



**VII SINGEP**

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317-8302

## **MÉTODOS CONSTRUTIVOS E PROCEDIMENTOS DE PREVENÇÃO À CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DE SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS CAUSADA POR VAZAMENTO DE COMBUSTÍVEIS**

**ADJANE BRITO ALVES**  
UNINOVE

**ANDREZA PORTELLA RIBEIRO**  
UNINOVE – Universidade Nove de Julho

**FERNANDA SOUZA SANTOS NASCIMENTO**  
UNINOVE - Universidade Nove de Julho

**JOSÉ OSMAN DOS SANTOS**  
Instituto Federal de Sergipe

Os autores agradecem à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) pelo suporte técnico e ao CNPq pelo suporte financeiro (Processo: 461680/2014-9)



## MÉTODOS CONSTRUTIVOS E PROCEDIMENTOS DE PREVENÇÃO À CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DE SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS CAUSADA POR VAZAMENTO DE COMBUSTÍVEIS

### Resumo

Atividades comerciais como vendas de combustíveis em postos são de fundamental importância para o desenvolvimento urbano e econômico. Contudo, atualmente esta atividade é uma das maiores fontes de contaminação; razão pela qual suas instalações devem apresentar tecnologias construtivas e de armazenagem de combustíveis, que sejam minuciosamente estudadas e projetadas por Engenheiro Civil juntamente com o Engenheiro Geotécnico. Essas tecnologias corroboram com os dispositivos que buscam prevenir os riscos causados ao meio ambiente e à saúde pública, devido a vazamentos de combustível, substância com alto potencial de toxicidade. Esse relato se fundamentou nas NBR, leis, Resoluções, e dados da CETESB, com o cenário sobre os registros de áreas contaminadas no Estado de São Paulo, até 2017. O objetivo principal do trabalho foi apresentar a geomembrana, um material não oneroso, como uma proposta de dispositivo sobressalente de métodos construtivos, o qual contribuirá para a prevenção contra vazamentos de substâncias químicas, que causam a contaminação de solos e águas subterrâneas.

**Palavras-chave:** Postos de combustíveis. Contaminação. Geomembrana.

### Abstract

Commercial activities such as fuel stations presents huge importance for urban and economic development. Notwithstanding, this kind of activity is among the main which contributes for the contamination sites. Because of this reason, news establishment of fuel stations must require constructive technologies that must be carefully studied and designed by the Civil and Geotechnical Engineers, in order to prevent possible risks to the environment and to the public health. As an alternative to solve the contamination problems in fuel stations, this study presented the NBR, laws, Resolutions, and CETESB data that allowed to have an overview about the contaminated areas until 2017. Moreover, geomembranes are suggested to enforce the security against oil spill in the fuel stations.

**Keywords:** Fuel stations. Contamination. Geomembrane.



## 1 Introdução

Tendo início no fim da segunda guerra mundial em meados de 1945 em diante, o mundo passou a experimentar um avanço industrial que culminou na aglomeração de pessoas em áreas urbanas, verificou-se a necessidade de maior número de transportes, para apoiar as atividades econômicas e também favorecer o deslocamento das pessoas para seus locais de trabalho. Esse cenário, conseqüentemente favoreceu a implantação de vários postos de combustíveis em diversos pontos das cidades (Rodrigues, 2015).

Desta forma, também no Brasil, o fortalecimento econômico e o desenvolvimento urbano ocorreram entre os anos de 1970-1990, cada vez mais os diversos segmentos de atividades econômicas dependem de transporte para seus produtos. Além disso, a consolidação da economia para algumas classes sociais favoreceu o poder de compra das famílias, que enxergavam os automóveis como símbolos de poder e bem-estar material, (Rodrigues, 2015). Assim, com o crescimento no número de veículos, mais a cidade necessitava dos serviços prestados por postos de combustíveis. Contudo, essas instalações eram precárias, devido a não existência de leis que exigissem e regulamentassem um projeto de engenharia que considerasse a segurança e prevenisse os impactos ambientais, no qual os tanques de armazenamento de combustíveis eram metálicos ocasionando vazamentos devido ao processo de corrosão (Mattos & Maia, 2017).

Em virtude da falta de preocupação com a qualidade dos projetos de construção de postos, à medida que esses estabelecimentos completavam mais de duas décadas, as cidades começaram a enxergar os inúmeros problemas ambientais, associados à precariedade das instalações de postos antigos, com vazamentos de derivados de petróleo, os quais percolavam o solo e alcançavam o lençol freático e também o ar (Mattos & Maia, 2017).

De acordo com a Associação dos Engenheiros da Sabesp (AESABESP, 2013) os índices as áreas contaminadas associadas a acidentes com postos de combustível sofreram decréscimo do ano 2000 até 2011. Esse cenário pode ser reflexo das ações executadas pela Divisão de Áreas Contaminadas, a qual foi criada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), com o intuito de exigir o licenciamento ambiental, de algumas lendo em vista os decretos e resoluções, como a Resoluções Conama 273/00, entre outras que serão tratadas ao longo deste trabalho (Conselho Nacional do Meio Ambiente, [CONAMA] n. 273, 2000).

Por outro lado, apesar do avanço em termos de melhorias nas instalações dos postos, as estatísticas da CETESB ainda apontam como fonte principal de contaminação, o vazamento de combustível, em tais estabelecimentos, Dados de 2011 revelaram que 78% dos registros de áreas contaminadas da CETESB são relacionadas as atividade em postos de combustíveis (AESABESP, 2013).

No intuito de investigar e recuperar as áreas contaminadas, no Brasil os métodos aplicados se baseiam em outros países, como a Holanda, para identificar os níveis de contaminantes, para que mediante o processo adequado de remediação restabelecer as condições ideais do solo e das águas subterrâneas. Contudo, em muitas vezes, devido ao alto custo os processos de remediação tornam-se inviáveis. Embora a tecnologia de remediação esteja bem avançada minimizando estes custos, ainda para alguns empreendimentos o processo não é acessível (Mattos & Maia, 2017). No propósito de reduzir a problemática decorrente da contaminação por postos que, além de risco à saúde humana, geram diversos danos ambientais, que se observou a necessidade de estudos de processos objetivando proteger o homem e o ambiente, prevenir e controlar a contaminação obtendo melhor relação custo/efetividade (Lima, 2010).

Portanto, verifica-se que as atividades dos postos de combustíveis apresentam papel ambíguo no contexto econômico, visto que elas impulsionam o desenvolvimento de outras atividades, mas podem proporcionar impactos negativos à sociedade, como a contaminação de



solos e águas subterrâneas, causando riscos à saúde da população. Além disso, para recuperar o ambiente degradado e garantir a qualidade de vida das pessoas, são necessários orçamentos dispendiosos. Nesse sentido, os proprietários desses estabelecimentos (microempresários) não conseguem se adequar às exigências das leis ambientais, não lhes restando alternativa, senão o abandono dessas instalações, que se transformam em passivos ambientais, perenizando a contaminação dos compartimentos ambientais, caso nenhuma intervenção seja feita no local (Amicci, 2010).

Considerando a relevância dessa temática dentro do planejamento e gestão de cidades, a elaboração desse relato técnico fundamentou-se na seguinte questão de pesquisa: como os métodos construtivos são contemplados em novos projetos de engenharia de postos de combustíveis, para a prevenção da contaminação de solos e águas subterrâneas?

Para responder ao questionamento supracitado, o estudo pretende realizar um diagnóstico sobre as intervenções que levam à prevenção de contaminação de terrenos (e entorno) onde são instalados os postos de combustíveis. O estudo dará prioridade às intervenções construtivas voltadas às componentes com elevado potencial para causar impacto negativo no solo e águas subterrâneas caso não atendam as diretrizes estabelecidas na legislação e normas específicas para tais empreendimentos.

## **2 Referencial Teórico**

### **2.1 Primeiras percepções sobre ocorrências de contaminações**

Em meados de 1970 e 1980, em países como Holanda, Alemanha e EUA, surgiram inúmeros casos de acidentes ambientais oriundos de atividades industriais e também descartes inadequado de substâncias prejudiciais à saúde humana e meio ambiente, que percorriam o solo rios e lagos. Devido à falta de conhecimento quanto aos danos, às indústrias não se resguardavam em prevenir possíveis contaminações, uma vez que não havia legislações que apontassem os procedimentos e responsabilidades pertinentes a atividades potencialmente poluidoras, propiciando assim, o aparecimento de diversas áreas contaminadas (AC) que ocasionaram danos irremediáveis à saúde pública, além de graves acidentes ambientais. Tendo em vista os problemas reais causados ao meio ambiente e a população por meio de processos industriais potencialmente contaminantes e na tentativa de inibir novos incidentes, a sociedade mobilizou-se no sentido de exigir fiscalização de tais atividades e reparação dos danos gerados pela empresa (Brown, 1979).

Partindo deste ponto, os países desenvolvidos criaram legislações que definem responsabilidades e procedimentos objetivando prevenir contaminação em novas áreas, além de promoverem conferências mundiais e assembleias, a exemplo da Conferência sobre o Meio Ambiente das Nações Unidas em Estocolmo, em 1972 (Moraes, Teixeira, & Maximiliano, 2014), para tratar desses problemas comuns em todos os países, inclusive no Brasil (Pott & Estrela, 2017).

Haja vista que a atividade de manejo, revenda e armazenamento realizada pelos postos de combustíveis e serviços, foco de nossa pesquisa, também se caracterizam como atividades potencialmente geradoras de áreas contaminadas, devido às substâncias tóxicas que compõe os combustíveis, ocasionando contaminação de corpos d'água superficiais e subterrâneos, ao solo, ao ar e subseqüentemente a saúde humana, além de riscos eminentes de incêndios e explosões (CONAMA n. 273, 2000).

Dado o crescente do número de veículos que fazem uso de derivados de petróleo em todo o país, paralelamente a alta quantidade de estabelecimentos que exercem a atividade de posto de combustível e serviços, requerendo, portanto, uma priorização por parte das agências ambientais quanto à fiscalização destes estabelecimentos (Decreto n. 59.263, 2013).



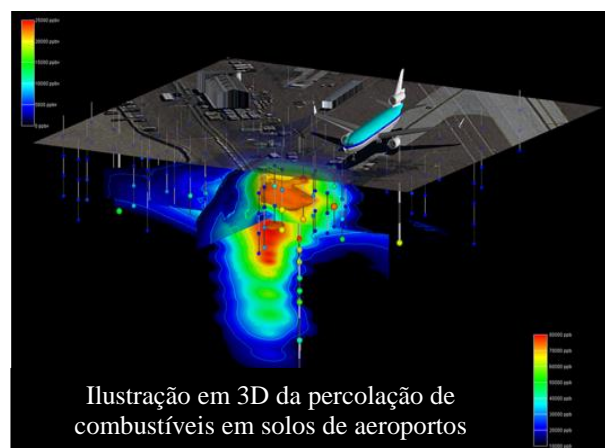
Nesse sentido, referencia-se novamente a (CONAMA n. 273, 2000), que “estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição”, assim, serão sujeitos ao licenciamento ambiental os postos flutuantes, postos retalhistas, postos de abastecimento e postos revendedores que “exercita a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool”, óleo e diesel.

## 2.2 Contaminações por postos de combustíveis

A contaminação por postos, segundo (Folha Vitória, 2013) pode ocorrer devido a vazamentos de tanques metálicos antigos que enferrujam e furam com o tempo, visto que estes tanques não dispõem de camada externa de fibra de vidro, assim ocorrendo fissuras ou rupturas em sua superfície, e por não disporem de câmaras de contenção, o fluido escoava para o solo.

No Brasil, a legislação que regulamenta o armazenamento e distribuição de combustíveis é datada do ano de 1997, (CONAMA n. 237, 1997), ou seja, na época os postos operavam sem dispor de informações técnicas quanto à alocação, instalação, ou qualidade dos materiais que constituem os tanques, o que ocasionava contaminações em diversas regiões.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMAM, 2016) destaca que, até 2011, os registros de acidentes em postos tinham como principais causas problemas em tubulações, o que representava 26,9% do total de registros. Em seguida, problemas com tanques, com 21,5% de casos. Extravasamentos e tubulação de tanque 16,4% do total. Por último, caixas separadoras e bombas, representando 2,6% do total. Apesar do baixo percentual, o derramamento sucessivo de combustível pelas bombas (que apresentam problemas de vazamentos) levava à infiltração de substâncias químicas no solo, atingindo suas camadas superficiais, percolando-se pelos horizontes e formando a Pluma de Contaminação. Na Figura 1, as maiores concentrações dos compostos químicos são representadas em vermelho. Tais substâncias movem-se até atingirem as águas subterrâneas, estendendo-se para os níveis do fluxo freáticos (COSTA, 2012).



**Figura 1:** Contaminação de solo com combustíveis

Fonte: Guedes, C.R.R (2012)

Os principais constituintes químicos dos combustíveis são benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), solventes aromáticos, olefinas e parafinas (Rodrigues, 2015). A exposição humana mais comum a esses constituintes ocorre por inalação, devido a sua volatilização que pode causar diversos danos à saúde (Klaassen, 2001 como citado em Gouveia & Nardocci, 2007, p. 321), por exemplo, danos neurológicos e câncer; além da exposição à água contaminada e possíveis explosões.



### 2.3 Medidas atuais para prevenção de contaminação

No intuito de minimizar os riscos de contaminação por postos, foram criadas Leis e diversas normas regulamentadoras que dispõem sobre monitoramento da qualidade do solo e da água dentro de um raio de 500 m destes postos, sobre construção dos tanques de armazenamento de combustíveis e sobre execução de construção e instalação dos equipamentos dos postos dentre elas destacam-se as Normas Brasileira (NBR) (Tabela 1), Lei n. 13.577(2009), deferida pelo Decreto Estadual 59.263 (2013), estabeleceu diretrizes para preservação da qualidade do solo, mediante o cadastramento de áreas contaminadas gerenciadas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB, aberta a consulta pública.

Tabela 1: ABNT NBR para construção de postos de combustíveis.

ABNT	Última revisão	Títulos – Armazenamento de Líquidos inflamáveis
NBR 12236	1994	Critérios de projeto, montagem e operação de postos de gás combustível comprimido.
NBR 13781	2009	Manuseio e instalação de tanque subterrâneo de combustível.
NBR 13783	2004	Posto de serviço - Instalação do sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis – SASC
NBR 13786	2014	Seleção dos componentes para instalações subterrâneas de combustíveis (SASC).
NBR 13895	1997	Construção de poços de monitoramento e amostragem
NBR 14623		Poço de monitoramento para detecção de vazamento.
NBR 14722	2011	Tubulação não metálica subterrânea - Polietileno.
NBR 14973	2010	Desativação, remoção e destinação de tanques subterrâneos usados.
NBR 16161	2015	Tanques metálicos subterrâneos – Especificação de fabricação e modulação

Fonte: Autor apud Marques, et. al., (2003, p. 8).

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2017), o funcionamento de um posto está condicionado à apresentação de documentação, que atendam às exigências técnicas das normas supracitadas a fim da obtenção da liberação das Licenças Prévia (LP), Licença de Instalação (LI), para os quais se faz necessário entre outros documentos, planta ou croqui de localização, planta baixa, planta de detalhes, planta de sistema de drenagem, Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional legalmente habilitado e para obtenção da Licença de Operação (LO) acrescenta-se certidão de diretrizes de uso e ocupação de solo com validade de 180 dias, memorial descritivo das obras e serviços, laudo técnico de estanqueidade das instalações, plano de manutenção e operação (CETESB 2018).

A CETESB (2017) dispõe que de 5 em 5 anos o posto deve solicitar Renovação da Licença de Operação (RLO), devendo apresentar resultados de “testes de estanqueidade que deve ser executado por empresa acreditada pelo INMETRO, conforme Portaria n. 259 (2008)” nos tanques e nas linhas de abastecimento, até que os tanques atinjam a idade de 15 anos, quando serão substituídos por tanques novos que atendam as normas de elegibilidade, o que não significa necessariamente a extinção da atividade do posto, apenas a troca dos tanques.

Quanto aos postos antigos, a CETESB (2017), prevê que aqueles que estavam em funcionamento antes da implantação das normas de licenciamento somente estarão aptos à



obtenção da RLO, mediante troca dos Tanques de Combustíveis antigos e do Sistema de Abastecimento Subterrâneo (SAS) apresentando Laudo de Integridade que apontem os níveis de contaminação existentes no solo e água subterrânea.

Diante de possíveis rupturas ou corrosão nos tanques e nas linhas de abastecimento e tubulações subterrâneas, os tanques novos devem dispor de sistema de monitoramento intersticial entre as paredes duplas para a detecção de possíveis vazamentos, contudo, tanto os tanques quanto às linhas de abastecimento e as tubulações de recalque e sucção quando não estiverem enterrados, precisam passar por testes anuais de estanqueidade (NBR n. 13784, 1997).

Considerando as novas tecnologias para fabricação de tanques e acessórios, os procedimentos de fiscalização, licenciamento e todas as normas para construção dos postos, conforme NBRs e Leis supracitadas, as quais favorece a redução de ocorrências de contaminação por postos de combustíveis. Contudo, como ainda não foi realizado um levantamento dos índices de eficiência que correspondem ao conjunto dos processos, a CETESB ainda não dispõe de indicadores que apontem firmação concisa de que a não há possíveis incidências de vazamentos, que poderiam ocorrer ocasionalmente nas tubulações dos tanques devido a possíveis erros construtivos.

Nesse sentido, vale destacar a opinião de especialistas no tema, em referência às empresas que atuam em planos de diagnóstico, intervenção e recuperação de áreas contaminadas, principalmente as que atuam na atividade de comércio de combustíveis automotivos: “[...] ainda se verifica que poucas investiram na elevação do seu capital [...] as ações mal planejadas e executadas [...] ineficiência dos sistemas de remediação [...] ajustes, a um elevado custo financeiro e a um dispêndio desnecessário de tempo” (Moraes, Teixeira & Maximiano, 2014; p. v-vi).

Obviamente que, dado ao rigor e preocupação com a segurança das NBRs entre outras as relacionadas na tabela 1, e Leis supracitadas, se os engenheiros responsáveis por tais projetos realizarem as adequações respeitando tal rigor, serão mínimos as chances de vazamentos. Por outro lado, diante da visão de Moraes, Teixeira e Maximiano (2014), quais garantias terão os proprietários de postos de que as consultoras responsáveis farão as obras de forma segura e sem riscos à ocorrência de novos incidentes?

Assim, acredita-se que novas estratégias poderiam ser incorporadas aos projetos de adequação. Como alternativa, indica-se a utilização de geomembranas, da família de geossintéticos, que, segundo Vertemmatti (2015), é usado como barreira impermeabilizante e possui propriedades resistentes aos agentes químicos que compõe os combustíveis.

Tendo em vista que, no que se refere aos prestadores de serviços de remediação, devido a um baixo investimento em capacitação intelectual, os processos de investigação não têm sido projetadas e aplicadas corretamente, podendo ocasionar falta de eficiência dos processos de remediação os quais deverão ser revistos e ajustados, além de um custo e a um gasto desnecessário de tempo (Moraes, Teixeira & Maximiano, 2014).

### **3 Metodologia de Pesquisa**

A realização deste relato técnico utilizou-se da metodologia de pesquisa exploratória, que para Hair, Babin, Money e Samouel (2005), consiste em uma metodologia que abrange planejamento, técnicas de coleta de dados para identificação de novas tecnologias que podem atender necessidades reais sem a intensão de testar hipóteses de específicas de pesquisa. Assim, buscando entender o problema e saber se outros resolveram problemas similares, reunindo informações anteriores que possam ser úteis para questão, por meio de busca em literatura, em que as fontes utilizadas serão as primárias que correspondem a documentos de da CETESB,



leis, regulamentos e decisões de diretoria, as secundárias serão interpretações de dados primários, como livros, manuais, artigos de revistas, e fontes terciárias como ferramentas de busca da internet avaliadas como fontes de informações, em que, além de efetuar uma busca em banco de dados deve ser construída uma questão de busca (Cooper & Schindler, 2003).

Utilizando-se também da metodologia de pesquisa descritiva, com o emprego de sete fontes potenciais de informações: documentos, registros, artigos científicos, teses, dissertações, manuais técnicos da CETESB e normas (Vergara 2006), em que os instrumentos para desenvolvimento do método consistem na obtenção de informações concernentes aos meios de contaminação oriundos de postos de combustíveis, o estudo de fenômeno de contaminação por postos, descrevendo como ocorre e métodos construtivos que possam impossibilitar esta contaminação, objetivando avaliar a estrutura dos postos identificando os métodos da contaminação.

#### 4 Resultados obtidos e análise

De acordo com a relação de áreas contaminadas disponível no site da CETESB, em que os dados mais recentes (2017) apontam que para os municípios das sub-bacias hidrográficas do Alto Tietê, o total de áreas contaminadas cadastradas chega a 5.942 no Estado de São Paulo (Tabela 2), incluindo indústrias, comércios, postos de combustíveis, resíduos, acidentes agricultura e desconhecidos, na qual estão inclusas além da cidade de São Paulo (36%), 38 municípios (17%), interior (35%), municípios do Litoral Sul e Litoral Norte com 7%, Vale do Ribeira, municípios do Vale do Paraíba e da Mantiqueira com 5% das áreas cadastradas (Amaral, Gloeden, Moraes, & Saito, 2017).

**Tabela 2.** Relação de áreas contaminadas e Reabilitadas. Estado de São Paulo

Áreas Contaminadas e Reabilitadas – Estado de São Paulo						
Total	Contaminada sob investigação	Contaminada com risco confirmado	Em processo de remediação	Monitorament o para encerramento	Contaminada em processo de reutilização	Reabilitad a para uso declarado
<b>5.942</b>	632	901	1.525	1.459	241	1.184

Fonte: Autor, adaptado de CETESB, p.25 <<http://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/01/Totaliza%C3%A7%C3%A3o-por-Ag%C3%Aancia.pdf>>

Dessas 5942 áreas, 836 são vistoriadas pela Agência CETESB- Pinheiros, sendo que há 62 áreas contaminadas sob investigação, e 104 contaminadas com risco confirmado (Tabela 3).

**Tabela 3.** Relação de áreas contaminadas e Reabilitadas. Agência CETESB- Pinheiros

Áreas Contaminadas e Reabilitadas – Estado de São Paulo						
Total	Contaminada sob investigação	Contaminada com risco confirmado	Em processo de remediação	Monitorament o para encerramento	Contaminada em processo de reutilização	Reabilitad a para uso declarado
<b>836</b>	62	104	204	107	76	283

Fonte: Autor, adaptado de CETESB, p.15 <<http://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/01/Totaliza%C3%A7%C3%A3o-por-Ag%C3%Aancia.pdf>>

Na plataforma oficial da CETESB existe um link para acesso a relação de áreas contaminadas e reabilitadas, em que a última atualização deu-se em dezembro de 2017, no qual tem-se acesso aos 5.942 registros das empresas inclusas no Cadastrado de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo. Nos registros estão relacionado o tipo de atividade por





empresa, geradora de contaminação, desta forma, é possível obter informações individuais de cada empresa por região.

Nesta plataforma virtual da CETESB estão disponibilizados, em ordem de agência ambiental e município, dados sobre as áreas contaminadas do estado. Assim, para o relato técnico realizou-se um levantamento de informações (dados secundários) específicas sobre empresas vistoriadas pela Agência de Pinheiros. Na análise do relatório, foram consultadas 836 páginas, desde a página de 2056 até a 2891. Os registros são referentes aos casos individuais de contaminação por tipo de atividade geradora (CETESB, 2017), conforme Tabela 4.

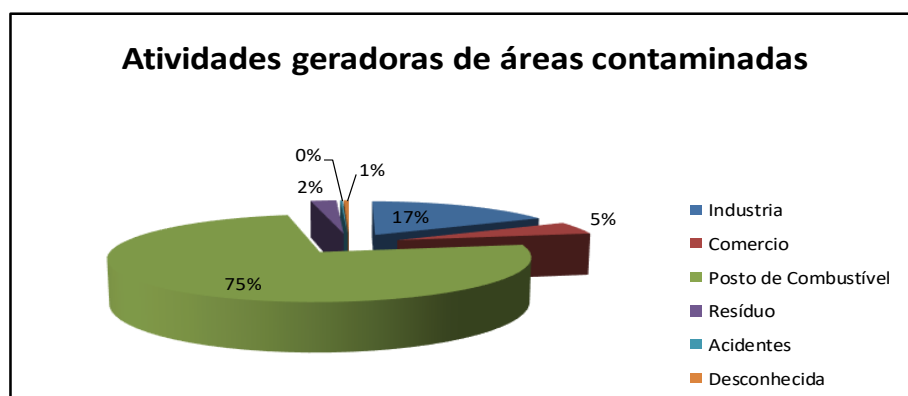
Para a capital paulista são apontados as estatísticas gerais de áreas contaminadas (Texto explicativo: Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo). Portanto, para a análise das áreas contaminadas fiscalizadas pela Agência de Pinheiros, foi necessário acessar individualmente cada registro, visto que não havia no Texto explicativo uma ferramenta que permitisse uma filtragem específica para a região de Pinheiros, objeto desse estudo.

Das 836 áreas contaminadas e vistoriadas pela Agência-CETESB-Pinheiros, 624 são áreas caracterizadas como contaminadas por vazamentos ocorridos em postos de combustíveis (Tabela 4), equivalendo a 75% dos registros analisados para este relato técnico (Figura 5).

**Tabela 4:** Quantitativo de atividades geradoras de áreas contaminadas- Agência CETESB- Pinheiros

<b>Atividades geradoras de Áreas Contaminadas</b>	
Atividade	Quantidade
Industria	145
Comercio	41
Posto de Combustível	624
Resíduo	20
Acidentes	2
Agrícola	0
Desconhecida	4
<b>Total</b>	<b>836</b>

Fonte: Autor adaptado de Relação de Áreas Contaminadas. (CETESB, 2017, pp 2056 – 2891).



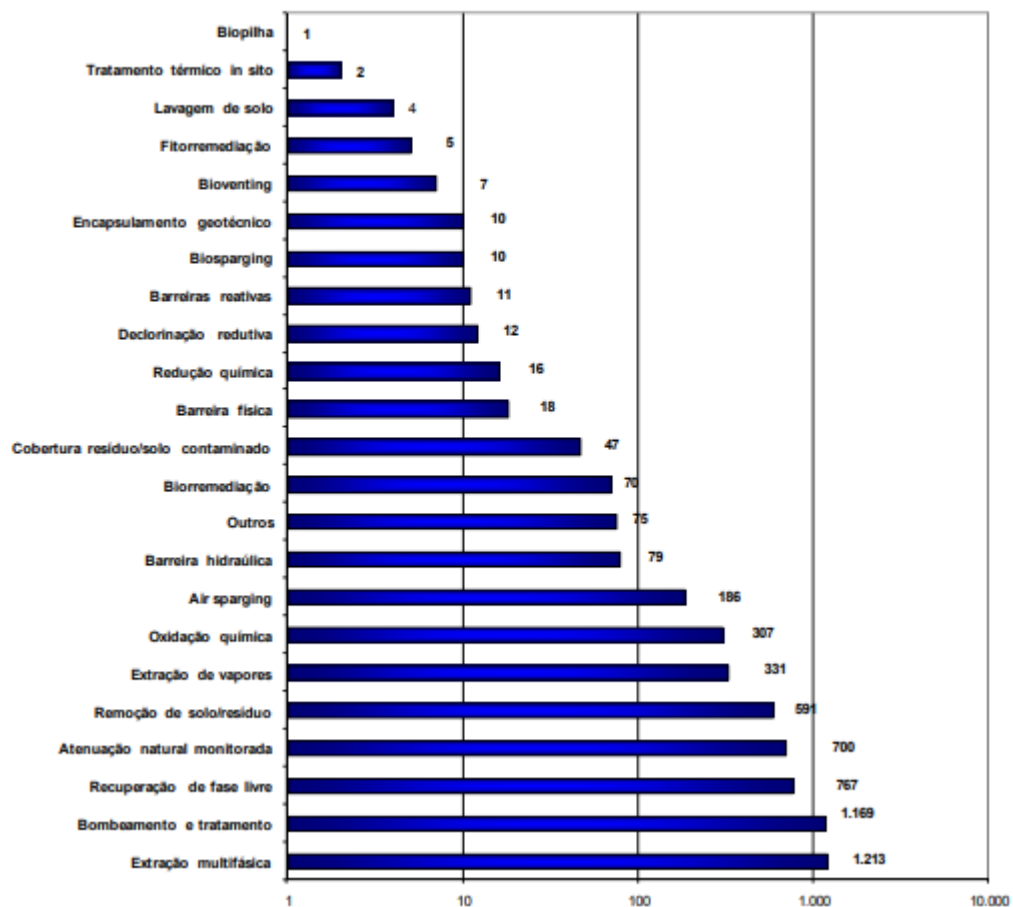
**Figura 2:** Levantamento percentual das atividades geradoras de áreas contaminadas gerenciadas pela Agência CETESB- Piheiros

Fonte: Autor adaptado de Relação de Áreas Contaminadas (CETEB, 2017, pp 2056 – 2891).



De acordo com o inventário de áreas contaminadas de dezembro de 2017 apresentado pela CETESB, do total de 5.942 registros de áreas contaminadas cadastradas, 4.284 áreas, isto é 72% correspondem a Postos de combustíveis, em que 1.151 (27%) dessas áreas estão em os processos de remediação, 1.269 (30%) em processo de monitoramento para encerramento, 67 (1%) dessas áreas estão em processo de reutilização, 798 (19%) reabilitadas para uso declarado, após término da remediação. Assim, 3.285 (77%) das 4.284 áreas contaminadas por postos de combustíveis estão ou já realizaram os procedimentos de remediação, em que os três métodos mais utilizados (Figura 3) foram Extração multifásica, Bombeamento e tratamento, e Recuperação de fase livre (Amaral, Gloeden, Moraes, & Saito, 2017).

### Constatações de técnicas de remediação implantadas - dezembro 2017



**Figura 3:** Constatações de técnicas de remediação implantadas – dezembro 2017

Fonte: Amaral, Gloeden, Moraes, & Saito, (2017, p 14).

É visível que a fiscalização a tecnologia e as medidas construtivas sutiram efeitos para aplacar e remediar os danos ambientais causados por contaminação ao longo dos anos, e que é provável que nos próximos 10 anos os problemas correlatos aos postos já cadastrados estejam sanados. Contudo, como citado anteriormente, podem ocorrer falhas dos processos de remediação, além de custo e gasto desnecessário de tempo (Moraes, Teixeira & Maximiano, 2014), visto que também ocorre o surgimento de novos postos em diversas cidades que podem não dispor das mesmas legislações e fiscalizações existentes no Estado de São Paulo, que propõe-se estudo que considere utilizações de materiais alternativos aparentemente simples e pouco dispendiosas, que poderiam ser incorporados aos projeto de construção e adequação, objetivando aprimorar, tornar mais sustentável e viável economicamente, além de ser mais uma



garantia de que na ocorrência de vazamentos, estes poderiam ser contidos. Como alternativa, indica-se a utilização de geomembranas no processo de impermeabilização das áreas totais do posto ou recortes situados nos pontos de instalação do Sistema de Abastecimento Subterrâneo, da família de geossintéticos, que, segundo Vertematti (2015), é usado como barreira impermeabilizante e possui propriedades resistentes aos agentes químicos que compõe os combustíveis. Acredita-se que o material possa ser útil nos projetos como mais um meio preventivo.

Portanto, além das tecnologias existentes em relação aos equipamentos e dos métodos construtivos já utilizados, como medidas preventivas de contaminação por postos de combustíveis, avaliam-se a relação custo-benefício de incluir a geomembrana na impermeabilização do solo que corresponde a área do posto, ou parte dele como os pontos situados abaixo das bombas, linhas de transmissão e tanques. Na tabela 5, está relacionados as propriedades das Geomembranas fabricadas no Brasil.

**Tabela 5:** Valores médios de propriedades das Geomembrana fabricada no Brasil

<b>Geomembrana PEAD (Polietileno de alta densidade)</b>		
<b>Espessura</b>	2,5 mm	
<b>Resistencia a Tração (MPA)</b>	<b>Long.</b>	18
	<b>Transv.</b>	20
<b>Resistência a rasgos (N)</b>	<b>Long.</b>	338
	<b>Transv.</b>	344
<b>Punção (N)</b>	911	
<b>Tensão de escoamento</b>	Para cerca de 17% de deformação = relativamente rígida	
<b>Grau requerido de sobrevivencia à instalação</b>	<b>Alto</b>	67
<b>Resistência Química &lt;= 70°</b>	Hidrocarbonos asfálticos, Hidrocarbonos aromáticos, Solventes Clorados, Solventes oxigenados, Solventes de petróleo bruto, Álcoois, Ácidos orgânicos, Ácidos inorgânicos, Bases orgânicos, Bases inorgânicos, Metais pesados , Sais	
<b>Vantagens</b>	Resistência a soldas, resistência mecânica, bom desempenho a baixas temperaturas.	
<b>Desvantagens</b>	Formação de Rugas: difícil conformação ao subleito, sujeito á <i>stress cracking</i>	

Fonte: Autor adaptado de (Vertematti, 2015, pp – 457-493).

## Considerações Finais

Este Relatório técnico reuniu e organizou informações correlatas da contaminação oriunda dos postos de combustíveis, legislações e normas pertinentes a construção dos postos. Apontou informações extraídas do cadastro de áreas contaminadas da Agência CETESB – Pinheiros, gerando dados quantitativos quantos as áreas contaminadas vistoriadas pela agência.

Diante dos dados levantados, observa-se o aprimoramento das ações punitivas, tratando-se do gerenciamento de áreas contaminadas (GAC), principalmente no Estado de São Paulo, por meio da aplicação de leis e multas, fazendo-se cumprir as normas que qualificam o empreendimento ao licenciamento ambiental. Essas ações exigem o empenho das empresas, no que se refere à mão de obra especializada, conhecimento e aplicação dos planos de intervenção. Contudo, a aplicação desses métodos, por diversos fatores, inclusive a onerosidade, podem



limitar a adoção dos mesmos; portanto, prejudicando as futuras projeções sobre a minimização de áreas contaminadas.

Assim, partindo-se do pressuposto que haja o interesse não somente em mitigar o número de áreas contaminadas, mas também de prevenir novas ocorrências pela construção de futuras instalações ou reformas, verifica-se que para alguns casos, seja necessário o emprego de medidas menos dispendiosas e com igual eficiência. Nesse sentido, a engenharia civil pode contribuir com o processo de prevenção da contaminação do solo por posto de combustível, principalmente na fase construtiva, na qual podem ocorrer falhas, pela negligência às normativas ou também com a pós contaminação, no processo de remediação.

Dessa forma, indica-se a utilização da geomembrana como garantia à prevenção, por ser tratar de um produto de baixa permeabilidade, que possibilita o seu emprego em obras de construção civil, na fase de impermeabilização dos solos, em áreas que correspondem aos postos de combustíveis, tanto durante o período das novas instalações, quanto em reformas ou remoções de tanques e tubulações antigos.

O intuito é prevenir, para que futuros vazamentos não migrem para o solo, como medida de proteção ambiental, assim limitando a percolação de fluidos devido às suas características de resistência químicas e mecânicas da geomembrana.

## Referências

- Amaral, F.G., Gloeden, G., Moraes, E.B & Saito, J.Y. (2017). Texto explicativo: Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo, Diretoria de Controle de Licenciamento Ambiental, São Paulo. Recuperado em 11 junho, 2018 de <http://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/01/Texto-explicativo.pdf>
- Amicci, A.G.N (2010). *O impacto da resolução CONAMA 273/00 na gestão das áreas contaminadas por postos de combustíveis do Estado de São Paulo*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado em 13 abril, 2018 de 10.11606/D.90.2010.tde-14062011-150355
- Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS). Educação – *Águas subterrâneas, o que são?* [2001]. Recuperado em 13 abril, 2018, de <http://www.abas.org/educacao.php>
- Associação dos Engenheiros da Sabesp (2013). *A importância do Gerenciamento de Áreas Contaminadas na proteção das águas subterrâneas*. Recuperado em 13, abril, 2018, de [http://www.aesabesp.org.br/arquivos/palestra\\_gac\\_parte\\_1-mateus\\_simonato-19dez2013.pdf](http://www.aesabesp.org.br/arquivos/palestra_gac_parte_1-mateus_simonato-19dez2013.pdf)
- Biancolino, C. A., Kniess, C. T., Maccari, E. A., & Rabechini Jr., R. (2012). Protocolo para Elaboração de Relatos de Produção Técnica. (2), 294-307.
- Brown H. M. (1979). Love Canal and the Poisoning of America, *The Atlantic Monthly Group*. Recuperado em 12 maio, 2018, de <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1979/12/love-canal-and-the-poisoning-of-america/376297/>
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2017). *Sistema de Licenciamento de Postos I - Procedimento para Licenciamento Ambiental de Postos e Sistemas Retalhistas de Combustíveis*. cód.: S694V03. Recuperado em 13 abril, 2018, de <http://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/arquivos/S694.pdf>
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2018). *Sistema de Licenciamento de Postos II - Quadros de Exigências para o Licenciamento Ambiental de Postos e Sistemas Retalhistas de Combustíveis*. cód.: S695V04. Recuperado em 13 abril, 2018, de <http://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/arquivos/S695.pdf>



- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2018). Investigação em postos, *Emergências Químicas*. Recuperado em 20 maio, 2018, de <http://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/postos-de-combustiveis/atendimento-emergencial-postos-de-combustiveis/investigacao-em-postos/>
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 273, de 29 de novembro de 2000. (2000) *Que estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição*. Recuperado em 10 junho, 2018, de [http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2000\\_273.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2000_273.pdf)
- Costa, T.T (2012). *Avaliação da vulnerabilidade de aquíferos por meio de análise de vazamentos de postos de combustível*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto, MG, Brasil. Recuperado em 13 maio, 2018, de [http://www.nugeo.com.br/uploads/nugeo\\_2014/teses/arquivos/dissertacao-avaliacaovulnerabilidadeaquiferos.pdf](http://www.nugeo.com.br/uploads/nugeo_2014/teses/arquivos/dissertacao-avaliacaovulnerabilidadeaquiferos.pdf)
- Cooper, D.R. & Schindler, P.S. (2004). Processo de Pesquisa. In Silveira, T.(Ed). *Método de Pesquisa em Administração*. (7 ed., cap. 3, pp 66-88 ). Porto Alegre. Bookman.
- Decreto n. 59263, de 5 de julho de 2013(2013). Regulamenta Lei n. 13577, de 8 de julho de 2009, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá providências correlatas. Recuperado em 13 maio, 2018, de <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59263-05.06.2013.html>
- Folha Vitória (2013, Julho). Tanques de combustível: um lixo que requer cuidados para lá de especiais, *Folha Vitória*, geral. Recuperado em 20 de maio, 2018, de <http://www.folhavitoria.com.br/geral/noticia/2013/07/tanques-de-combustivel-um-lixo-que-requer-cuidados-para-la-de-especiais.html>
- Gouveia, J.L.N., & Nardocci, A.C. (2007). Acidentes em postos e sistemas retalhistas de combustíveis: subsídios para a vigilância em saúde ambiental, p. 319. Recuperado em 15 abril, 2018, de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522007000300011&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522007000300011&lang=pt)
- Hair Jr., J. F., Babin, B., Money, A. H., & Samouel, P. (2007). Fundamentos do Plano de Pesquisa. In Manssour A.B.B. (Ed.). *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. (cap. 2, pp. 84). Porto Alegre: Bookman.
- Lima, R.M.S (2010). *Avaliação de Risco à Saúde Humana Decorrentes da Contaminação da Água Subterrânea por BTEX Provenientes de postos de revenda de combustíveis em Manaus*. AM, Brasil.
- Lino, J.S., & Aquino, A.R. (2017). *Análise da evolução das áreas contaminadas No Município De São Paulo*. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande, MS, Brasil, Recuperado em 25 abril, 2018, de <http://repositorio.ipen.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/28596/24437.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marques, C.E.B Pugas, C.G.S., Silva, F.F., & Macedo, H.A.M. (2003). *O Licenciamento Ambiental dos postos de revenda varejista de combustíveis de Goiânia – Goiânia- Go*. Recuperado em 11 junho, 2018, de <http://docplayer.com.br/5492871-O-licenciamento-ambiental-dos-postos-de-revenda-varejista-de-combustiveis-de-goiania.html>  
<<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/O%20LICENCIAMENTO%20AMBIENTAL%20DE%20POSTOS%20DE%20REVENDA%20VAREJISTA.pdf>>. Acesso em: 01 de nov. de 2017.
- Moraes, S.L., Teixeira, C.E. & Maximiano, A.S. (2014). Guia de elaboração de planos de intervenção para o gerenciamento de áreas contaminadas. (1). ed. IPT. São Paulo. (pp. v-



- vi). Recuperado em 09 junho, 2018, de [Guia\\_Gerenciamento\\_de\\_Areas\\_Contaminadas\\_\\_1a\\_edicao\\_revisada%20\(2\).pdf](#)
- Mattos, A.S, Jr. & Maia, T.Q (2017). *Solo Contaminado por Combustíveis*, XIX Congresso Brasileiro De Engenharia De Avaliações E Perícia. Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Recuperado em 12 maio, 2018, de <https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/038.pdf>
- Norma Brasileira 12236 de 30 de mar de 1994. *Critérios de projeto, montagem e operação de postos de gás combustível comprimido*. Recuperado em 20 maio, 2018, de <https://pt.scribd.com/document/48759209/NBR-12236-1994-Criterios-De-Projeto-Montagem-E-Operacao-De-Postos-De-Gas-Combustivel-Comprimido>
- Norma Brasileira 13781 de 30 de Julho de 2001. *Manuseio e Instalação de Tanque subterrâneo de Combustíveis*. Recuperado em 02 abril, 2018, de <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABAgMAB/nbr-13781-2001-posto-servico-manuseio-instalacao-tanque-subterraneo-combustiveis>
- Norma Brasileira 13783 de 30 de Julho de 2004. *Instalação de Tanques Subterrâneos*. Recuperado em 02 abril, 2018, de <http://docs11.minhateca.com.br/413148908,BR,0,0,NBR-13783---2001---Instala%C3%A7%C3%A3o-De-Tanque-Subterr%C3%A2neo.pdf>
- Norma Brasileira 13784 de 30 de mar de 1997. *Detecção de vazamento em postos de serviço*. Recuperado em 02 abril, 2018, de <https://www.brasilpostos.com.br/wp-content/uploads/2015/02/NBR-13784.pdf?f59cc2>
- Norma Brasileira 13895 de 30 de junho de 1997. *Construção de poços de monitoramento e amostragem*. Recuperado em 02 abril, 2018, de <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13.895-Construc%C3%A3o-de-po%C3%A7os-de-monitoramento-e-amostragem.pdf>
- Pena, R.F.A. (n.d). *Solo*. Brasil Escola. Recuperado em 13, abril, 2018, de <http://brasilecola.uol.com.br/geografia/o-solo.htm>
- Pott, C.M., & Estrela, C.C., (2017). Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento, Recuperado em 12 de maio, 2018, de <http://www.scielo.br/pdf/ea/v31n89/0103-4014-ea-31-89-0271.pdf>
- Resolução n. 38 da Secretaria Especial do Meio Ambiente de julho de 2009* (2009). Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e critérios para Postos de combustíveis e/ou Sistemas Retalhistas de Combustíveis e dá outras providências. Recuperado em 13abril, 2018, de [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/RESO\\_LUCOES/RESOLUCAO\\_38\\_POSTOS\\_DE\\_COMBUSTIVEIS.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESO_LUCOES/RESOLUCAO_38_POSTOS_DE_COMBUSTIVEIS.pdf)
- Resolução n. 273 do Conselho Nacional do Meio Ambiente de 29 de novembro de 2000*(2000). Publicada no DOU n. 5, de 8 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 20-23, que estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Recuperado em 13 abril, 2018, de <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>
- Rodrigues, G.M.A. (2015). *Atividade de armazenamento e distribuição de combustível nos centros urbanos: os postos de combustíveis e a saúde pública*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado em 13 maio, 2018, de [www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-29102015-085415/publico/GabrielaMariaArantesRodrigues.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-29102015-085415/publico/GabrielaMariaArantesRodrigues.pdf)
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente (2016). *Palestra sobre Legislação, Fiscalização e Certificação de Posto de Serviço*. São Luís do Maranhão. Retirado em 13 maio, 2018 de <http://www.abieps.com.br/wp-content/uploads/2017/01/SEMMAM.pdf>



- Skaf, P. (2014). *Áreas Contaminadas Informações Básicas* [Apostila Departamento De Meio Ambiente]. São Paulo. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP. Recuperado de 13 abril, 2018, de <http://www.ciesp.com.br/wp-content/uploads/2014/12/areas-contaminadas-informacoes-basicas.pdf>
- Moraes, S.L., Teixeira, C.E., & Maximiano, A.M.S, (2014). Gerenciamento de áreas contaminadas. Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT). (vol. 1, 1 ed.). Recuperado em 12 maio, 2018 de [www.ipt.br/download.php?filename=1159-Guia\\_Gerenciamento\\_de\\_Areas\\_Contaminadas\\_\\_1a\\_edicao\\_revisada.pdf](http://www.ipt.br/download.php?filename=1159-Guia_Gerenciamento_de_Areas_Contaminadas__1a_edicao_revisada.pdf)
- Vergara, S.C. (2006). Começando a definir a metodologia. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. (2 ed. Cap. 4, pp. 44-51). São Paulo. Atlas.
- Vertematti, J. C. (2015). *Manual Brasileiro de Geossintéticos* (2a ed.). Comitê Técnico de Geossintéticos CTG-ABINT. São Paulo, SP: Blucher.