

## ÁREAS CONTAMINADAS NO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ: EM ESTUDO DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

Valkiria Galvão (\*), Heloísa Albino, Caroline Alves Tedeschi, Claudia Longatti

\* Graduada em Logística, aluna do curso de Gestão Ambiental FATEC Jundiaí, e-mail: valkiriagalvao@hotmail.com

### RESUMO

Este estudo teve como objetivo identificar as áreas contaminadas por postos de combustíveis no município de Jundiaí. Para atingir ao objetivo proposto, utilizou-se como metodologia a pesquisa documental junto aos arquivos da CETESB. Posteriormente, realizou-se uma pesquisa descritiva exploratória, com visitas aos postos de combustíveis abandonados e/ou desativados localizados na região central e leste do município de Jundiaí. Constatou-se que o município de Jundiaí possui o total de 80 áreas contaminadas registradas pela CETESB, sendo a sua maioria 75% constituída por postos de combustível. A armazenagem inadequada ou ineficiente é considerada a maior fonte de contaminação. Pode-se afirmar que o trabalho de monitoramento realizado pela CETESB é de suma importância para o controle dessas áreas contaminadas, visto que, em muitos casos, essa contaminação extrapolou os limites da área interna do posto, atingindo a vizinhança. Ressalta-se ainda a importância da legislação municipal que restringe a instalação de postos de combustíveis a menos de 500 metros alguns tipos de estabelecimentos com grande circulação de pessoas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminação, Postos de combustíveis, Meio Ambiente, Jundiaí.

### INTRODUÇÃO

O constate avanço da urbanização acarreta na intensa ocupação do solo podendo resultar na sua contaminação, e consequentemente, em danos socioambientais.

Entende-se por área contaminada aquela que apresenta no solo e/ou no subsolo deposição, disposição, descarga, infiltração, acumulação, injeção ou enterramento de substâncias ou produtos poluentes, em estado sólido, líquido ou gasoso (BRASIL, 1982).

A Lei 13.577/2009 do Governo do Estado de São Paulo tornou obrigatória a atualização contínua do cadastro de áreas contaminadas e reabilitadas, assim como os procedimentos necessários para o gerenciamento, remediação e revitalização dessas áreas.

Entre as áreas que apresentam contaminação no solo, os postos de combustíveis destacam-se pela alta toxicidade dos derivados de petróleo, principalmente devido aos compostos monoaromáticos do grupo BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno Totais), que apresenta alta solubilidade em água, aumentando o risco de contaminação subterrânea. Comumente, a poluição do solo por postos de combustíveis está relacionada com vazamentos e derramamentos por falhas operacionais e estruturais, principalmente na armazenagem (ANNESER et al., 2008).

De acordo com o relatório das áreas contaminadas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) publicado em dezembro de 2016, a existência de uma área contaminada pode gerar problemas relacionados com a saúde do ser humano, comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, restrições ao uso do solo, além de danos ao meio ambiente. No ano de 2006 o número de registros de áreas contaminadas cadastradas pela CETESB totalizou 1.664 ocorrências. Em 2016, essas ocorrências atingiram a marca de 5.662 áreas contaminadas cadastradas, constatando um aumento de 3.998 ocorrências em uma década de monitoramento.

Dentre essas áreas contaminadas cadastradas no ano de 2016, 73% são postos de combustíveis, seguido pelas indústrias com 18%, as atividades comerciais com 5%, instalações para destinação de resíduos com 3% e dos casos de acidentes, agricultura e fonte de contaminação de origem desconhecida com 1% (CETESB, 2016).

Entre os municípios do Estado de São Paulo que apresentam áreas contaminadas, encontra-se o município de Jundiaí que está localizado no centro de uma das regiões que mais crescem no país, sendo o 7º PIB do estado de São Paulo e 18º do país (IBGE, 2015).

A cidade de Jundiaí está localizada a aproximadamente 60 km de São Paulo e, segundo o IBGE (2016) possui uma população de 405.740 mil habitantes sendo que 94,37% residem na zona urbana. Sua área é de 432 km<sup>2</sup> sendo 112 km<sup>2</sup> de área urbana e 320 km<sup>2</sup> de área rural, 91,4 km<sup>2</sup> é a área de tombamento da Serra do Japi, considerado pela United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) como o terceiro lugar no Brasil em nível de qualidade de ar. Jundiaí faz limite com 11 municípios: Várzea Paulista, Campo Limpo Paulista, Franco da Rocha, Cajamar, Pirapora do Bom Jesus, Cabreúva, Itupeva, Louveira, Vinhedo, Itatiba e Jarinú.

## OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo identificar as áreas contaminadas por postos de combustíveis no município de Jundiaí. Têm-se ainda como objetivos específicos: descrever as principais fontes de contaminação desses estabelecimentos; relacionar os contaminantes mais frequentemente encontrados nas análises das áreas contaminadas; apresentar o meio impactado e as medidas de controle e remediação aplicadas.

## METODOLOGIA

Inicialmente, para alcançar os objetivos propostos, realizou-se uma pesquisa documental junto aos arquivos da CETESB. A pesquisa documental consiste na análise de materiais que podem ser reexaminados com uma interpretação específica, buscando a identificação de um fenômeno ou tendência dentro de um aspecto previamente estipulado (GODOY, 1995).

Utilizou-se o arquivo disponibilizado pela CETESB que descreve a Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo, publicado em dezembro de 2016 e organizado por municípios.

Buscou-se inicialmente identificar o tipo de estabelecimento no município de Jundiaí cadastrado como área contaminada. Posteriormente, verificou-se a fonte de contaminação e os tipos de contaminantes presentes nos postos de combustíveis, foco deste estudo. Observou-se ainda a importância em relatar os meios impactados e sua extensão (dentro/fora do posto) e as principais medidas de controle e remediação executadas para reabilitação da área contaminada.

Todos os dados coletados integraram uma planilha do Excel e foram compilados para a geração de tabelas e gráficos, facilitando o entendimento dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A instalação de postos de combustíveis é regulamentada pela Resolução CONAMA nº 273 de 2000, que estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição.

Os postos de combustíveis foco deste estudo, são classificados pela mesma legislação como postos revendedores, entendido como os que realizam venda no varejo de combustíveis oriundos de petróleo, álcool automotivo e demais combustíveis líquidos e, além de possuírem equipamentos para medição, detém sistema e equipamento para armazenagem.

Vale ressaltar que o licenciamento ambiental para o funcionamento do posto está condicionado à emissão das Licenças Prévia (LP) que visa verificar a adequação da localização do empreendimento; da Licença de Instalação (LI) que verifica a adequação do projeto de instalação do empreendimento e a Licença de Operação (LO) que identifica se a instalação do empreendimento foi efetuada de acordo com o projeto aprovado por ocasião da emissão da LI.

No município de Jundiaí, a construção e instalação de novos postos de combustíveis devem considerar ainda a Lei Municipal Complementar nº 845, 08 de outubro de 2008, que traz no seu artigo 2º a proibição da instalação desses postos a uma distância inferior a 500 metros de estabelecimentos como os supermercados, grandes centros comerciais, escolas, universidades, hospitais, creches e asilos, com o objetivo de evitar adversidades em caso de vazamentos ou explosões, bem como evitar o trânsito destes locais (JUNDIAÍ, 2008).

Tal restrição justifica-se diante da afirmação exposta por Silva (2007), quando aponta que um dos maiores problemas relacionados à contaminação das áreas adjacentes aos postos de combustível relaciona-se com a difícil detecção de possíveis vazamentos em estágios iniciais. Com isso, quando a contaminação se torna evidente, os danos ao meio ambiente e à saúde da população podem ser considerados críticos, demandando medidas remediadoras de urgência.

Constatou-se que o município de Jundiaí possui o total de 80 áreas contaminadas registradas pela CETESB, sendo a sua maioria 75% (n=60) constituída por postos de combustível, seguido pelas indústrias com 21% (n=17) e pelo comércio com 4% (n=3), conforme pode-se observar na Figura 1.

Ao comparar os resultados encontrados no município de Jundiaí, onde a maioria das áreas contaminadas é por postos de combustíveis, verifica-se que são semelhantes aos outros municípios do Estado, como a cidade de São Paulo e os demais municípios localizados na região metropolitana, no interior, litoral e Vale do Paraíba (CETESB, 2016).

Ao considerar os impactos provocados pela contaminação por postos de combustíveis, incluindo contaminação do solo e das águas subterrâneas, tem-se um cenário alarmante no que tange à preservação do meio ambiente e da vida humana. Compreender a forma como essa contaminação ocorre torna-se fundamental para adoção de medidas preventivas.

No município de Jundiaí verificou-se que a maioria 96% (n=58) das contaminações ocorre por deficiência da estrutura de armazenagem, 2% (n=1) por infiltração dos combustíveis no solo e 2% (n=1) por causas desconhecidas, conforme é possível verificar na Figura 2.

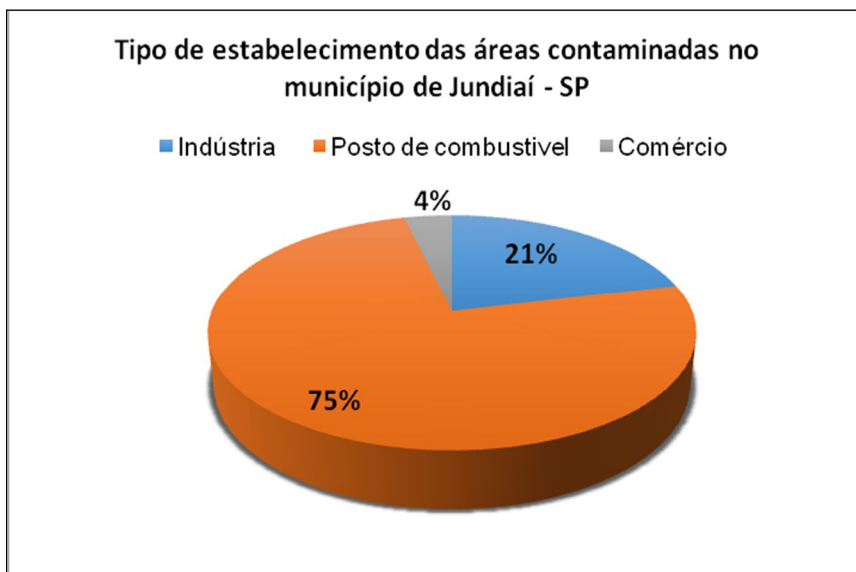


Figura 1. Tipos de estabelecimento das áreas contaminadas no município de Jundiaí. Fonte: CETESB, 2016

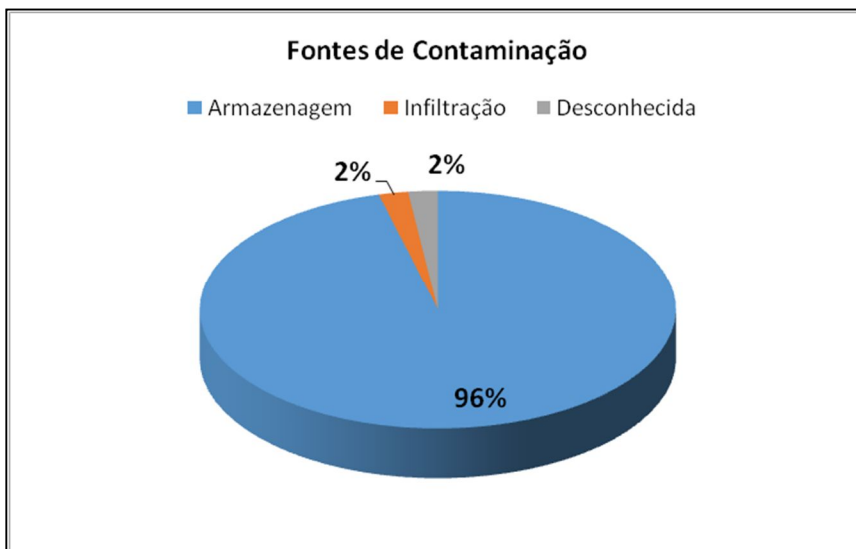


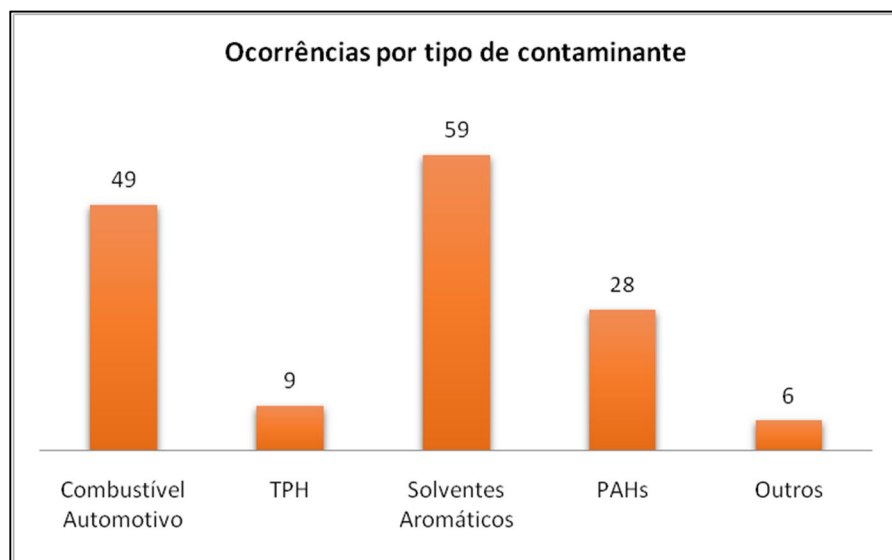
Figura 2. Fontes de contaminação dos postos de combustíveis no município de Jundiaí. Fonte: CETESB, 2016

Os postos de combustíveis passaram por reformas para adequações às Resoluções CONAMA n° 273/2000 e 276/2001, considerando as novas exigências legais acerca dos mecanismos de controle de poluição, determinado que todos os estabelecimentos que possuam tanques subterrâneos com idade superior a 15 anos, deveriam passar por reforma completa.

Desta forma, observa-se que as questões referentes ao armazenamento em tanques subterrâneos apresentam-se como uma preocupação constante, visto que, mesmo pequenos vazamentos podem trazer danos ao meio ambiente, principalmente para a contaminação do solo e lençol freático. De acordo com Bonaguro (2004) os vazamentos podem ocorrer pelo desgaste natural das paredes dos tanques, resultando em furos ou por vazamentos de encanamentos subterrâneos. Esse processo de corrosão é influenciado por fatores como o pH, umidade e a salinidade do solo, além dos componentes do produto armazenado nos tanques, podendo configurar-se como fator facilitador da corrosão, como é o caso do alto teor de enxofre na armazenagem do óleo diesel, acelerando o processo de oxidação da chapa metálica, principalmente na parte vazia do tanque, pela presença do oxigênio (COELHO NETTO *et al.*, 2005).

Os tanques de armazenamento de combustível considerados convencionais são fabricados em aço-carbono, com parede simples e são sujeitos a rachaduras e aos efeitos da corrosão (CETESB, 2004). Entretanto, existem no mercado os chamados tanques jaquetados, compostos por paredes duplas e que representam-se como alternativa eficaz na prevenção de vazamentos, pois possui parede de resina termofixa resistente à corrosão que reveste a parede interna fabricada em aço-carbono, além de possuir um sensor no espaço existente entre as duas paredes que detecta a entrada de ar ou de água do lençol freático em casos de vazamentos, seja pela parede interna ou externa do tanque (COELHO NETTO *et al.*, 2005).

No que tange aos principais contaminantes encontrados nas áreas contaminadas por postos de combustíveis no município de Jundiaí, constatou-se que a presença de solventes aromáticos em 26% (n=39) das ocorrências, seguido por 21% (n=32) de combustíveis automotivos, 13% de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - PAHs, 4% (n=6) de Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - TPH e 2% (n=4) de outros elementos, conforme demonstra a Figura 3. Ressalta-se que em vários postos foram encontrados mais de um contaminante.



**Figura 3. Ocorrências por tipo de contaminantes. Fonte: CETESB, 2016**

Os solventes aromáticos são constituídos basicamente pelo benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos – BTEX, presentes nos combustíveis automotivos. São compostos aromáticos tóxicos, atuando como depressores do sistema nervoso central que, mesmo em pequenas concentrações, representa uma ameaça real à vida humana e ao meio ambiente (BRITO *et al.*, 2005).

Os componentes do BTEX são pouco solúveis em água, sendo primeiramente identificado no subsolo como líquido de fase não aquosa (NAPL *Non-AqueousPhaseLiquid*). Em contato com a água, os hidrocarbonetos monoaromáticos, devido sua maior solubilidade em água, são os que contaminam primeiro o lençol freático, enquanto que, a hidrofobicidade dos hidrocarbonetos poliaromáticos fazem com que estes fiquem adsorvidos em materiais particulados em suspensão, podendo sedimentar em águas subterrâneas (BONILLA *et al.*, 2009).

Além do BTEX, outros derivados de petróleo podem contaminar o solo, demandando atenção especial com elementos como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e os hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP).

Os compostos BTEX, HPA e HTP são relacionados principalmente pela toxicidade, mobilidade e persistência no meio ambiente, trazendo prejuízos para o solo e para as águas subterrâneas.

As diferentes formulações da gasolina, em decorrência da concentração de etanol, podem potencializar a contaminação do solo e das águas subterrâneas, pois o etanol exerce efeito cossolvente e aumenta a solubilidade do BTEX em água, resultando em concentrações mais elevadas e, conseqüentemente, em maiores prejuízos ao meio ambiente (CORSEUIL *et al.*, 2011).

Ao considerar os impactos causados pela contaminação por BTEX nas áreas compreendidas como específica dos postos de combustíveis, entende-se como uma problemática recorrente. Entretanto, em alguns casos, essa contaminação ocupa espaços que ultrapassam o limite da área do posto. No município de Jundiaí verificou-se que 16% dos meios impactados correspondem às áreas do entorno, ou seja, que extrapolam o limite da área pertencente ao posto de gasolina.

Entre os meios impactados por postos de combustíveis em Jundiaí, verificou-se o total de 102 ocorrências, sendo 54,9% (n=56) em águas subterrâneas dentro do limite do posto, 28,5% (n=29) no subsolo dentro do posto, 13,7% em águas subterrâneas fora do posto, 2% no subsolo fora do posto e 1% (n=1) de ocorrência registrada no solo superficial, como pode-se observar na Tabela 1.

Verificou-se que a maioria das ocorrências está concentrada nas áreas internas dos postos de combustíveis. Entretanto, a presença da contaminação no subsolo e nas águas subterrâneas fora do limite da área do posto torna-se um fator preocupante, justificando as restrições da Lei Municipal nº 845/2008, com o intuito de prevenir que áreas com grande concentração de pessoas possam ser atingidas pela contaminação desses elementos.

**Tabela 1. Distribuição das ocorrências de acordo com o meio impactado**  
Fonte: CETESB, 2016

Meios impactados	Quantidade de Ocorrências
Solo superficial	1
Subsolo (Dentro)	29
Subsolo (Fora)	2
Água subterrânea (Dentro)	56
Água subterrânea (Fora)	14

Para cada tipo de contaminação existe uma medida de remediação recomendada, que pode ser executada de maneira isolada ou conjunta, dependendo das características da área contaminada. As medidas de remediação utilizadas nas áreas contaminadas por postos de combustíveis no município de Jundiaí estão descritas na Tabela 2.

**Tabela 2. Medidas de remediação adotadas nas áreas contaminadas por postos de combustíveis em Jundiaí**  
Fonte: CETESB, 2016

Medidas de Remediação	Quantidades de Postos
Extração multifásica	17
Recuperação da fase livre	16
Bombeamento	14
Sem medida de remediação	8
Oxidação química	6
Extração de vapores	3
Remoção do solo	3
Biorremediação	2
<i>Air sparging</i>	1
<i>Biosparging</i>	1
Outras	1

Dentre as 72 medidas de remediação adotadas, em 23% (n=17) dos casos utilizou-se a extração multifásica, conhecida como MPE (*multi-phase extraction*) que consiste em uma técnica *in situ* que combina bioventilação e remoção de massa a vácuo, extraíndo a fase livre, fase vapor, fase dissolvida e também aquela adsorvida no solo. Trata-se de uma alternativa considerada eficiente, de baixo custo e segura para remover os elementos tóxicos, sendo a mais utilizada entre as medidas de remediação pelos postos de combustíveis.

A recuperação da fase livre foi adotada em 22% (n=16) dos casos. A fase livre foi identificada em 31 dos postos de combustíveis da amostra. Desta forma, verifica-se que em 43% dos casos (n=15) a recuperação da fase livre não foi entendida como uma medida eficiente. De acordo com a Lei 13.577/2009 a fase livre constitui uma ocorrência de substância ou produto em fase separada e imiscível quando em contato com a água ou o ar do solo.

Acredita-se que, a recuperação da fase livre não foi adotada em todos os postos devido à inviabilidade econômica e do volume a ser tratado, fatores importantes na tomada de decisão da escolha das medidas de remediação a serem adotadas (HANSEN, 2013).

O bombeamento também se destaca entre as técnicas utilizadas, representando 19% (n=14) das medidas de remediação. O bombeamento simples é utilizado em superfícies com águas rasas, apresentando como vantagens o baixo custo de instalação, operação e manutenção. Entretanto, é limitado para uso em grandes profundidades (ARAÚJO, 2009).

## CONCLUSÃO

Ao concluir este estudo que teve como objetivo identificar as áreas contaminadas por postos de combustíveis no município de Jundiaí, constatou-se que das sessenta áreas contaminadas por postos, na sua maioria por armazenagem inadequada ou ineficiente, pode-se afirmar que o trabalho de monitoramento realizado pela CETESB é de suma importância para o controle dessas áreas contaminadas, visto que, em muitos casos, essa contaminação extrapolou os limites da área interna do posto, atingindo a vizinhança.

Ressalta-se ainda a importância da legislação municipal que restringe a instalação de postos de combustíveis a menos de 500 metros alguns tipos de estabelecimentos com grande circulação de pessoas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anneser, B.; Einsiedl, F.; Meckenstock, R. U.; Richters, L.; Wisotzky, F.; Griebler, C. **High-resolution monitoring of biogeochemical gradients in a tar oilcontaminated aquifer.** *AppliedGeochemistry*, v. 23, n. 6, p. 1715–1730, 2008.
2. Araujo, G. S. **Tecnologias de remediação em áreas impactadas com Hidrocarbonetos de petróleo: estudo de caso em posto de combustível por extração multifásica.** Universidade Federal de Santa Catarina (Engenharia Sanitária e Ambiental). Florianópolis, 2009.
3. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. **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: 22 set. 2017.
4. Bonaguro, R. G. **A atual situação dos postos de gasolina: Condições necessárias para o recebimento do alvará de funcionamento.** 2004, 112 f. Trabalho de conclusão de curso, Graduação em (Engenharia Civil). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo-SP.
5. Bonilla, N.; Vidal, J. L. M.; Frenich, A. Gonzalez, E. **Comparason of ultrasonic and pressirizes liquid extraction for the analysis od polycueclic aromatic compounds in soil sam'les by gas chomatography coupled to tandem mas spextrometry.** *Talanta*, 2009 v. 78, p. 156-164.
6. Brito, F.V. *et al.* **Estudo da contaminação de águas subterrâneas por BTEX oriundas de postos de distribuição no Brasil.** 2005. 6 p.
7. Coelho Netto, C.; Baldessar, F.; Luca, L. A. **Estudo qualitativo de segurança em postos revendedores de combustíveis.** Universidade Federal de Ponta Grossa, Curitiba PR, 2005.
8. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB. **Relação das áreas contaminadas.** 2016. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/relacao-de-areas-contaminadas/>> Acesso em: 12 out. 2017.
9. Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução n. 273, 29 de novembro de 2000.** Prevenção e Controle da Poluição em Postos de Combustíveis e serviços.
10. \_\_\_\_\_. **Resolução n. 276, 25 de abril de 2001.** Licenciamento Ambiental de Postos e Sistemas Retalhistas de Combustível (PSRC).
11. Corseuil, H. X.; Monier, A. L.; Fernandes, M.; Schneider, M. R.; Nunes, C.C.; Do Rosario, M. et al. **BTEX plume Dynamics Following an Ethanol Blend Release: Geochemical Footprint and Thermodynamic Constraints on Natural Attenuation.** *Environmental Science and Technology*, v. 45, n. 8, p. 3422–3429, 2011.
12. Hansen, E. **Tecnologias de remediação de áreas contaminadas por hidrocarbonetos.** Trabalho de Conclusão de Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia Química, 2013.
13. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE . **IBGE Cidades: Jundiaí: Brasil: 2016.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> Acesso em: 09 abr. 2017.
14. \_\_\_\_\_. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil: 2015/IBGE,** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
15. Silva, F. G. **Gestão de áreas contaminadas e conflitos ambientais: o caso da cidade dos Meninos.** 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.