resolução nº 357/2005³. Suas águas podem ser destinadas a: (i) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; (ii) proteção das comunidades aquáticas; (iii) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000⁴; (iv) irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e

¹ PARANÁ. Resolução CONAMA 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 26 jun. 2011.

² Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e critérios para postos de combustíveis e/ou sistemas retalhistas de combustíveis e dá outras providências.

³ 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. A Resolução 357/2005 foi alterada pelas Resoluções 410/2009 e 430/2011, principalmente no que diz respeito às condições de emissão de efluentes e parâmetros aceitáveis de emissão.

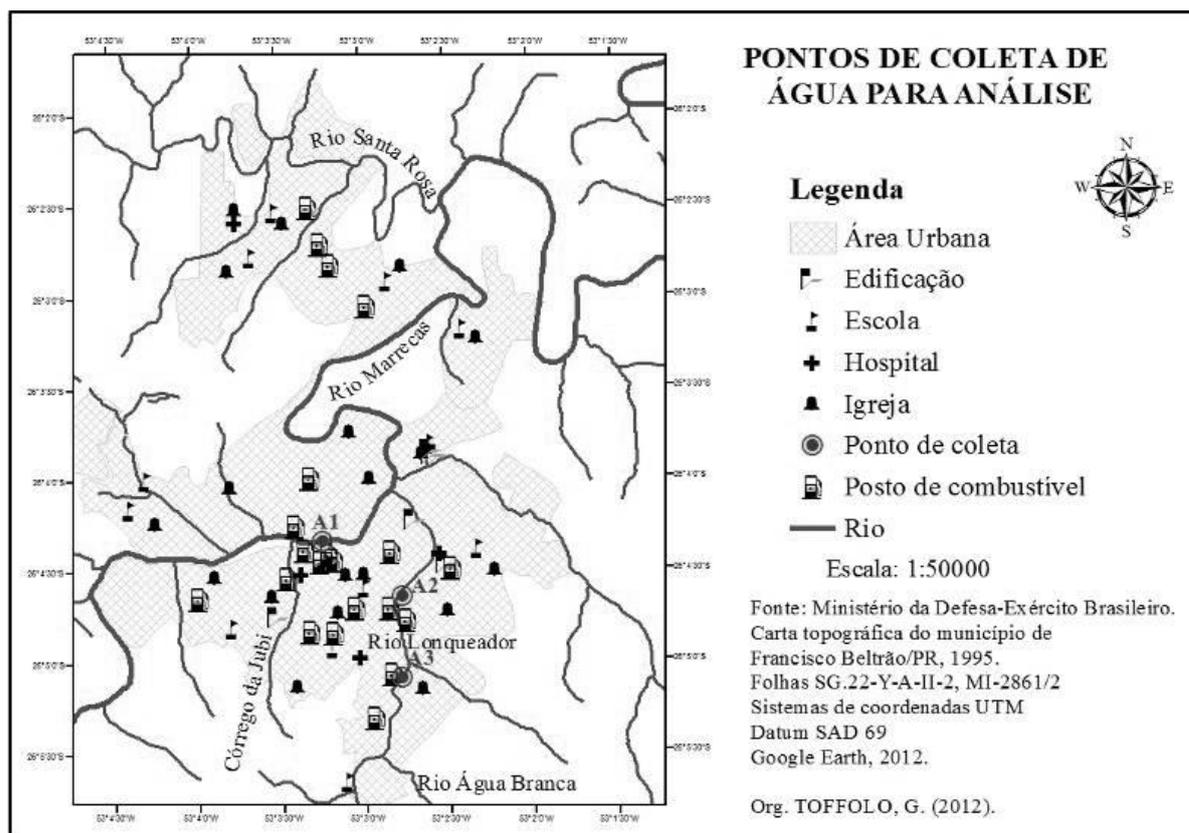
⁴ Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e (v) aquicultura e atividade de pesca.

Todos os usos atribuídos às águas dessa classe são, efetivamente, muito nobres, uma vez que se destinam à dessedentação (após tratamento convencional), à balneabilidade e à irrigação de hortaliças. Com essa preocupação, realizamos a coleta de três amostras de água, duas coletadas no rio Lonqueador e uma no rio Marrecas. Para a escolha dos pontos das amostras, observamos os locais onde os PRCs estavam instalados com distância inferior àquela especificada na Resolução SEMA 038/2009.

A seguir o Mapa I apresenta os pontos onde foram realizadas as coletas de água para análise:

Mapa I – Pontos de coletas de água para análise



Org.: TOFFOLO, G.

A primeira amostragem obtida em 2011 foi para detectar Benzeno, Tuoleno, Etil-Benzeno e Xileno (BTEX), Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

(HPAs), Demanda Bioquímica de Oxigênio $DBO_{5,20}$, Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Óleos e Graxas, realizada após um período de estiagem de oito dias. Na segunda amostragem, no ano de 2012, com período de estiagem de três dias. Para todas as coletas utilizamos os seguintes materiais: um balde e uma corda de *nylon* para coleta da água no rio; um funil para repassar a água para os frascos; três frascos âmbar (vidro), três frascos de plástico e três frascos vials (para cada amostra utilizamos um frasco âmbar, um frasco de plástico e um frasco vial); uma caixa de isopor e seis frascos de gelo reciclável, pois as amostras tinham que chegar ao laboratório com temperatura máxima de $8^{\circ}C$ para evitar interferência nos resultados.

As análises foram realizadas em laboratório especializado e os resultados comparados com os parâmetros estipulados pela Central de Atendimento de Emergências Ambientais da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), e CONAMA nº 357/2005.

2 Análise de água dos rios

Conforme dados da CETESB (2012), quando ocorre um aumento da quantidade de $DBO_{5,20}$ em um corpo de água, esse aumento é provocado, frequentemente por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode causar o esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e de outras formas de vida, motivado pelo escasseamento do oxigênio disponível para a sobrevivência dessa fauna aquática. Seu elevado valor pode ser indicado pelo aumento expressivo da microflora, que pode interferir no equilíbrio da vida aquática, produzir sabores e odores desagradáveis e obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A DQO, conforme a CETESB (2012), é a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica por um agente químico. O aumento da sua concentração num corpo de água é devido principalmente a despejos de origem industrial. Os valores da DQO geralmente são maiores que os da $DBO_{5,20}$.

A análise que detecta a DQO, de acordo com a CETESB (2012), é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de

efluentes industriais. É muito útil quando utilizada juntamente com a $DBO_{5,20}$ para analisar a biodegradabilidade de despejos. A $DBO_{5,20}$ mede apenas a fração biodegradável, quanto mais esse valor se aproximar da DQO, significa que mais biodegradável será o efluente.

Analisamos duas amostras em três locais, sendo que duas amostras foram coletadas do rio Lonqueador (A2 e A3), e uma amostra no rio Marrecas (A1), este último caracterizado por ser um rio maior e sua água destinada ao abastecimento para consumo humano.

Nas análises realizadas nos rios Lonqueador e Marrecas detectamos: no primeiro (A2) a quantidade de DQO está superior a de $DBO_{5,20}$ nas duas amostragens (2011 e 2012), sendo que na primeira amostragem o valor de DBO estava abaixo dos Valores Máximos Permitidos (VMP) e a DQO estava bem superior, demonstrando que, se há tributação de efluentes neste corpo hídrico, sua composição é predominantemente inorgânica.

No rio Lonqueador (A3), os valores de DQO estão superiores aos de $DBO_{5,20}$, a quantidade de $DBO_{5,20}$ é inferior ao VMP e a de DQO superelevada, comparativamente. Esse resultado corrobora a análise realizada anteriormente nesse corpo hídrico, que indicava a presença de efluentes com características inorgânicas na sua composição.

No rio Marrecas (A1), os valores apresentam DQO superiores as de $DBO_{5,20}$. Na primeira amostragem (2011), os valores são negativos tanto para $DBO_{5,20}$ como DQO. Enquanto na segunda amostragem (2012), o valor de $DBO_{5,20}$ se apresenta um pouco acima do VMP e a DQO está mais elevada que a $DBO_{5,20}$.

A diferença entre os três locais onde foram coletadas as amostras é que no rio Lonqueador são locais em que o rio apresenta pouca vazão. Já o rio Marrecas apresenta bastante vazão. Pode estar nesse aspecto a explicação da diferença nos valores de $DBO_{5,20}$ e DQO. A força da vazão pode levar consigo a matéria orgânica, ocorrendo uma maior movimentação e, conseqüentemente, a re-oxigenação da água, bem como a diluição da concentração de matéria orgânica nos metros cúbicos escoados por segundo nessa secção do rio.

Nos três locais de coleta, na segunda amostragem (2012), o parâmetro $DBO_{5,20}$ apresentou valores superiores ao VMP estabelecido pela legislação. Apesar

disso, em todas as amostragens a quantidade de DQO se apresentou ainda mais elevada do que os valores já legalmente inadequados. Considera-se oportuno, nessa condição, ratificar o fato da não interferência dos procedimentos e materiais utilizados na coleta, uma vez que todas foram realizadas de maneira igual e conforme indicado pelo laboratório que fez as análises.

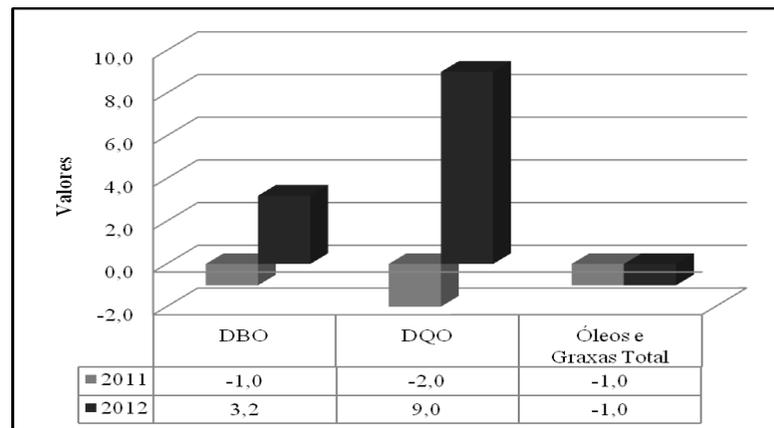
Os óleos e as graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Conforme a CETESB (2012), essas substâncias (geralmente hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros) raramente são encontradas em águas naturais, senão, sim, normalmente oriundas de despejos e de resíduos industriais, de esgotos domésticos, de efluentes de oficinas mecânicas, de postos de gasolina, de estradas e de vias públicas.

Para a CETESB (2012), a pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo da sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos, causando problemas no tratamento da água quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público. A presença de óleos e de graxas nos corpos hídricos acarreta problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo a transferência do oxigênio da atmosfera para a água.

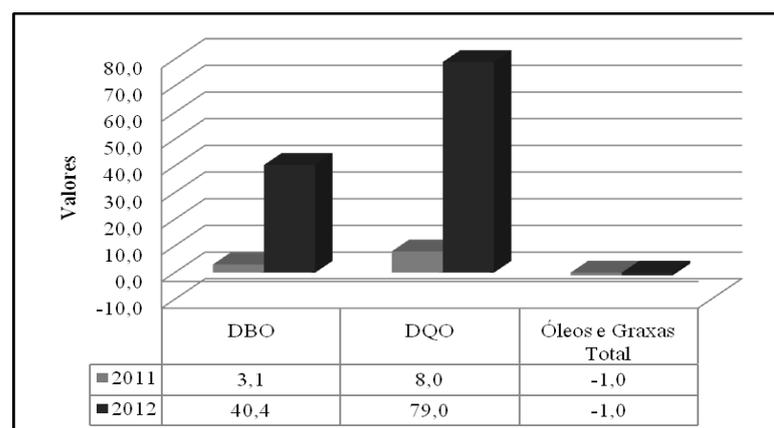
Os despejos originários dos PRCs, sem tratamento prévio, contribuem para esse aumento. No processo de decomposição de óleos e graxas, segundo a CETESB (2012), esses materiais reduzem o oxigênio dissolvido, elevando a $DBO_{5,20}$ e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático. A recomendação é de que os óleos e as graxas estejam ausentes para as classes 1, 2 e 3, em rios de águas doces.

Nas análises realizadas, verificou-se que a quantidade de óleos e graxas encontrados, estão abaixo do parâmetro estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Apesar disso, não é possível afirmar que a quantidade de óleos e graxas lançados nos rios não está interferindo nos seus ecossistemas aquáticos, uma vez que a redução do oxigênio dissolvido (expresso pelo aumento do $DBO_{5,20}$ e DQO) é característica expressa em todas as amostras analisadas.

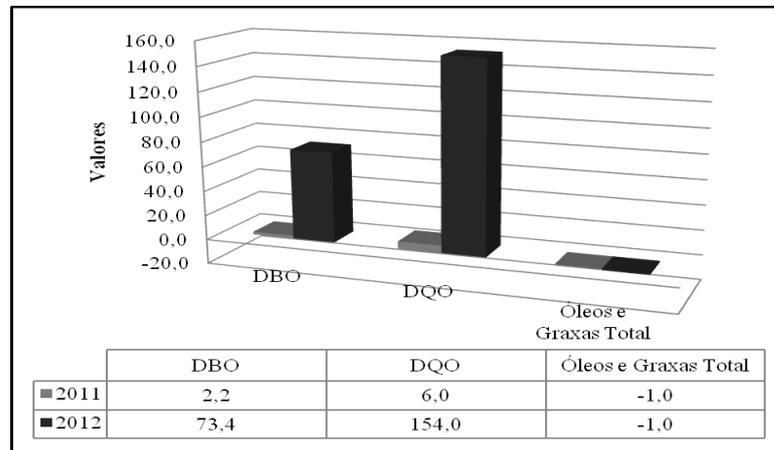
Apresentamos aqui os gráficos que representam as quantidades de DBO, DQO e óleos e graxas nas duas amostragens realizadas.

Gráfico I – Resultado das análises no rio Marrecas (A1)

Fonte: Laboratório A3Q Análises de Qualidade, 2011.
Elaboração: TOFFOLO, 2012.

Gráfico II – Resultado das análises no rio Lonqueador (A2)

Fonte: Laboratório A3Q Análises de Qualidade, 2011.
Elaboração: TOFFOLO, 2012.

Gráfico III – Resultado das análises no rio Lonqueador (A3)

Fonte: Laboratório A3Q Análises de Qualidade, 2011.
Elaboração: TOFFOLO, 2012.

A diferença na primeira amostragem (2011) para a segunda (2012) está na quantidade de $DBO_{5,20}$ e DQO. Na segunda amostragem os valores de $DBO_{5,20}$ e DQO são mais elevadas que em 2011, com o agravante de as amostras de 2012 terem sido coletadas durante períodos de estiagem muito menor do que a realizada em 2011. A amostragem de 2012 foi coletada com um período de estiagem curto (três dias) quando a região estava sob influência de uma massa de ar úmida, enquanto que a de 2011 foi coleta durante um intervalo de pelo menos oito dias sem chuva. Ou seja, embora a vazão dos rios estivesse muito maior, portanto, com maior diluição dos componentes dos possíveis efluentes do que no ano anterior, os valores em 100 ml da água coletada foram mais expressivos.

Os Gráficos I, II, III, mostram a grande diferença entre os valores de $DBO_{5,20}$ e DQO indicam que o efluente não está sendo biodegradável. A pequena solubilidade dos óleos e graxas é um fator negativo na sua degradação e decomposição, porque reduzem o oxigênio dissolvido, elevando a $DBO_{5,20}$ e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático.

Os óleos e graxas, presentes nos efluentes geralmente são hidrocarbonetos, gorduras e normalmente oriundas de despejos e de resíduos

industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Além disso, há a presença de PRCs nas proximidades dos dois rios, sendo o rio Lonqueador margeado por uma via pública com intensa circulação de veículos, já que a área urbana do município cresceu, justapondo-se ao médio e baixo cursos desse rio.

O rio Marrecas (que é o canal hídrico receptor de toda a drenagem superficial do município de Francisco Beltrão, portanto, com uma vazão muito mais expressiva que o Lonqueador), por sua vez, possui outra característica apesar de também ter sido envolvido pela malha urbana municipal. Ele não é como o Lonqueador, margeado por vias públicas, mas, sim, cortado transversalmente em alguns pontos por elas.

Com as amostragens para HPAs também ocorreu essa diferença. Em 2011, as coletas foram realizadas com período de estiagem maior (onze dias), e a quantidade de componentes presentes nos dois rios foi muito menor em relação à segunda amostragem. A seguir, resultados das análises:

Quadro I – Resultados das análises de HPAs

Componentes HPA, água	Parâmetros de normalidade	Resultado					
		A1 Rio Marrecas		A2 Rio Lonqueador		A3 Rio Lonqueador	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012
Naftaleno	SVR	18,55µg/L	13,07µg/L	49,73µg/L	12,22µg/L	4,12µg/L	16,74µg/L
Acenaftileno	SVR	<0,01µg/L	0,75µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	0,33µg/L
Acenafteno	SVR	<0,01µg/L	0,48µg/L	<0,01µg/L	1,53µg/L	<0,01µg/L	0,76µg/L
Fluoreno	SVR	<0,01µg/L	<0,01µg/L	4,20µg/L	1,27µg/L	0,18µg/L	0,55µg/L
Fenantreno	SVR	0,13µg/L	7,24µg/L	2,53 µg/L	9,14µg/L	13,01µg/L	7,24µg/L
Antraceno	SVR	<0,01µg/L	0,65 µg/L	<0,01µg/L	2,01µg/L	<0,01µg/L	0,52µg/L
Fluoranteno	SVR	1,00µg/L	3,79 µg/L	0,82µg/L	0,19µg/L	0,18µg/L	5,14µg/L
Pireno	SVR	1,19µg/L	2,80 µg/L	20,38µg/L	7,59µg/L	0,99µg/L	6,36µg/L
Benzo(a)antraceno	VMP 0,018µg/L	<0,01µg/L	0,94 µg/L	<0,01µg/L	0,15µg/L	<0,01µg/L	0,09µg/L
Criseno	VMP 0,018µg/L	<0,01µg/L	1,68 µg/L	1,54µg/L	<0,01µg/L	0,03µg/L	3,33µg/L
Benzo(b)fluoranteno	VMP 0,018µg/L	20,39µg/L	0,56µg/L	68,54µg/L	<0,01µg/L	31,13µg/L	0,56µg/L
Benzo(a)pireno	VMP 0,018µg/L	100,44µg/L	0,17 µg/L	278,56µg/L	0,22µg/L	70,71µg/L	0,60µg/L
Ideno(1,2,3cd)pireno	VMP 0,018µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	< 0,01µg/L
Dibenzeno(a,h)antraceno	VMP 0,018µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	< 0,01µg/L
Benzo(g,h,i)perileno	SVR	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	<0,01µg/L	< 0,01µg/L
Benzo(k)fluoranteno	VMP 0,018µg/L	<0,01µg/L	2,17 µg/L	<0,01µg/L	0,07µg/L	<0,01µg/L	0,09µg/L
SVR: Sem Valor de Referência.							
VMP: Valor Máximo Permitido.							
Valores de referência: Resolução CONAMA no 357, 2005.							

Fonte: Laboratório A3Q Análises de Qualidade, 2011, 2012.
Org.: TOFFOLO, 2012.

Em 2011 foram encontrados oito componentes que fazem parte dos HPAs e com valores elevados. Já em 2012 encontramos mais componentes, sendo que a A3, do rio Lonqueador, apresentou mais componentes (treze) em relação à A2, do rio Lonqueador e à A1, do rio Marrecas, que apresentaram doze componentes. Essa exposição vale para todas as amostras (A1, A2 e A3).

Os resultados das análises obtidos no ano de 2012 demonstram um índice de contaminação muito maior, pois, além de se apresentarem numericamente mais elevados, também correspondem a um período de maior diluição dada à vazão mais elevada.

Conforme o Laborsolo (2011), os compostos BTEX são encontrados em produtos derivados de petróleo. O etil-benzeno é aditivo de gasolina e de querosene de aviação. São compostos extensamente usados em processos e em manufaturas. O benzeno é usado na produção de materiais sintéticos como borracha sintética,

plásticos, *nylon*, inseticidas e tintas. O tolueno é usado como solvente e tintas, coberturas, colas, óleos e resinas. O etil-benzeno pode estar presente em tintas, vernizes, plásticos e pesticidas. O xileno é usual em solvente para plásticos, tintas, borracha, pesticidas e na indústria de couros.

A toxicidade do benzeno, conforme Laurentino; Silva e Aguiar (2007) é relacionada ao seu potencial carcinogênico e mutagênico. Investigações ocupacionais em diferentes indústrias mostram que o benzeno desempenha incontestável risco aos humanos. Advertem que a inalação de tolueno ou xilenos pode provocar distúrbios no modo de falar, na visão, audição, no controle dos músculos, além da associação entre benzeno e xilenos podem contribuir para o surgimento de tumores cerebrais.

A principal fonte de contaminação do BTEX é o vazamento de gasolina de tanques subterrâneos. Conforme o Laborsolo (2011), a volatilização ocorre quando da evaporação dos compostos químicos permitindo que passem do estado líquido para o gasoso, o que geralmente acontece nas bombas de abastecimento dos automóveis. Percebemos isso devido ao odor característico (cheiro de gasolina). Esse fenômeno também ocorre em bolsões de ar dentro do solo. Pode se dissolver em água, permitindo sua movimentação até o lençol freático. Uma vez aderido ao solo, sua movimentação para o lençol freático é relativamente lenta. Se houver oxigênio em grande quantidade, o BTEX pode ser biologicamente degradado.

Sendo um elemento volátil e que pode ser degradado, dependendo da quantidade de oxigênio presente, isso explica as baixas taxas de BTEX encontradas em todas as análises realizadas nos dois rios (Lonqueador e Marrecas), ambos com VMP para benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos abaixo do estipulado pela resolução CONAMA nº 357/2005 e da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Incluimos os parâmetros estipulados pela CETESB porque é outro órgão que estabelece índices de normalidade para alguns componentes, para o estado de São Paulo, assim como a resolução CONAMA nº 357/2005. Os parâmetros desses órgãos são diferentes.

Os valores apresentados no Quadro I não são para rios destinados ao abastecimento para o consumo humano. Quando as águas são destinadas ao consumo humano, como as do rio Marrecas, o VMP para xileno é 300 µg/L, mesmo assim, os resultados da A1, como as demais, ficaram inferior a esse valor, estando dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. Conforme Malcum (2009), o benzeno é a substância que apresenta maior risco entre os componentes do BTEX. No quadro os VMP estipulados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela CETESB:

Quadro II – Relatório de análise físico/químico – BTEX

Componentes BTEX, água	Parâmetros de normalidade (CONAMA nº 357/2005)	Parâmetros de normalidade (CETESB/SP)	Resultados A1, A2 e A3	
			2011	2012
Benzeno	VMP 0,005mg/L	VMP 5µg/L	< 1,0µg/L	< 1,0µg/L
Tolueno	VMP 2,0µg/L	VMP 700µg/L	< 1,0µg/L	< 1,0µg/L
Etilbenzeno	VMP 90,0µg/L	VMP 300µg/L	< 1,0µg/L	< 1,0µg/L
M/P – Xilenos	SVR	VMP 500 µg/L	< 1,0µg/L	< 1,0µg/L
O - Xilenos	SVR	VMP 500µg/L	< 1,0µg/L	< 1,0µg/L

SVR: Sem Valor de Referência.
VMP: Valor Máximo Permitido.
Valores de referência: Resolução CONAMA nº 357, 2005

Fonte: Laboratório A3Q Análises de Qualidade, 2011.
Org.: TOFFOLO, 2012.

Devido à escassez e à poluição das águas superficiais, a exploração de água subterrânea se tornou uma alternativa, já que as águas subterrâneas são potáveis e dispensam tratamento prévio, pois os processos de filtração e de depuração do subsolo promovem a purificação da água. As fontes subterrâneas são alternativas ótimas para a obtenção de água com boa qualidade e de baixo custo, porém, também correm risco de contaminação.

A contaminação das águas subterrâneas vem preocupando a exploração desse recurso. Entre as principais fontes de contaminação, de acordo com Lourenço (2005), estão o vazamento dos dutos e dos Tanques de Armazenamento Subterrâneos (TAS) de combustível. É alarmante o número desses vazamentos que contaminam os aquíferos.

Algumas organizações ligadas à questão ambiental estimam a quantidade de vazamentos existentes oriundas dos TAS:

[...] a Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (EPA) estima que 30% dos TAS nos Estados Unidos estão com problemas de vazamento. Este aumento repentino no número de vazamento nos tanques de gasolina está relacionado ao final da vida útil dos tanques, que é de aproximadamente 25 anos (LOURENÇO, 2005, p. 2).

Considerando que, principalmente, a partir da década de 1970, houve um aumento significativo de instalações de PRCs no Brasil e que a durabilidade, ou seja, a vida útil, desses tanques é de aproximadamente 25 anos (LOURENÇO, 2005), o problema é preocupante atualmente, já se passaram 40 anos das primeiras instalações, o que explica o aumento na ocorrência dos vazamentos dos TAS.

De acordo com Lourenço (2005) devido a gasolina ser pouco solúvel em água, e conter mais de uma centena de componentes, quando ocorre um vazamento ou derramamento, uma das principais preocupações é a contaminação de aquíferos. Inicialmente, ela se depositará no subsolo como Líquido de Fase Não Aquosa (NAPL). Ao entrar em contato com a água, os compostos BTEX se dissolverão parcialmente, sendo os primeiros contaminantes a atingir o lençol freático.

Nas últimas décadas, devido à escassez do petróleo e do excesso de monóxido de carbono no ar atmosférico, alguns países, como Brasil, passaram a utilizar como combustível alternativo uma mistura de álcool e gasolina. Segundo Lourenço (2005), as interações entre o etanol e os BTEX causam um efeito diferente no deslocamento da pluma de contaminantes em relação ao observado em países que utilizam gasolina pura. Quando a concentração de etanol é alta, os BTEX podem se deslocar mais rapidamente. O etanol é completamente solúvel em água, assim, os compostos solúveis têm menor poder de sorção. E o etanol terá uma mobilidade maior que os compostos BTEX nas águas subterrâneas.

Ressaltamos a necessidade de monitoramento regular da qualidade da água em locais onde estão instalados os PRCs, monitoramentos a serem feitos pelo órgão público competente (Instituto Ambiental do Paraná – IAP) com finalidade de proteger a população local, fiscalizando e avaliando as atividades nesses estabelecimentos.

Os HPAs, por sua vez, são compostos orgânicos que contêm carbono e hidrogênio. Eles, diferentemente dos BTEX, são oriundos da combustão incompleta de matéria orgânica.

Os HPAs estão presentes no meio ambiente através de fontes naturais ou antrópicas. Segundo Maceno (2010), as fontes naturais são queima de florestas, pastagens e atividades vulcânicas. As fontes antrópicas são queima incompleta de combustíveis fósseis, atividades petroquímicas, esgotos industriais e urbanos, incineração de madeira e de lixo. Conforme Cavalcante (2007) podem se apresentar na forma gasosa, particulada e/ou dissolvida, e serem detectados na água, no solo, em sedimentos, em partículas atmosféricas, em organismos aquáticos e em alimentos. Alguns HPAs são comercializados, como é o caso do naftaleno (inseticida e repelente) e o fenatreno (inseticidas e resinas).

Os HPAs encontrados nos ecossistemas aquáticos urbanos são provenientes, de acordo com Cavalcante (2007), principalmente, do transporte atmosférico, de afluentes industriais e domésticos e de derramamento do petróleo e seus derivados. A lavagem de ruas pela água da chuva carrega resquícios de derramamento de petróleo nos PRCs, partículas produzidas por abrasão, combustão e escapes de óleo, para os recursos hídricos, sendo responsáveis por 4% dos HPAs encontrados nos oceanos. Mesmo sendo encontrados próximos a fontes de contaminação, também podem ser encontrados bem distantes desses locais, devido esse processo de lavagem das ruas.

Conforme Maceno (2010), os HPAs possuem uma baixa velocidade de degradação e mobilidade e alta persistência, portanto, quando atingem a água ficam adsorvidos à matéria orgânica suspensa na coluna de água. Posteriormente, precipitam e se acumulam nos sedimentos. Devido à sua capacidade de bioacumulação, podem provocar efeitos adversos ao sistema aquático, representando um risco ecológico significativo. Conforme Brito (2009), quanto à saúde humana, os maiores riscos são associados à exposição aos compostos químicos de alta toxicidade e de difícil degradação.

Conforme Cavalcante (2007), Caruso e Alaburda (2008), estudos comprovam a capacidade de os HPAs atingirem e provocarem alterações embrionárias. Muitos dos compostos aromáticos apresentam características

mutagênicas e/ou tóxicas confirmadas, pois são altamente lipossolúveis, penetrando com facilidade na membrana celular, acumulando-se nos organismos. Não apresentam atividade carcinogênica fora dos organismos, dentro dos organismos são convertidos, apresentam propriedades pró-carcinogênica e/ou mutagênicas em homens e em animais.

Segundo Maceno (2010), os principais HPAs, conforme a Agência de Proteção Ambiental Americana (U.S.EPA)⁵, são: naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo[a]antraceno, criseno, benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno, dibenzo[a,h]antraceno, benzo[g,h,i]perileno, indeno[1,2,3-c,d]pireno.

Para conforme Cavalcante (2007) e Maceno (2010), HPAs com baixa massa molecular (BMM) possuem pequena toxicidade. Diferentemente, fluoranteno e pireno e o benzo(g.h.i)perileno considerados mais persistentes de alta massa molecular (AMM), têm características carcinogênicas e mutagênicas quando a exposição crônica a esses componentes.

As amostragens (A1, A2 e A3) apresentam naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno e antraceno, dos quais o naftaleno se apresentou com nível mais elevado. Esses são compostos com BMM, sendo mais voláteis, por isso apresentam baixa toxicidade. Já os compostos fluoranteno, pireno, benzo[a]antraceno, criseno, benzo[k]fluoranteno, benzo[b]fluoranteno e benzo[a]pireno apresentam AMM e aderem ao material particularizado seja na atmosfera, no solo ou na água e são persistentes, possuem características carcinogênicas e mutagênicas. Entre esses componentes, os que apresentam valores elevados nas nossas amostragens são pireno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)pireno e benzo(k)fluoranteno.

Os componentes benzo[ghi]perileno, indeno[123-cd]pireno e dibenzo[ah]antraceno se apresentam, nas análises realizadas, abaixo do VMP < 0,01µg/L. Esses compostos apresentam as maiores AMM e são substâncias provavelmente cancerígenas ao homem.

⁵ Devido ao fato de no Brasil não haver muitos estudos sobre os HPAs, utilizamos os dados de referência americanos, pois os EUA já desenvolveram consideráveis pesquisas nesse campo.

A Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC) é uma agência internacional que classifica os diversos compostos químicos em relação ao potencial cancerígeno ao homem. As substâncias são classificadas em cinco grupos diferentes, de acordo com sua toxicidade. No quadro o grupo de classificação das substâncias com potencial carcinogênico:

Quadro III – Potencial carcinogênico dos HPAs segundo a IARC

Grupos	Potencial carcinogênico
Grupo 1	substância cancerígena ao homem;
Grupo 2A	substância provavelmente cancerígena ao homem;
Grupo 2B	substância possivelmente cancerígena ao homem;
Grupo 3	substância não cancerígena ao homem;
Grupo 4	substância provavelmente não cancerígena ao homem.

Fonte: LOCATELLI, 2006.

Utilizamos essa classificação para facilitar a interpretação dos componentes dos HPAs. Nas amostragens de HPA presentes nos rios de Francisco Beltrão/PR, identificamos que algumas substâncias não possuem Valor de Referência (SVR) estipulados na legislação (Resolução CONAMA nº 357/2005). São eles: naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno e benzo(g,h,i)perileno. Dentre eles, o naftaleno, substância possivelmente cancerígena ao homem.

Entre os compostos: acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno e antraceno. Deles, acenaftileno e acenafteno não foram classificados (NC). Os demais não apresentam substância cancerígena ao homem.

Os componentes fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno e criseno. O benzo(a)antraceno é o único componente que apresenta substância provavelmente cancerígena ao homem.

O benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno e dibenzeno(a,h)antraceno. Todos apresentam substância provavelmente cancerígena ao homem.

Alguns dos componentes que fazem parte dos HPAs também estão na lista dos valores estipulados pela CETESB. Abordaremos alguns:

Quadro IV – Valores estipulados de componentes HPAs

Valor Máximo Permitido (VMP) de componentes HPA		
Componentes	Resolução CONAMA nº 357/2005	CETESB
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L	1,15µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L	0,7µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L	SVR
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L	SVR
Criseno	0,05 µg/L	SVR
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L	1,75µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L	0,18µg/L
Fenantreno	SVR	140µg/L
Naftaleno	SVR	140µg/L
SVR: Sem Valor de Referência		

Fonte: CONAMA, 2005; CETESB, 2012.
Org.: TOFFOLO, 2012.

Se compararmos as amostragens (A1, A2, e A3) dos rios Lonqueador e Marrecas com os VMP estipulados pela CETESB, na amostragem A3, naftaleno, fenantreno, benzo(a)antraceno, indeno(1,2,3-cd)pireno e dibenzo(a,h)antraceno apresentam VMP abaixo do estipulado. Diferentemente, benzo(a)pireno está com valor muito elevado na amostra coletada em 2011.

A amostragem A1, água destinada ao consumo humano, os componentes benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)pireno, benzo(k)fluoranteno, criseno e dibenzo(a,h)antraceno, apresentam valores mais elevados que o VMP 0,05 µg/L, estipulado para todos esses componentes. Somente o componente dibenzo(a,h)antraceno apresenta valor inferior a VMP. Benzo(a)antraceno, benzo(k)fluoranteno e criseno são os únicos componentes que, na amostragem de 2011, estavam abaixo do VMP, porém na amostragem de 2012 os valores são elevados. Diferentemente, benzo(b)fluoranteno e benzo(a)pireno apresentam VMP elevados nas duas amostragens.

Na A2, com valores abaixo do estipulado também estão naftaleno, fenantreno, benzo(a)antraceno, indeno(1,2,3-cd)pireno e dibenzo(a,h)antraceno. E o benzo(a)pireno está com valor acima do VMP na amostra coletada em 2011.

Na A3, com valores abaixo do estipulado pela CETESB estão naftaleno, fenantreno, benzo(a)antraceno, indeno(1,2,3-cd)pireno e dibenzo(a,h)antraceno. Os valores ultrapassam VMP no benzo(a)pireno na amostra coletada em 2011.

Dentre os compostos analisados conforme os valores estipulados pela CETESB, somente um componente, o benzo(a)pireno, está com valores acima na

primeira amostra coletada, isso para todas as amostragens. Esse componente merece atenção porque possui AMM, alta persistência e possui substâncias provavelmente cancerígenas ao homem.

Os HPAs, conforme a CETESB (2012) podem causar efeitos toxicológicos no crescimento, no metabolismo e na reprodução de toda a biota (micro-organismos, plantas terrestres, biota aquática, anfíbios, répteis, aves e mamíferos). Esses efeitos podem estar associados à formação de tumores, à toxicidade aguda, à bioacumulação e a danos à pele de diversas espécies de animais. Os principais objetos de pesquisa desses compostos têm sido as suas propriedades carcinogênicas, mutagênicas e genotóxicas.

3 Síntese avaliativa

Consideramos que, do ponto de vista da existência de óleos e graxas, o fato da não incidência acima dos níveis estabelecidos pela Resolução CONAMA não significa que não exista necessidade de medidas de precaução ainda mais aprimoradas para suprimir qualquer possibilidade de chegada, ao leito dos rios, de fluxos laminares e/ou subsuperficiais de efluentes ricos nesses componentes.

O mesmo princípio se aplica aos compostos BTEX, uma vez que a periculosidade da ocorrência de contaminação com esse componente deveria sensibilizar a todos os manipuladores diretos e indiretos desses compostos a promover, em todos os níveis, a segurança socioambiental dos cidadãos. Quanto aos PRCs brasileiros, essa promoção da segurança socioambiental se faz necessária, principalmente, por causa da associação dos BTEX ao etanol, favorece o avanço de plumas de contaminação muito mais rápidas quando em contato com o lençol freático.

Nos três pontos de coleta, a A3 é a que apresenta o maior valor de componentes poluentes derivados dos combustíveis (HPAs), no total de 13 (treze). As demais possuem 12 (doze) poluentes. Em nenhuma das coletas foi encontrado índices superiores a um para BTEX.

Os vários PRCs irregulares na área urbana de Francisco Beltrão e o fenômeno da lavagem das ruas pelas chuvas são causadores da drenagem, para

dentro dos rios, de componentes oriundos dos combustíveis, principalmente HPAs que estão presentes nas coletas realizadas. A alta concentração desses componentes demonstra a necessidade de elaboração de ações de Educação Ambiental (EA) que visem diminuir/evitar esses impactos ao meio ambiente.

4 Como evitar impactos ambientais oriundos dos PRCs: algumas sugestões

Os impactos ambientais oriundos da distribuição de combustíveis podem poluir o solo, a água subterrânea e superficial, e a atmosfera. Todos os aspectos de vazamento na distribuição de combustíveis são significativos, devendo ser dada atenção desde os menores vazamentos até aos de longo alcance.

Salientamos que, para um PRC ser menos impactante, além de atender as legislações específicas, é necessário ter e fazer valer um planejamento e uma gestão ambiental no estabelecimento. Abordamos em seguida alguns cuidados necessários durante a instalação e operação para que sejam menos impactantes.

Conforme Éras, Sousa e Andrade (2011), um PRC que se autodenomina ecoeficiente tem por objetivo reduzir os impactos ambientais. Adotar práticas como reaproveitamento da água das chuvas para lavagens dos veículos, utilizar energia solar, melhor aproveitamento de luz natural, utilizar sistema de ventilação natural, gestão dos resíduos, dentre outros.

Algumas das medidas que previnem possíveis impactos ambientais e previnem danos à saúde humana são: (i) utilização de tanques jaquetados, sistema de monitoramento de vazamentos nos tanques, nas linhas e nas bombas; (ii) utilização de linhas com tubulação flexível à movimentação da pista e resistente à corrosão, com materiais que resistam a altas temperaturas; (iii) piso de concreto, sem fraturas; (iv) canaletas ao redor de toda a pista de abastecimento e da área dos tanques; (v) cobertura com projeção maior que a do piso; (vi) possuir caixa separadora; (vii) poços de monitoramento; (viii) destinar corretamente os resíduos líquidos e sólidos; (ix) estarem disponíveis e de fácil acesso os equipamentos necessários para a contenção de fogo, em caso de incêndio ou explosão; (x) alertar, cobrar de todos a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) necessários; e (xi) oferecer treinamento aos funcionários.

Os acidentes nos PRCs também ocorrem, conforme Éras, Sousa e Andrade (2011), por falha humana devido à falta de atenção e por não cumprimento dos critérios preventivos. Conforme Malcum (2009) é necessário manter um quadro numa parede visível aos funcionários contendo a descrição e a quantidade de equipamentos e materiais utilizados nas ações de combate a acidentes. Cartazes de leitura rápida afixados em local visível e de fácil acesso, contendo: os procedimentos a serem executados em caso de emergência, para combater acidentes; procedimentos em operações de risco; apresentação dos riscos à saúde causados por produtos e combustíveis; e os procedimentos de primeiros socorros.

O frentista precisa ter muito cuidado com o abastecimento de veículos e o descarregamento de combustível, pois, conforme Netto; Baldessar; Luca (2005), muitos derramamentos ocorrem durante o abastecimento dos veículos. As principais causas são falhas operacionais no acionamento do sistema automático de bloqueio do fluxo dos bicos de abastecimento e a movimentação do veículo durante o abastecimento.

Essas são algumas sugestões de como evitar a contaminação dos recursos hídricos, do solo, e na saúde humana fundamentais na atividade desenvolvida por um estabelecimento que comercializa combustíveis.

5 Considerações

A contaminação dos solos e das águas subterrâneas é uma das grandes preocupações dos profissionais envolvidos com os problemas ambientais. Os impactos ambientais oriundos dos PRCs podem ocorrer nas diversas especificidades, podendo impactar o solo, as águas superficiais e subterrâneas e a atmosfera.

O descumprimento da legislação, juntamente com a falta de fiscalização aos PRCs é a causa de muitos impactos ambientais, que ocorrem no solo, nas águas e no ar, contaminando, nas últimas décadas, principalmente a qualidade das águas subterrâneas, devido à utilização de tanques de combustível inadequados, recuperados ou utilizados após o período de 15 anos estipulado pela legislação para

sua troca. É necessário que os órgãos ambientais aumentem a fiscalização, principalmente em relação à localização, aos equipamentos inadequados (ou exigindo os necessários), à destinação correta de todos os resíduos originados, o licenciamento ambiental e as licenças ambientais das empresas transportadoras de resíduos perigosos no município.

Existe também necessidade de efetivação de ações claras que sensibilizem os funcionários, os empregadores e a sociedade em geral, visando orientá-los sobre a gravidade, os riscos e as consequências que o gerenciamento inadequado provoca a natureza e as pessoas.

REFERÊNCIAS

BRITO, Carlos F. **Desenvolvimento e validação de metodologia analítica para determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) em sedimentos. Avaliação da Represa do Parque Pedroso, Santo André, SP.** 2009, 178f. Dissertação (Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, autarquia associada à Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

BTEX e HPA em águas e solos. **LABORSOLO Laboratórios.** Disponível em: <<http://www.laborsolo.com.br/artigos.asp?id=208>> Acesso em: 26 jun. 2011.

CARUSO, Miriam S. F.; ALABURDA, Janete. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - benzo(a)pireno: uma revisão. In: **Revista Instituto Adolfo Lutz.** Disponível em: <http://revista.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=27&func=startdown&id=386> Acesso em: 05 set. 2012.

CAVALCANTE, Rivelino M. **Otimização de metodologias de extração e análise de HPAs para determinação para distribuição ambiental e extimativa de fonte na cidade de Fortaleza.** 2007. 13f. Tese (Doutor em Química Orgânica) – Centro de Ciências, Departamento de Química Orgânica e Inorgânica – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2007.

COMPANHIA de Saneamento Do Estado De São Paulo (CETESB). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em: 04 mar. 2012.

ÉRAS, Amanda C. S.; SOUSA Claudio A. de.; ANDRADE, Camila S. de. Indicadores de desempenho ambiental utilizados como ferramenta de gestão no setor de distribuição e revenda de combustíveis. In: **II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.** UNOPAR. Londrina, 2011. Disponível em:

<<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/I-031.pdf>> Acesso em: 15 jun. 2012.

LAURENTINO, Lauro de S.; SILVA, Edson F.; AGUIAR, Mônica R. M. P. Compostos monoaromáticos em combustível automotivo: monitoramento e controle da poluição ambiental. In: **XI Encontro da SBQ**, Rio de Janeiro Universidade Federal Fluminense, 29 a 31 de out. 2007. p. 124-125.

LOCATELLI, Marco A. F. **Investigação sobre a emissão e caracterização dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) na bacia do rio Atibaia**. 2006. 86f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Campinas Instituto de Química, Campinas. 2006.

LOURENÇO, Marcos. **Investigação do Passivo Ambiental**. Publicado em 15 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.portaldepostos.com.br/paginas/gest.meioambiente.materia9.html>> Acesso em: 26 jun. 2011.

MACENO, Marcell M. C. **Avaliação da presença, toxicidade e da possível biomagnificação de HPAs**. 2010. 95f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010. Disponível em: <http://www.ppgerha.ufpr.br/dissertacoes/files/161-Marcell_Mariano_Correa_Maceno.pdf> Acesso em: 01 jul. 2010.

MALCUM, Karin C. **Avaliação da capacitação de frentistas em postos de combustíveis na cidade de Porto Alegre**. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2009.

NETTO, Claudia C.; BALDESSAR, Fábio; LUCA, Lígia A. **Estudo qualitativo de segurança em postos revendedores de combustíveis**. Monografia (Especialista em Engenharia de Segurança no Trabalho do Departamento de Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa. 2005.

PARANÁ. Resolução CONAMA 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 26 jun. 2011.