

Perícia Ambiental em Postos Revendedores de Combustíveis

Afonso Aquino

Elenice Rachid da Silva

Fernando Altino

Gustavo Aveiro Lins

Josimar Ribeiro de Almeida

Patrícia Domingos

Perícia Ambiental em Postos Revendedores de Combustíveis

Afonso Aquino
Elenice Rachid da Silva
Fernando Altino
Gustavo Aveiro Lins
Josimar Ribeiro de Almeida
Patrícia Domingos

OUERJ - Rede Sirius UERJ
Rio de Janeiro
2016



Reitor
Ricardo Vieiralves de Castro

Vice-reitor
Paulo Roberto Volpato Dias

Sub-reitora de Graduação – SR1
Lená Medeiros de Menezes

Sub-reitora de Pós-graduação e Pesquisa – SR2
Monica da Costa Pereira Lavelle Heilbron

Sub-reitora de Extensão e Cultura – SR3
Regina Lúcia Monteiro Henriques

Diretora da Rede Sirius de Bibliotecas da UERJ
Rosangela Aguiar Salles

Normas e apoio técnico: Elir Ferrari (Rede Sirius)
Diagramação: Elir Ferrari (Rede Sirius) / Luiz Loureira (OUERJ)

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/NPROTEC

P441 Perícia ambiental em postos revendedores de combustíveis / Afonso Aquino ... [et al.]. - Rio de Janeiro : OUERJ : Rede Sirius UERJ, 2016. 75 p. : il. color. - (Biblioteca OUERJ)

ISBN 978-85-5676-010-4

1. Proteção ambiental. 2. Perícia (Exame técnico). 3. Postos de serviços. 4. Combustíveis. I. Aquino, Afonso. II. Série.

CDU 502:62-611

*Credenciado no Global Urban Observatory (GUO) do UM-HABITAT/Nações Unidas
Rua São Francisco Xavier, 524 – 3º andar, bloco F, sala 3034 Maracanã – Rio de Janeiro –
Brasil CEP: 20550-013 – Tel: (55) 21 2587 - 7478*



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-
NãoComercial 4.0 Internacional.

CONSELHO EDITORIAL

Josimar Ribeiro de Almeida (UERJ)
 Rachid Saab (UERJ)
 Fernando Rodrigues Altino (UERJ)
 Oscar Rocha Barbosa (UERJ)
 Thereza Camello (UERJ)
 Júlio Nichioka (UERJ)
 Manoel Rodrigues (OUERJ)

CONSELHO EXECUTIVO

Bárbara Doukay (CEBIO)
 Gustavo Lins (SEE/CEDERJ)
 Jackeline Bahe (ETFCS)
 Pierre Morlin (PETROBRAS)
 Carlos Eduardo Silva (Esc. Sustentável)
 Ricardo Fontenel (OGX)
 Nilo Koschek (INPA)

CONSELHO CONSULTIVO

Afonso Aquino (IPEN)
 César Honorato (UFF)
 Guido Ferolla (FGV)
 Eduardo Felga (UFPr)
 Laís Alencar de Aguiar (CNEN)
 Cláudio Ivanoff (UERJ)
 Carla Madureira (UFRJ)
 Iene Chiristie Figueiredo (UFRJ)
 Ana Silvia Santos (UFJF)
 Messias Silva (USP)
 Paulo Sérgio Soares (CETEM)
 Elcio Casimiro (UFES)
 Flávia Schenatto (CNEN)
 Ricardo Fermam (INMETRO)
 Luiz Gonzaga Costa (UFRuPa)
 Pauli Garcia Almada (UFF)
 Roberto Carvalho (UNESP)
 Nivar Gobbi (UNESP)
 Nedda Mizuguchi (UFRuRJ)
 Roberto de Xerez (UFRuRJ)

Figura 1. Processos de migração dos compostos NAPL no solo e águas subterrâneas em decorrência de vazamentos	12
Figura 2. Equipamentos e sistemas de um posto de abastecimento de combustível. Adequação ambiental dos postos de revenda de combustíveis	13
Figura 3. Estrutura de um tanque de armazenamento de combustíveis	14
Figura 4. Divisão Territorial de Belo Horizonte em regionais.....	19
Figura 5. Aspectos Geomorfológicos do Município de Belo Horizonte.....	21
Figura 6. Foto de satélite com a localização do Posto X e as características do seu entorno.....	23
Figura 7. Perfil litológico dos furos.....	26
Figura 8. Potencial Hidráulico	30
Figura 9. Imagem de satélite evidenciando a área objeto de estudo	39
Figura 10 e 11. Separador de água de óleo	50
Figura 12 e 13. Canaletas e conjunto de separador de água de óleo.....	51
Figura 14 e 15. Vazamento de óleo combustível do bico da mangueira de abastecimento	52
Figura 16. Fissura no pavimento	61
Figura 17. Armazenamento inadequado de resíduos.....	61
Figura 18. Ausência da porta do compressor de ar.....	62
Figura 19. Não funcionamento das caixas separadoras de água e óleo.....	63
Figura 20. Utilização de recipientes inadequados e sem rotulagem de identificação de produtos químicos	63
Figura 21. Fiação exposta do quadro de comando elétrico do equipamento de lavação	63
Figura 22. Porta danificada da sala de condicionamento de gás natural.....	64

Tabela 1. Poços de monitoramento e propriedades utilizadas nos ensaios de rebaixamento (ABGE 1996)	28
Tabela 2. Valores da condutividade hidráulica obtidos através de ensaios de infiltração	28
Tabela 3. Resultados obtidos das medições de VOC no solo	33
Tabela 4. Resultados das análises químicas do solo amostrado	34
Tabela 5. Resultados das análises químicas das águas subterrâneas.....	35
Tabela 6. Parâmetros físicos obtidos nas amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento do Posto 1	36
Tabela 7. Árvore de Análise de Acidentes	43
Tabela 8. Classificação de Estruturas	54
Tabela 9. Árvore de Análise de Acidente.....	67

A BIBLIOTECA OUERJ é composta por diversos volumes em diferentes áreas temáticas. Representa o trabalho de Pesquisa, Magistério, Consultoria, Extensão e Auditoria de inúmeros profissionais de diversas instituições nacionais e internacionais.

O objetivo da BIBLIOTECA OUERJ é ser útil como instrumentação e base epistemológica dos Graduandos, Pós-Graduandos e profissionais das áreas pertinentes aos temas publicados.

Por ser um material didático público poderá ter uso público especialmente para treinamento, formação acadêmica e extensionista de alunos e profissionais.

Evidentemente que cada caso da BIBLIOTECA OUERJ deve ser encarada dentro de um contexto a que foi inicialmente proposto. Especialmente deve-se levar em conta as limitações vigentes do estado da arte, das circunstâncias e da finalidade inicial a que foi proposta. As derivações e extrapolações podem ser adotadas desde que não se deixe de vislumbrar sempre, estes limites de escopo inicial que norteou estes trabalhos.

Nós do OUERJ, agradecemos especialmente aos autores, a todos os profissionais que compõem os Conselhos Editoriais, Executivos e Consultivo do OUERJ. Agradecimento especial a REDE SIRIÚS e a Pro Reitoria de Extensão e Cultura da UERJ que possibilita esta publicação

O volume **Perícia Ambiental em Postos Revendedores de Combustíveis**, trata de casos didáticos de Perícia Ambiental em diferentes cidades do Brasil. A metodologia adotada é clássica e pode ser usada pelos leitores que pratiquem ou tenham intenção em praticar Perícia Ambiental.

PREFÁCIO.....	8
INTRODUÇÃO	10
PERÍCIA AMBIENTAL REFERENTE À CONTAMINAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO E SOLO COM COMBUSTÍVEL FÓSSIL	17
1.. Metodologia	18
RELATÓRIO DE PERÍCIA AMBIENTAL DE POSTO DE SERVIÇOS	38
1.. Metodologia	38
2.. Resultados.....	44
3.. Conclusão.....	45
4.. Questionário Técnico.....	45
RELATÓRIO TÉCNICO REFERENTE A VAZAMENTO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO AUTO POSTO XY LTDA. (nome fictício)	47
1.. Lide	47
2.. Objetivo	47
3.. Condições e Limitações	47
4.. Metodologia	49
5.. Resultados.....	53
6.. Conclusão.....	54
LAUDO PERICIAL DO POSTO ZY LTDA (nome fictício).....	56
1.. Lide	56
2.. Objetivo	56
3.. Condições e limitações	56
4.. Metodologia	58
5.. Resultados.....	66
6.. Conclusão.....	66
REFERÊNCIAS	69
SOBRE OS AUTORES.....	73

Prefácio

Em outubro de 2015, a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP divulgou que no Brasil existem 40.541 revendedores varejistas de combustíveis líquidos e 236 revendedores de combustíveis para aviação. A possibilidade de vazamento em qualquer um desses milhares pontos de distribuição traz consigo o perigo de incêndio e/ou explosão, e de disseminação de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), compostos químicos considerados extremamente tóxicos. Esse conjunto de perigos representa um risco à segurança das propriedades e das pessoas, à saúde pública e dos ecossistemas vizinhos e ao desenvolvimento urbano. Por isso, desde os anos 1980, os órgãos ambientais têm demonstrado uma preocupação crescente com os vazamentos de combustível e suas consequências.

Hoje, já se conhece as principais causas dessas ocorrências, que são: derramamentos superficiais constantes e sucessivos junto às bombas e bocais durante a operação de abastecimento e consequente infiltração nas rachaduras do piso; vazamentos na bomba de abastecimento, no sistema ou no tanque; falhas estruturais ou das tubulações subterrâneas;

instalação inadequada. As faltas de manutenção e de proteção contra corrosão favorecem e amplificam essas possibilidades.

A remediação de uma área contaminada com combustíveis é tecnicamente complexa, implica em significativos custos econômicos e financeiros e, além disso, demanda muito tempo na sua execução. Assim, dependendo da extensão dos danos ocasionados por um vazamento, esse conjunto de dificuldades leva à inviabilização do negócio. Por isso, conhecer a extensão de um dano ambiental ocorrido em um posto de distribuição de combustível é estrategicamente necessário, não importando o aspecto pelo qual seja apreciado.

Considerando que um empreendimento para ser sustentável deve ser ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável, e diante dos fatos anteriormente apresentados, fica fácil entender a relevância de um livro que aborde o tema Perícia Ambiental em Postos Revendedores de Combustíveis.

Os Autores

O desenvolvimento de nossa sociedade urbana e industrial ocorreu de maneira desordenada, sem limites, planejamento, normas ou regulamentos específicos de proteção ambiental, à custa de elevados níveis de poluição e degradação ambiental, causando significativos impactos negativos, comprometendo a qualidade do ambiente o qual nossa sociedade encontra-se inserida (BRAGA, et al., 2009).

Neste contexto, tendo como base a dependência da nossa sociedade por combustíveis fósseis derivados do petróleo, sobretudo para a produção de combustíveis para veículos automotores, os postos de abastecimento de combustíveis compõem uma significativa parcela de empreendimentos instalados nos centros urbanos, representando também uma potencial fonte de impactos ambientais, principalmente os decorrentes de vazamentos de combustíveis e derivados nos solos e águas subterrâneas (RODRIGUES & LOUREIRO, 2002).

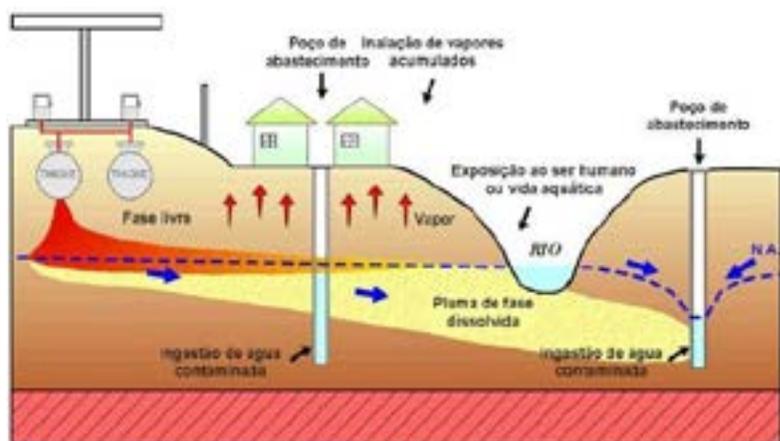
Segundo o SRD-PR - Sistema de Registro de Documentos dos Postos Revendedores existem cerca de 40 mil postos de combustíveis atuantes no Brasil.

A gestão atual de grande parte dos postos de abastecimento de combustíveis tem fornecido diversos outros serviços além do abastecimento de veículos, como a troca de óleos e lubrificantes, manutenções em certos utensílios veiculares, lavagem de veículos, bem como os serviços oferecidos pelas lojas de conveniências, sendo tais serviços responsáveis pela geração de diversos passivos ambientais para os estabelecimentos produtores, através da geração de resíduos sólidos e líquidos com distintas classificações.

O fato é que quando dispostos indevidamente no solo, os produtos derivados do petróleo caracterizam-se por formarem uma fase imiscível com a água, conhecida como NAPL (non-aqueous phase liquids), que obtêm certas peculiaridades em relação ao transporte, interações com o solo e águas subterrâneas (SCHMIDT, 2010).

Uma vez liberados, os compostos NAPL irão migrar para baixo por forças da gravidade e, uma vez que as forças de capilaridade do lençol freático são atingidas, os compostos NAPL movem-se lateralmente como uma camada contínua acima do nível d'água, flutuando sobre o lençol freático, formando uma pluma (EPA, w 1995), como ilustra a Figura 1.

Figura 1. Processos de migração dos compostos NAPL no solo e águas subterrâneas em decorrência de vazamentos



Fonte: ABIEPS, 2012

De acordo com a Resolução CONAMA 273, de 29 de novembro de 2000 (BRASIL, 2000), que dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços, os postos revendedores de combustíveis são definidos como instalações onde ocorre a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados do petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos, dispendo de equipamentos e sistemas capazes de armazenamento e medição.

Os postos de abastecimento de combustíveis são formados por uma série de equipamentos e sistemas, os quais devem seguir as determinações de diversas Normas Brasileiras Regulamentadoras – NBR, da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2. Equipamentos e sistemas de um posto de abastecimento de combustível. Adequação ambiental dos postos de revenda de combustíveis.



Fonte: Google Image

Dentre os equipamentos existentes em um posto de abastecimento de combustíveis, os tanques exigem atenção especial por serem as estruturas responsáveis pelo armazenamento dos combustíveis líquidos - substâncias com alto potencial de dano aos seres humanos - utilizados durante décadas sem garantias de segurança contra vazamentos (GARCEZ, 2004).

Hoje, os órgãos ambientais competentes exigem tanques mais seguros em relação a vazamentos. A estrutura possui um tanque primário, que deve ser fabricado em chapa de aço carbono, bem como um tanque secundário: laminado em resina poliéster e reforçado com fibra de vidro, denominados tanques jaquetados.

A Figura 3 ilustra as estruturas de um tanque de armazenamento de combustíveis, contendo tanques primário e secundário.

Figura 3. Estrutura de um tanque de armazenamento de combustíveis.



Fonte: Google Image

Portanto, se considerarmos que os postos de abastecimento de combustíveis constituem uma significativa fonte de poluição, não somente através da contaminação de solos e águas subterrâneas, mas também com a exalação de vapores tóxicos e a produção de diversos resíduos sólidos, a realização de uma pesquisa referente às condicionantes legais de regulamentação ambiental dos postos de abastecimento de combustíveis é de suma importância para a realização de perícias ambientais criminais no setor.

Logo, a Perícia Ambiental é uma importante ferramenta para avaliar os danos ambientais, causados por ação de pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado. Ela trabalha com três variáveis que provocam a degradação da qualidade ambiental:

- Dano (ameaça ou ocorrido): caracterizar, mensurar, valorar;
- Atividade lesiva: caracterizar, verificar enquadramento legal;
- Nexa causal: identificar se existe lógica entre o dano e a atividade do réu.

Em geral, os principais problemas ambientais que afetam o Brasil são:

- a. Desmatamento, que acarreta perda de biodiversidade;
- b. Erosão devido a desmatamento e manejo inadequado do solo na agricultura e pecuária;
- c. Poluição das águas e solos devido à falta de saneamento básico nas áreas urbanas e rurais;
- d. Falta de políticas de gestão de resíduos sólidos nas áreas urbanas, gerando “lixões” e depósitos irregulares de lixo;
- e. Poluição industrial.

É imprescindível que a Perícia Ambiental seja realizada de modo a identificar o problema e fazer uma avaliação correta dos danos ambientais, pois a necessidade ou não da reparação irá depender do seu resultado.

Ao fazer uma perícia ambiental, o perito deve seguir alguns procedimentos técnicos na sua execução:

1. Leitura completa dos autos do processo

Preparação para vistoria: análise para quitação, identificação dos assistentes técnicos das partes, solicitação de informações, documentos e etc., marcação de data e hora para vistoria ao local da perícia.

2. Levantamentos preliminares

Estudar legislação ambiental específica, levantar informações sobre parâmetros a serem cumpridos, preparar fichas de campo para auxiliar na vistoria local.

3. Vistoria no local

Localização e descrição física do local, caracterização da área do entorno, descrição das atividades envolvidas apontando as constatações, verificação do horário em que as atividades são desenvolvidas e número de funcionários, estimativa de pessoas direta e indiretamente afetadas pelo fato, medição e coleta de amostra para análise, registro fotográfico e confecção de croquis.



Perícia ambiental referente à contaminação do lençol freático e solo com combustível fóssil

O objetivo deste capítulo é mostrar a realização de uma perícia ambiental na perspectiva de identificar os possíveis vazamentos de combustíveis e outros produtos das atividades realizadas em um posto de combustível que possam resultar em contaminações no solo e lençol freático das áreas circunvizinhas do estabelecimento.

Para o levantamento de informações e dados iniciais, é preciso que a equipe de peritos, no momento da vistoria avalie os documentos do empreendimento pertinentes aos aspectos ambientais tais como: Licenças Ambientais, o RCA / PCA – Relatório de Controle Ambiental / Plano de Controle ambiental, Alvará de Localização e Registro da ANP – Agência Nacional do Petróleo, a legislação local.

Tendo em vista a necessidade de se obter confiabilidade dos documentos, a vistoria deve ser acompanhada pelo responsável pelo empreendimento. Todos os documentos analisados devem ser originais e devem ser analisados juntamente com os seus anexos e condicionantes. As análises de solo e água devem ser realizadas por laboratórios certificados e as metodologias de análises baseadas em normas técnicas validadas.

Os vizinhos que prestarem informações devem apresentaram documentos de identidade, comprovaram seus domicílios, bem como os funcionários apresentaram a identidade funcional.

1. Metodologia

1.1 Fases de Investigação

1.1.1 Diagnose

Nesta fase é importante que a localização e o local periciado sejam definidos. Como exemplo vamos utilizar um posto de combustível localizado em Belo Horizonte:

O posto X, está localizado no município de Belo Horizonte que possui uma área de 335 km², sendo delimitado pelas latitudes 19° 46' 35" e 20° 03' 34" sul e pelas longitudes 43° 51' 47" e 44° 03' 47" oeste, possuindo uma população de 2.016.253 habitantes (IBGE, 1991) que se espalham por 9 regionais administrativas como pode ser observado na Figura 4.

Atualmente, a região Centro-Sul é caracterizada como um centro metropolitano com enorme diversidade de serviços institucionais, culturais e financeiros. São características dessa região: a verticalidade, a concentração de atividades econômicas e o alto padrão de ocupação.

Com prédios e construções de diferentes estilos arquitetônicos, a região Centro-Sul reúne e concilia uma série de funções políticas, administrativas, sociais, culturais e econômicas. Além do centro tradicional, abriga também bairros residenciais e a Savassi, que constituiu-se como um espaço alternativo consolidado, ocupado por variados pontos comerciais e culturais, com muitas lojas, bares, boates e restaurantes.

Segundo dados do Censo Demográfico de 2000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a região Centro - Sul de Belo Horizonte possui uma população de 260.524 habitantes, sendo 143.801 mulheres e 116.723 homens.

Figura 4. Divisão Territorial de Belo Horizonte em regionais



O território do município de Belo Horizonte exibe excepcional variedade do ponto de vista de sua constituição geológica e conseqüentemente uma ampla diversidade de aspectos fisionômicos ou geomorfológicos. A esta diversidade de constituição e de cenários corresponde igualmente uma diversidade de comportamentos do terreno em face da intervenção humana e também uma diversidade em relação à riqueza mineral associada.

Quanto à geologia do município, temos em Belo Horizonte, aproximadamente 70% do seu território, principalmente a parte norte

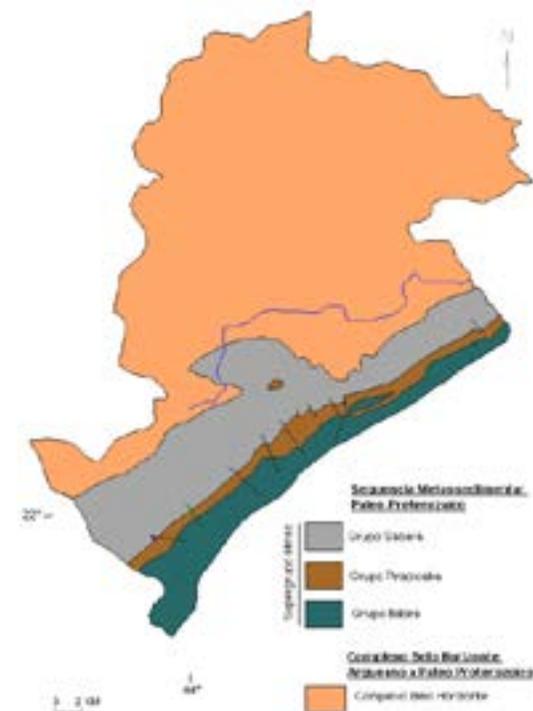
da calha do Ribeirão Arrudas, sobre o Domínio do Complexo Belo Horizonte, onde predominam as rochas gnáissico-migmatíticas. Existe nas formações superficiais um solo que apresenta espessura e evolução pedológica variadas, além de depósitos aluvionares associados aos principais cursos d'água.

A Geomorfologia do Domínio do Complexo Belo Horizonte está dentro da unidade Depressão de Belo Horizonte. Possui um relevo caracterizado por espigões, colinas de topo plano a arqueado e encostas policonvexas de declividades variadas nos flancos dessas feições e nas transições

Sua Geomorfologia é parte integrante do Quadrilátero Ferrífero, tendo sua fisiografia serrana estreitamente ligada a uma relação entre os atributos geológicos (litologia + estrutura) e as formas de relevo. As camadas de itabirito da Formação Cauê, protegidas da erosão pelo seu laterito, formam a crista e a parte superior da escarpa sub-vertical da serra do Curral, possuindo altitudes que podem chegar a 1500m. Em seus dois terços inferiores a serra é predominada por dolomitos e filitos dolomíticos da Formação Gandarela - rochas menos resistentes ao intemperismo - originando áreas mais aplainadas com espessa cobertura laterítica.

Na área ao sul da calha do Ribeirão Arrudas, região centro-sul onde se encontra o objeto deste estudo, temos o Domínio das Sequências Metassedimentares, tendo como suas mais notáveis características à diversidade litológica e o relevo acidentado principalmente na calha da Serra do Curral que abarca uma sucessão de camadas de rochas de composição variada, representadas por itabiritos, dolomitos, quartzito, filitos e xistos diversos, conforme Figura 5.

Figura 5. Aspectos Geomorfológicos do Município de Belo Horizonte



O Posto X, estabelecido na Av. X, n.º X bairro - Funcionários Região Centro - Sul de Belo – Belo Horizonte / MG. A região Centro - Sul está localizada na bacia do ribeirão Arrudas e seus principais afluentes são o córrego do Leitão e o córrego da Serra. Possui uma variação altimétrica que vai de 1.151 metros na serra do Curral decrescendo para 650 metros em direção à região central. Situa-se na depressão de Belo Horizonte, formada por rochas graníticas de embasamento cristalino, e mais a noroeste por filitos e quartzitos do quadrilátero ferrífero.

Na área de estudo foram identificados através dos poços realizados, sedimentos argilosos, areno-argilosos, arenosos e seixos inconsolidados, além de concreções lateríticas caracterizando coberturas aluvionares encaixadas de uma possível área de calha de vale, que fora recoberta com o avanço das construções residenciais e pavimentações das ruas no decorrer dos anos. Não sendo possível a identificação de afloramentos nas margens da avenida que comprovem a formação destes sedimentos argilosos e /ou arenosos de coloração vermelha a creme, que estão relacionados à Formação do Super Grupo Nova Lima.

A seguir apresenta-se o mapa de localização do empreendimento com a latitude e longitude de localização do empreendimento.

A investigação foi complementada por inventário fotográfico, análise documental, entrevistas de funcionários e vizinhos, determinação de pontos de coletas de amostras de solos e de água e contratação de laboratório para análise destas amostras. O inventário fotográfico encontra-se dividido em quatro partes:

- Parte 01 – avaliação de desempenho do ambiente construído.
- Parte 02 – panorâmicas.
- Parte 03 – equipamentos.
- Parte 04 – não conformidades.

Apresenta-se ainda uma foto de satélite que mostra a localização do Posto X bem como as características urbanas da área do entorno, de acordo com a Figura 6.

Figura 6. Foto de satélite com a localização do Posto X e as características do seu entorno.



Fonte: Google Maps

1.1.2 Exame Documental

A próxima etapa será a análise dos documentos solicitados.

Para o Laudo Pericial foram solicitados e analisados os documentos listados a seguir:

- Certificado nº 0659/2008 de Licença de Operação Corretiva do Conselho de Meio Ambiente de Belo Horizonte de 26 de junho de 2008.
- Anexo I da Resolução CONAMA 273, constante do RCA/PCA – Relatório de Controle Ambiental/Plano de Controle Ambiental (Anexo 02).

- Certificado de Posto Revendedor da ANP – Agência Nacional de Petróleo de 06 de janeiro de 2002.
- Certidão de Estimativa da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte de 08 de janeiro de 2008.
- Placa inaugural.
- Informações ao consumidor: Registro ANP. N. 0021587

1.1.3 Vistoria

Em vistoria realizada no posto, e nos limites considerados no item 2.1.1 foram verificados os equipamentos de operação e segurança, estrutura física, locais de armazenagem temporária de óleo e de resíduos sólidos, sistemas de drenagem do pátio de abastecimento e da área de lavagem de veículos, sistema separador de água e óleo, pontos de lançamento de águas servidas, evidências de derrames de combustíveis e de óleo e deficiências no sistema de impermeabilização nas áreas de manuseio destes produtos.

1.1.4 Dimensionamento Amostral

De acordo com o layout apresentado na figura 05, determinou-se os pontos de sondagem levando-se em consideração a topografia do terreno, determinando inicialmente 06 furos para a realização de sondagens no entorno do empreendimento a fim de caracterizar ou não contaminação do solo e águas subterrâneas bem como a caracterização do lençol freático

1.1.4.1 Sondagens

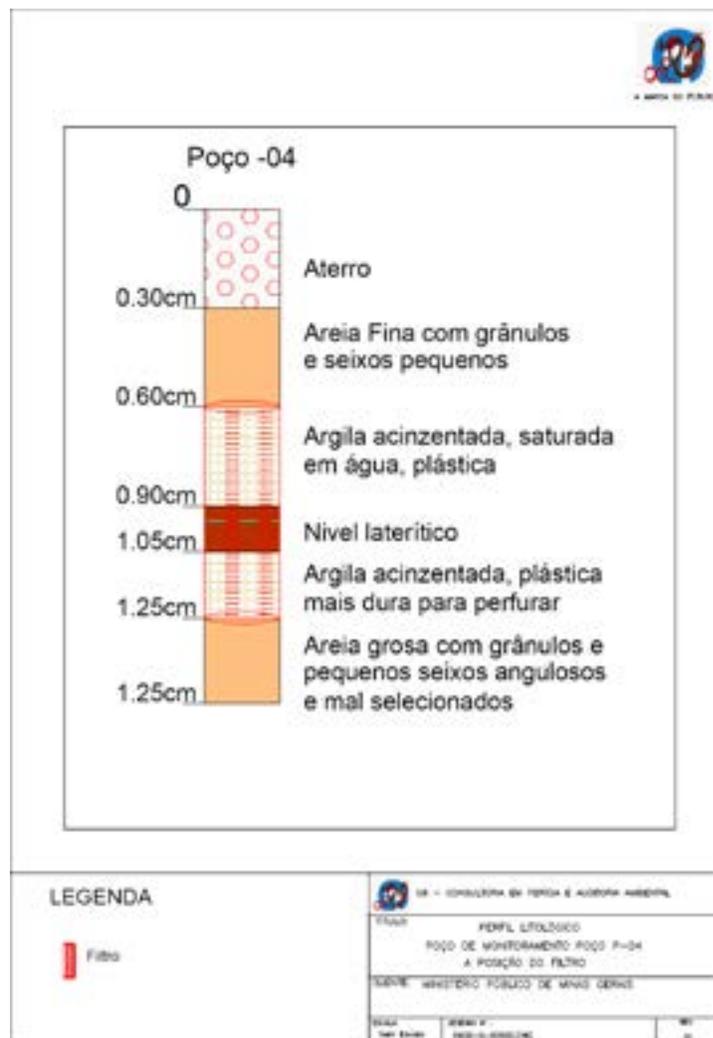
Foram realizadas 6 perfurações a trado mecânico posteriormente concluídas com uma sonda de 10” de diâmetro, de onde foram coletadas amostras de sedimentos a cada 0,50 centímetro, atravessado ou quando ocorreu mudança no material para a caracterização da hidrogeologia local.

Foram identificados, portanto, sedimentos argilosos com algum teor de areia, além de uma pequena laje laterítica e camadas de areia e areia argilosa com seixos quartzosos.

As argilas identificadas são de dois tipos, a primeira possui coloração vermelha amarelada, bastante variegada e a segunda apresenta coloração cinza escura, bastante liguenta, rica em matéria orgânica com odor característico.

As camadas arenosas apresentam granulometria fina a grossa, coloração branca a creme, sendo angulosas e mal selecionadas. As camadas de laterita possuem espessura entre 20 a 30 cm. O perfil litológico dos furos encontra-se ilustrado na Figura 7, que mostra o furo 04.

Figura 7. Perfil litológico dos furos.



1.1.4.2 Condutividade Hidráulica da Zona Vadosa

Durante a realização das sondagens para perfuração dos poços, foi observada uma alta permeabilidade dos sedimentos constituintes da zona não saturada; devido à rápida infiltração da água que alimentava a sonda. Por esse motivo foram realizados dois testes de infiltração utilizando a metodologia proposta pela ABGE (1996).

Os resultados obtidos através deste método foram comparados com os valores da condutividade hidráulica de sedimentos com as mesmas características granulométricas, uma vez que, quanto maior o valor desse parâmetro, mais rápida uma carga contaminante solúvel se espalhará na zona saturada.

Os testes de infiltração foram realizados nos locais dos poços de monitoramento 4 e 6, conforme aparece nas Tabelas 1 e 2.

De acordo com o método adotado, a condutividade hidráulica é obtida através da fórmula:

$$K = \frac{h}{t} \times \frac{d^2}{(8h_0 \times d_0L)}$$

Onde:

h = variação do nível d'água durante o ensaio;

t = tempo de duração do ensaio;

d = diâmetro da perfuração;

h₀ = distância do início do ensaio até a metade de L

L = comprimento do intervalo testado (1 m ≤ L ≤ 3 m)

Tabela 1. Poços de monitoramento e propriedades utilizadas nos ensaios de rebaixamento (ABGE 1996).

Poço	do	d1	L (cm)	h (cm)	t (seg)	ho (cm)
04	12,7	10,16	150	102	1980	92,5
06	12,7	10,16	150	149,1	2400	125

Tabela 2. Valores da condutividade hidráulica obtidos através de ensaios de infiltração.

Poço	K (cm/s)	K (m/dia)
P- 04	$1,66 \times 10^{-4}$	0,1434
P-06	$1,47 \times 10^{-4}$	0,127

De acordo com os valores obtidos para a condutividade hidráulica dos sedimentos que constituem a zona não saturada, entre 12,7 a 14,34 cm/dia, em um ponto onde a profundidade do nível estático encontra-se de 0,5 à 5 metros, por exemplo, uma carga contaminante levaria cerca de 34 a 39 dias para atingir a superfície piezométrica; ou seja, um intervalo de tempo relativamente curto.

No entanto, a velocidade do fluxo subterrâneo não pôde ser calculada uma vez que, não foi possível realizar um teste de bombeamento de longa duração devido à ausência de equipamento adequado.

Este fato impossibilitou a estimativa do tempo potencial de impacto sobre as águas subterrâneas, e portanto, de avaliar esse importante risco (Castro et al. 2012)

1.1.4.3 Sentido do Fluxo Subterrâneo

O sentido do fluxo subterrâneo é um dos parâmetros mais importantes na avaliação de risco de contaminação das águas subterrâneas, pois, juntamente com outras informações hidrogeológicas é indispensável no estudo da evolução de plumas de contaminação. Esse parâmetro pode ser obtido através do potencial hidráulico dos poços de monitoramento. Ainda ferramentas de geotecnologia são eficientes auxiliares para a determinação de perfis topográficos locais, colaborando na identificação e quantificação de riscos (Tancredi et al., 2012).

Obtido o valor do potencial hidráulico de cada poço, as linhas de fluxo devem seguir dos pontos de maior potencial para os de menor potencial. Como para o presente estudo não foi fornecida uma planta topográfica detalhada da região em estudo, sendo utilizados dados topográficos referentes a uma planta em escala 1:10.000 onde foram inseridos os valores do nível estático dos poços de monitoramento, e, a partir daí, manualmente foram inferidos setas com o sentido do fluxo subterrâneo.

Essa metodologia foi utilizada para visualizar o sentido do fluxo, no entanto, é nítido que o posto de abastecimento localiza-se em uma porção intermediária topograficamente entre a Av. Bernardo Monteiro com esquina da Rua Aimorés, como o sentido do fluxo se faz da área sudoeste para nordeste, para a área residencial circunvizinha, conforme mostra a Figura 8.

De acordo com os estudos realizados para a determinação do fluxo das águas subterrâneas observa-se que qualquer contaminação do lençol freático tende a levar os contaminantes em direção as residências e comércios e inclusive em direção ao Colégio Arnaldo, localizados a jusante do Posto X.

No caso de postos de combustíveis, é possível verificar nos testes de estanqueidade vazamentos nos tanques de armazenamento de combustível além de verificar se houve substituição de tanques de armazenamento de combustíveis em função do tempo de validade ou por suspeita de vazamento.

Um levantamento local pode mostrar a existência de pontos de contaminação do solo, como por exemplo piso com rachaduras, fissuras e permeabilidade.

1.2.2 Exames Laboratoriais

Amostras de solo e análise química da água do lençol freático devem ser realizados. Os resultados devem ser comparados com valores de referência, uma sugestão é utilizar os valores orientadores da CETESB para águas subterrâneas e solos contaminados por compostos orgânicos voláteis.

As amostras de água e solo devem ser enviadas aos laboratórios para serem analisados, principalmente, os seguintes parâmetros: composição e concentração de Compostos Orgânicos Voláteis, principalmente os BTXE (Benzeno, Tolueno, Xileno e Etilbenzeno). Alguns exemplos de resultados das análises encontram-se na Tabela 3.

As análises químicas das amostras de água para detecção de hidrocarbonetos podem ser realizadas através do método de Partição Gravimétrica, modificado por Macedo do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Tabela 3. Resultados obtidos das medições de VOC no solo.

SONDAGEM	PROFUNDIDADE (m)	VOC (ppm)	O ₂ (%)
PM-01	0,50	10	20,9
PM-02	0,50	380	20,6
	1,00	-	19,8
PM-03	0,50	1100	18,7
	1,00	1400	20,4
PM-04	0,50	1000	20,9
	1,00	1200	20,9
	1,50	1250	20,9
PM-05	0,50	700	20,9
	1,00	950	20,9
	1,50	1000	20,9
PM-06	1,00	800	20,9
	1,50	920	20,9

1.2.2.1 Resultados das análises químicas do Solo

Tabela 4. Resultados das análises químicas do solo amostrado

Ponto de amostragem Parâmetro	Am 01 [PM-01] (mg/kg)	Am 02 [PM-02] (mg/kg)	Am 03 [PM-03] (mg/kg)	Am 04 [PM-04] (mg/kg)	Am 05 [PM-05] (mg/kg)	Am 06 [PM-06] (mg/kg)	Valor Orientador CETESB para áreas residenciais (mg/kg)
Naftaleno	ND	80	225	200	190	185	60
Acenaftileno	ND	10	15	8	10	5	-
Acenafteno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Fluoreno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Fenantreno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Antraceno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Pireno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Fluoranteno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Criseno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[a]antraceno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranteno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[k]fluoranteno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[a]pireno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Indeno[1.2.3-cd]pireno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Dibenzo[ah]antraceno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[ghi]penileno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzeno	ND	1	5	30	25	20	1,5
Tolueno	ND	10	110	80	65	60	40
Etilbenzeno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Xileno (Total)	ND	4	15	65	55	52	6

*ND : Não Detectado

1.2.2.2 Resultados das análises químicas das Águas Subterrâneas

Tabela 5. Resultados das análises químicas das águas subterrâneas

Ponto de amostragem Parâmetro	Am 01 [PM-01] (ug/L)	Am 02 [PM-02] (ug/L)	Am 03 [PM-03] (ug/L)	Am 04 [PM-04] (ug/L)	Am 05 [PM-05] (ug/L)	Am 06 [PM-06] (ug/L)	Valor Orientador CETESB (intervenção) (ug/L)
Naftaleno	ND	5	350	300	300	300	100
Acenaftileno	ND	ND	60	40	35	30	-
Acenafteno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Fluoreno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Fenantreno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Antraceno	ND	ND	40	40	30	25	-
Pireno	ND	ND	50	50	40	40	-
Fluoranteno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Criseno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[a]antraceno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[b]fluoranteno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[k]fluoranteno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[a]pireno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Indeno[1.2.3-cd]pireno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Dibenzo[ah]antraceno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzo[ghi]penileno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Benzeno	ND	2	100	100	70	70	5
Tolueno	ND	10	450	400	370	300	170
Etilbenzeno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Xileno (Total)	ND	ND	350	330	310	300	300

*ND: Não Detectado

Tabela 6. Parâmetros físicos obtidos nas amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento do Posto 1.

Poço de Monitoramento	Toponímia	Temp. do ar (oC)	Temp. da água (oC)	Chuva nas últimas 24h	Aspecto da água	pH	C.E. (mS/cm)	N.E. (m)	OBS
P-01	Residência à Montante do posto	27,4	28,1	Sim	Limpo	5,72	46,4	1,22	Odor não perceptível
P-02	À Oeste do posto na Av. Bernardo Guimarães	29,9	28,9	Sim	Limpo	12,67	41,8	1,22	Odor de cimento
P-03	Área interna do posto próximo à Bomba	33	29,6	Sim	Turvo	6,54	62,3	1,35	Odor de combustível
P-04	Área externa do posto	33,7	30,6	Sim	Turvo	6,45	95,4	-	Odor de combustível
P-05	Gramado no canteiro Central	31,8	30,8	Sim	Turvo	5,72	187,5	-	Odor de combustível
P-06	À jusante do posto na Av. Bernardo Monteiro	32,4	32,8	Sim	Turvo	5,96	223,9	-	Odor de combustível

Observações sobre os valores mostrados:

Nos valores mostrados para os compostos BTXE (Benzeno, Tolueno, Xileno e Etilbenzeno), no caso das amostras de solo, foram observadas concentrações acima do estabelecido pelos Valores Orientadores para solos e águas subterrâneas (CETESB) nos seguintes pontos: PM-03; PM-04; PM-05; PM-06, conforme Tabela 4.

Para os compostos BTXE (Benzeno, Tolueno, Xileno e Etilbenzeno), no caso das amostras de água subterrânea, foram observadas concentrações acima do estabelecido pelos Valores Orientadores para solos e águas subterrâneas (CETESB) nos seguintes pontos: PM-03; PM-04; PM-05; PM-06, conforme Tabela 5.

Os dados referentes aos parâmetros físicos investigados durante a coleta como temperatura, pH e condutividade elétrica da água; temperatura do ar e profundidade do nível estático encontram-se na Tabela 6.

Devido ao caráter extremamente básico do pH da amostra coletada no piezômetro 2 e do odor característico de cimento decidiu-se descartar os dados provenientes desse poço, uma vez que, a qualidade de sua água deve ter sido comprometida durante o processo de cimentação do poço, devido a uma provável percolação de cimento através de seu filtro.

Conforme descrito na Tabela 06, os poços de monitoramento 3, 4, 5 e 6 apresentaram forte odor de combustível, enquanto que, nos demais não foi verificada essa característica, o que fortalece as evidências de contaminação por hidrocarbonetos.

1.2.3 Análise do Acidente

O Posto em estudo foi licenciado pela Secretaria Adjunta de Meio Ambiente de Belo Horizonte.

3

Relatório de perícia ambiental de posto de serviços

Neste exemplo verificaremos a ocorrência de vazamento de hidrocarbonetos derivados de petróleo e outros combustíveis ocasionado por um posto de combustíveis, cujo objetivo é efetuar a análise fenomenológica dos fatos que geraram a lide para contestação do nexo causal estabelecido pela parte autora.

Durante a vistoria para o levantamento das informações e dados, devem ser consultados documentos que estejam disponíveis no estabelecimento, além de entrevistar funcionários do posto e realizar o registro fotográfico para a etapa de diagnose.

1. Metodologia

Neste item são descritos os materiais e equipamentos e as metodologias de trabalho que podem ser empregadas durante as etapas de diagnose e diagnóstico.

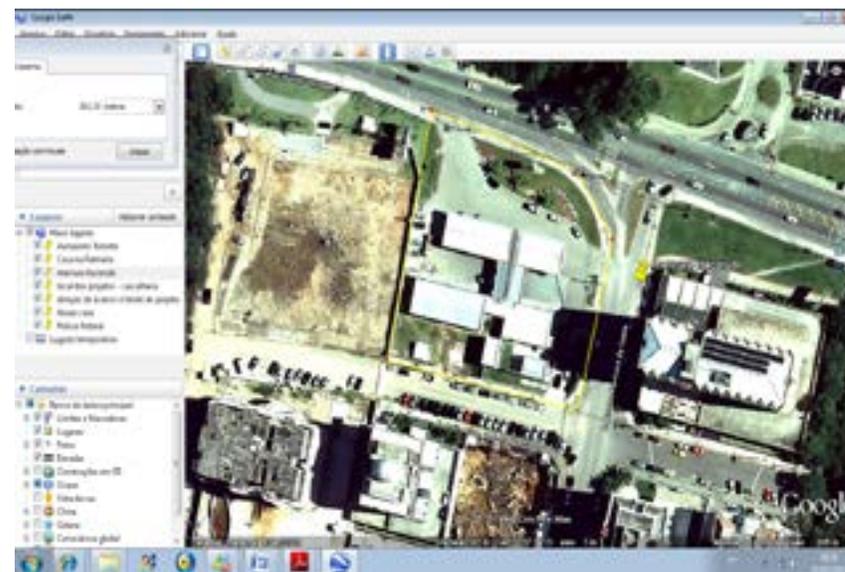
1.1 Fase de Investigação (Diligências)

Na etapa de investigação serão realizadas diligências com o intuito de coletar evidências que permitam a descrição do cenário em estudo e a realização da análise fenomenológica dos fatos que geraram a lide.

1.1.1 Diagnose

Na etapa de diagnose foi realizado um inventário fotográfico do objeto de estudo, sendo este, a área do Posto de Serviços em estudo e seu entorno. Essa área está inserida na Rodovia SC-X, nº xxx, bairro Itacorubi, município de Florianópolis, estado de Santa Catarina, conforme Figura 9.

Figura 9. Imagem de satélite evidenciando a área objeto de estudo.



Fonte: Google Maps

O registro fotográfico ocorreu durante vistorias in loco realizadas nos dias X e X de X de 2011. Esse registro fotográfico iniciou-se com o traçado da linha perimetral e da rosa dos ventos, proporcionando a retirada de fotografias panorâmicas, fotografias em gradiente e fotografias de detalhe (close up), as quais podem ser observadas a partir do inventário fotográfico apresentado neste relatório.

Nesta etapa de diagnose também foram utilizadas imagens de satélite obtidas através do Google Earth, com data de atualização em X, bem como, consultado o mapa de macrozoneamento e a Lei Complementar 001/97, a qual dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo no distrito sede de Florianópolis. Esses documentos acima citados foram consultados com o intuito de verificar se o posto de combustível encontra-se em local permitido. Essas últimas informações foram encontradas no site da Prefeitura Municipal de Florianópolis, através do seguinte endereço eletrônico: <http://portal.pmf.sc.gov.br>.

1.1.2 Exame documental

A presente semiotécnica ocorreu durante vistoria no posto de combustível no dia, tendo como objetivo a aquisição de informações pertinentes à lide. Com o exame documental foram obtidas informações de parâmetros como pertinência, prazo de validade e atendimento às restrições.

1.1.3 Anamnese

A anamnese pode ser realizada através de entrevista com funcionário do Posto de Serviços.

1.1.4 Vistoria

A presente semiotécnica foi utilizada pela equipe de assistentes técnicos do réu com o objetivo de identificar todos os elementos físicos que permitem a descrição do cenário periciado e a complementação com elementos informativos pertinentes à lide. As vistorias ocorreram nos dias X, sendo que a última teve como finalidade concluir o inventário fotográfico.

Durante a vistoria do dia X, inspecionou-se toda a área perimetral que foi delimitada neste relatório, contemplando a inspeção da área do posto (área externa e edificações) e da área do mobiliário urbano ao entorno. Para a realização da referida vistoria utilizou-se um checklist para cada um dos seguintes procedimentos:

- Procedimento APO/SED/TWD - Perícia ambiental predial;
- Procedimento para vistoria do espaço externo urbano público;
- Resolução CONAMA nº 273/2000 – Anexo I.

1.2 Fase de Diagnóstico

A fase de diagnóstico procedeu-se através de vistoria in loco, a qual possibilitou identificar e listar as situações e procedimentos desenvolvidos no posto de combustível.

1.2.1 Constatação in loco

Os pontos observados nesta fase foram as instalações físicas do empreendimento e seu entorno, como equipamentos utilitários urbanos; condições de trabalho dos empregados; limpeza e higiene; dispositivos de combate a incêndio; armazenamento e destinação adequada dos resíduos

sólidos; equipamentos de controle a poluição, como caixas de separação água/óleo e; análise da documentação pertinente as atividades do posto, como licença ambiental de operação, alvará de funcionamento, alvará sanitário, documentação relativa à comprovação de destinação adequada de resíduos e atestado de vistoria do Corpo de Bombeiros.

1.2.2 Rastreamento de focos/fontes

Durante a constatação in loco, procuraram-se evidências de vazamento nas bombas, reservatórios, sistemas de captação e retenção de efluentes e caixas separadoras de água/óleo, bem como, o bom condicionamento desses equipamentos, como recomendado (MAGNO et al., 2013)

1.2.3 Exames Laboratoriais

O curto espaço de tempo impossibilitou a realização de exames laboratoriais. Em casos onde temos a impossibilidade dos referidos exames, é possível verificar se estes são realizados periodicamente e são arquivados para posterior atendimento à condicionante da Licença Ambiental de Operação, que se encontra vigente e outorga a operacionalização das atividades a que se propõe o estabelecimento vistoriado.

1.2.4 Análise de acidentes (Árvore de análise de acidentes)

O presente relatório contempla a análise de acidentes listados na Tabela 7 (exemplos) e visa realizar um rastreamento foco/fonte a fim de corroborar a invalidade da lide.

Tabela 7. Árvore de Análise de Acidentes

Suposto Acidente		- Vazamento de combustíveis fósseis.
Possíveis Causas	Imediatas	- Rompimento do tanque de armazenamento; - Vazamento de combustível durante o procedimento de abastecimento dos tanques de armazenamento; - Vazamento de óleo lubrificante para o solo; - Vazamento de combustível durante o abastecimento dos carros particulares.
	Básicas	- Falta de manutenção nos tanques de armazenamento; - Falta de instrução dos operadores que realizam o abastecimento dos tanques de armazenamento; - Armazenamento inadequado do óleo lubrificante.
Possíveis Defesas Vencidas		- Parede tripla do tanque de armazenamento de combustível; - Sistema de coleta, drenagem e armazenamento contra derramamentos.
Possíveis Atos Inseguros		- Não atendimento ao procedimento operacional de abastecimento pelo operador.
Pré-condições		- Deterioração/oxidação do tanque de armazenamento; - Entupimento das canaletas de drenagem.

1.3 Fase de Conclusão – Nexo Causal

1.3.1 Métodos de Verificação do Nexo Causal

As semiotécnicas descritas na metodologia foram de fundamental importância para a análise do nexo causal, pois as mesmas possibilitaram a verificação das ações do posto de combustível no controle de vazamentos e/ou poluição da área e entorno (MAGNO et al., 2013).

1.3.2 Métodos de Validação do Nexo Causal

De acordo com a árvore de análise do acidente mostrada na Tabela 7, haveria seis possíveis causas (imediatas e básicas) que estabeleceriam o nexa causal do possível acidente de vazamento e contaminação de combustíveis:

1. Rompimento do tanque de armazenamento;
2. Vazamento e contaminação do solo por combustíveis durante o procedimento de descarregamento do caminhão para os tanques de armazenamento;
3. Vazamento de óleo lubrificante para o solo;
4. Falta de manutenção nos tanques de armazenamento e;
5. Falta de instrução do(s) operador(es) durante o descarregamento do combustível para os tanques de armazenamento
6. Armazenamento inadequado do óleo lubrificante.

2. Resultados

2.1 Relatório das Diligências

Todos os respectivos quesitos encontravam-se EM CONFORMIDADE regulamentar.

2.1.1 Resultado Diagnose

Todos os respectivos quesitos encontravam-se EM CONFORMIDADE regulamentar.

3. Conclusão

O presente relatório foi elaborado tendo-se como base os resultados obtidos nas etapas de diligências e no diagnóstico realizado para a verificação e possível constatação do nexa causal. Considerando-se o exposto, conclui-se que não foram encontradas evidências que corroboram a lide com estabelecimento do nexa causal.

4. Questionário Técnico

Quesitos elaborados pela equipe de assistentes técnicos do réu

1. Existe no Estado ou Município um órgão controlador, fiscalizador das questões ambientais?
2. Em caso afirmativo ao primeiro quesito, é possível saber quantas vezes foi vistoriado o estabelecimento e se foi apontado alguma irregularidade?
3. Caso afirmativo, o referido órgão fez alguma recomendação ou autuação por qualquer irregularidade cometida pela empresa que trouxe prejuízo ao Meio Ambiente?
4. É possível afirmar que o órgão responsável deixou de recomendar substituição de algum mecanismo ou aparelho já instalado por outro mais moderno ou mais seguro?
5. Pela proximidade do estabelecimento junto ao mangue, havia por parte do Município qualquer providência para estancar qualquer vazamento vindo dos estabelecimentos daquele local, antes de atingir o mangue?

6. Se existia o risco não era previsível a construção de um dique, ou algo semelhante, pelo município, próximo do mangue?
7. É possível afirmar que os sensores instalados naquela unidade, emitem “alarme falso”? Esta informação foi dada pelos funcionários do posto em especial o entrevistado na anamnese.
8. Em caso positivo, porque não havia recomendação pelo órgão ambiental para que se substituísse tais sensores, a exemplo do Estado do Rio de Janeiro que obrigou a todos os postos de gasolina tal substituição por um aparelho que não emite “alarme falso”.
9. Se havia “alarme falso”, pode ter ocorrido que no dia do acidente houve um certo desprezo pelo funcionário que já estava acostumado com os “alarmes falsos”, negligenciando até mesmo pelo nível de estresse provocado pelos constantes alarmes falsos.

A empresa após o acidente tomou uma medida extra, instalando no subsolo um tanque para contenção de vazamentos, evitando assim a perda de combustível e a contaminação do lençol freático. Esta medida por si só minimizaria o problema?



Relatório técnico referente a vazamento de derivados de petróleo no auto posto XY Ltda. (nome fictício)

1. Lide

Suposta contaminação do solo e lençol freático gerada por possível vazamento de combustíveis derivados de petróleo do Auto Posto XY Ltda., estabelecido na avenida XY, número xx, - (número fictício) bairro Bueno – Goiânia – GO.

2. Objetivo

Realizar uma perícia ambiental, visando identificar possíveis vazamentos de combustíveis derivados de petróleo e outros produtos, das atividades realizadas no Posto XY, que podem resultar em contaminação do solo e lençol freático das áreas circunvizinhas.

3. Condições e Limitações

Para o levantamento de informações e dados, serão realizadas 2 vistorias no posto. Os documentos do posto pertinentes à avaliação foram analisados, com a presença do Sr. XY, (nome fictício) gerente do posto

e responsável em acompanhar a perícia. Além disso, foram realizadas entrevistas com pessoas do quadro funcional do posto e coletadas amostras de solo e água, sendo as mesmas enviadas a laboratórios credenciados e certificados.

3.1 Validação Metodológica

- a. Execução de Sondagens: as áreas de interesse para as sondagens foram definidas pela equipe de vistoria juntamente com o responsável legal pelo empreendimento no momento, com base nos possíveis focos de contaminação e na morfologia local. As sondagens foram definidas conforme a NBR 15495-1/07;
- b. Poços de Monitoramento: os poços de monitoramento foram instalados em sondagens selecionadas com base na distribuição da contaminação identificada na campanha de VOC e na disposição de equipamentos do posto XY. A instalação dos poços de monitoramento segue a NBR 15495-1/07;
- c. Ensaio de estanqueidade: conforme a NBR 13784/06 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Seleção de métodos para detecção de vazamentos e ensaios de estanqueidade em sistemas de abastecimento subterrâneo de combustíveis (SASC). A norma estabelece critérios para seleção de métodos necessários para a detecção de vazamentos e ensaios de estanqueidade em sistemas de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC). Estes ensaios são solicitados pelo Posto XY quando o Controle de Estoque Manual (CEM), onde é comparado o volume de combustível colocado no tanque e o efetivamente vendido, apresenta diferenças.

3.2 Especialidade de finalidade

Neste Relatório declaramos que sua elaboração foi especificamente para comprovar se a acusação do Ministério Público é procedente, através da identificação de possível vazamento no posto de abastecimento combustível Auto Posto XY.

4. Metodologia

4.1 Fase de Investigação

A fase de investigação engloba a diagnose, exame documental e vistoria.

4.1.1 Diagnose

A diagnose realizada deu-se por meio de anamnese, inventário fotográfico e coleta de amostras.

4.1.2 Exame Documental

Os documentos inspecionados foram:

- Laudo de Estanqueidade do Sistema de Armazenamento de Combustível – SASC,
- Planta da estrutura física dos tanques também realizada pela mesma empresa;
- Comprovante de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do Laudo de Estanqueidade do Sistema de Armazenamento de Combustível – SASC junto ao Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) Certificado de posto revendedor de combustíveis

- Laudo de Estanqueidade
- Técnica do Laudo de Anotação de Responsabilidade
- Inspeção da prefeitura
- Alvará de autorização sanitária municipal
- Certificado de conformidade do corpo de BOMBEIROS

4.1.3 Vistoria

A vistoria inicial contemplou toda a área do posto e a edificação, como administração, loja de conveniência, bombas de abastecimento, laboratório e escritório, que abrange outros serviços realizados pelo mesmo.

Na área construída do posto de combustível foram observados os seguintes elementos: drenos de pista, pisos, calhas, unidades abastecedoras, telhado, tanques, caixas de separação de água x óleo (Figuras 10, 11, 12 e 13), extintores, unidade de lubrificação e troca de óleo.

Figura 10 e 11. Separador de água de óleo



Figura 12 e 13. Canaletas e conjunto de separador de água de óleo



A infraestrutura do posto possui 6 tanques subterrâneos, sendo a capacidade individual de 15.000 litros. Cada tanque de abastecimento tem um aterramento ligado a todas as bocas e a todos os tanques e a cada unidade abastecedora. A unidade abastecedora possui um sensor, para evitar que o combustível transborde no enchimento do tanque. Verificou-se também, que o efluente das caixas de separação água x óleo é tratado por uma firma terceirizada.

4.2 Fase de Diagnóstico

Nesta fase foram realizados os procedimentos de vistoria de campo para identificar as situações encontradas e, assim, prover instrumentos para a análise final.

4.2.1 Constatação in loco

Com a vistoria, as evidências de cumprimentos à norma foram identificadas, os quais foram constatados basicamente através de análise sensorial e análise visual.

Por meio destas, verificou-se um vazamento de óleo combustível no bico da mangueira de abastecimento, como pode ser conferido na Figuras 14 e 15.

Figura 14 e 15. Vazamento de óleo combustível do bico da mangueira de abastecimento.



Fonte: Vieira, 2011

4.2.2 Estrutura Física

Ao realizar a vistoria, observou-se na estrutura física do Auto posto, que o forro em PVC, encontra-se danificado, podendo ocasionar acidentes de diversas ordens que interfiram em qualquer ação desempenhada no empreendimento (SOUZA et al. 2012).

4.2.3 Exames Laboratoriais

O curto espaço de tempo impossibilitou a realização de exames laboratoriais, contudo, em entrevista, foi relatado que estes são realizados periodicamente e são arquivados para posterior atendimento à condicionante da Licença de Operação, que se encontra vigente e outorga a operacionalização das atividades a que se propõe o estabelecimento vistoriado.

Mas o processo de coleta de parcela de combustível foi acompanhado e devidamente registrado.

5. Resultados

5.1 Resultados das Diligências

O posto não possui licenciamento ambiental no órgão estadual para a atividade ou seja, não possui uma declaração sobre a viabilidade de implantação e funcionamento do empreendimento pelo poder público (SILVA et al., 2014).

Foram vistoriados pisos impermeáveis junto às ilhas de abastecimento, canaletas e caixas separadoras de água/óleo/areia, as mesmas estão impermeabilizadas, para evitar a contaminação das águas subterrâneas, superficiais e do solo.

Todo o efluente gerado na atividade está sendo coletado, as embalagens de óleo lubrificante e filtros de óleo são reciclados, embalagens (xampu, limpa-vidros, removedores, etc.), são trocadas com o fornecedor, areia e lodo da caixa separadora de água/óleo e caixas de areia são coletados por empresa especializada, outros resíduos da administração, restaurante, etc., são coletados pela coleta pública.

Tabela 8. Classificação de Estruturas

Conforme a NBR-5419:2001, Tabela B.6 – Exemplos de classificação de estruturas. Classificação da estrutura	Tipo da estrutura	Efeitos das descargas atmosféricas	Nível de proteção
Estruturas com risco para os arredores	Refinarias, postos de combustível, fábricas de fogos, fábricas de munição.	Risco de incêndio e explosão para a instalação e seus arredores	I

Torna-se necessário a instalação do Sistema de SPDA, com nível de proteção I, pois não foi constatada a presença de nenhum tipo de SPDA.

5.2 Diagnóstico

O posto possui 6 tanques subterrâneos, cada um com a capacidade de 15.000 litros. Estes foram instalados em 1996 e não possuem poços de monitoramento de águas subterrâneas. Além disso, não existe dispositivo de recuperação dos gases dos tanques, muito menos proteção catódica para o sistema de armazenamento de combustível, como recomendado (MAGNO et al., 2013). No entanto, são realizados testes frequentes de estanqueidade, para detecção de vazamentos nos tanques e os respiros para alívio de pressão dos tanques se encontram em perfeitas condições.

6. Conclusão

Com base nos dados coletados através da perícia ambiental, no conhecimento da legislação e nas situações observadas concluimos que a localização e o espaço físico num raio de 100 m do perímetro da

área investigada são inadequados para um empreendimento comercial dessa natureza, além de comprovarmos irregularidades no posto, o que corrobora para reforçar a possibilidade de ocorrência de acidentes ambientais. A ocorrência dessas irregularidades aumenta a incidência de riscos, o que teria sido evidenciado com a realização rotineira de análise de riscos, que pode utilizar diferentes metodologias, como simulação computacional (SOUZA et al., 2011), dentre outras (SOUZA et al., 2012)

Tais irregularidades poderão ocasionar eventos de grandes proporções, devido ao aglomerado de pessoas, residências, prédios comerciais e poços artesianos comprometendo a qualidade da água oferecida nas atividades urbanas. O adensamento em cidades já, por regra, termina por comprometer os recursos hídricos urbanos (SILVA et al., 2015), tornando necessário todo esforço e vigilância para evitar o agravamento desse cenário.

1. Lide

Vazamentos de Combustível, Auto Posto ZY (nome fictício) provocado pela tirania das pequenas causas.

2. Objetivo

Investigar a ocorrência de vazamentos decorrentes das atividades do comércio retalhista de combustíveis, troca de óleo e lavagem de veículos assim como dos efluentes domésticos do Auto Posto.

3. Condições e limitações

A investigação foi realizada em condições climáticas favoráveis, sem ocorrência de chuvas, nos dois dias.

Foi realizada vistoria nas instalações em geral e em especial nas caixas coletoras de óleo, calhas de contenção de derramamentos na área de abastecimento, no local para troca de óleo, na área de armazenamento

de combustível, depósitos de resíduos e da galeria pluvial (boca-de-lobo) na calçada adjacente ao posto.

Na vistoria realizada não foi possível contato com o responsável pelo Auto Posto, motivo pelo qual foi realizada uma nova visita no dia. Nesta data foi contatado o Sr. XY, (nome fictício) Gerente do Posto que foi receptivo e respondeu às questões de anamnese, porém informou que não possuía autorização do proprietário para autorizar a vista de documentos. Diante disto restou-nos apenas a verificação dos documentos públicos disponibilizados no mural da empresa.

3.1 Confiabilidade dos documentos e boa fé dos depoentes

A equipe de peritos partiu do pressuposto que os documentos apresentados têm fé pública, estão dentro do prazo de validade sendo pertinentes aos serviços realizados pelo Auto Posto.

3.2 Validação metodológica

Os procedimentos e técnicas utilizados nesta perícia baseiam-se em metodologias consagradas de trabalhos periciais apresentados. A realização desta perícia foi orientada pelas seguintes técnicas:

- Avaliação do desempenho do ambiente construído: A equipe de peritos avaliou as estruturas do Posto ZY utilizando a técnica da Avaliação Pós-ocupacional (APO); da Síndrome do Edifício Doente (SED) e a Técnica do WalkDown (TWD);
- Inventário fotográfico: As instalações do posto foram fotografadas a fim de registrar diversos pontos importantes para a realização do trabalho;

- Coleta de dados *in loco*: Foram realizadas coleta de dados com base na Resolução CONAMA 273/2000;
- Anamnese: Foi realizada entrevista com o gerente do Posto de Combustível a fim de coletar informações que viessem a tornar mais completo este relatório;
- Exame documental: Foram analisados os documentos de domínio público, apresentados no mural dentro da loja de conveniências do posto.

4. Metodologia

Para atender os objetivos deste Laudo Pericial foram utilizadas as seguintes técnicas: Vistoria para coleta de dados *in loco*, Anamnese, Inventário fotográfico e exame documental, metodologias consagradas em trabalhos periciais.

4.1 Fase de Investigação

4.1.1 Diagnose

Foi realizada uma vistoria na área perimetral do Posto de Serviços Praia Bela, materializada através de inventário fotográfico apresentado em anexo, exame documental, Anamnese e constatação *in loco*.

4.1.2 Exame Documental

Foram examinados os seguintes documentos:

- Alvará Sanitário;
- Licença Ambiental de Operação

- Alvará de Licença para Localização e Funcionamento expedido pela Prefeitura Municipal de Florianópolis;
- Certificado de realização de coleta de resíduos classe 1;

4.1.3 Vistoria

Em vistoria foram verificadas as instalações físicas do empreendimento, os procedimentos seguidos no ambiente do posto, condições de trabalho dos empregados, dispositivos de combate a incêndio, sistemas de captação de resíduos, bem como a documentação relativa a todas as atividades do posto, incluindo licenças de operação e documentação relativa à comprovação de destinação adequada de resíduos.

4.1.4 Dimensionamento Amostral

Foram levantados os registros fotográficos em toda a área perimetral do empreendimento.

4.1.5 Procedimentos de Coleta

Realizou-se caracterização da área perimetral, buscando evidenciar a ocorrência vazamento de combustíveis fósseis advindos do Posto ZY, como forma de verificar a efetividade dos sistemas de monitoramento e equipamentos utilizados na realização das atividades do empreendimento, bem como entender a sistemática das atividades realizadas no mesmo.

4.2 Fase de Diagnóstico

4.2.1 Constatação in loco

Em visita in loco e com base nos dados obtidos através das técnicas aqui apresentadas, constatou-se in loco que o Auto Posto ZY apresenta as seguintes irregularidades (SILVA et al., 2014; MORGAN et al, 2013), apesar de não serem relacionadas com a lide, julgamos importante a sua apresentação:

- Ausência de Extintores de Incêndio
- Fissuras no pavimento, Figura 16;
- Armazenamento inadequado de resíduo, Figura 17;
- Ausência da porta do compressor de ar, Figura 18;
- Não funcionamento das caixas separadoras de água e óleo, apresentado no inventário fotográfico, Figura 19;
- Utilização de recipientes inadequados e sem rotulagem de identificação de produtos químicos, apresentado no inventário fotográfico, Figura 20;
- Fiação exposta do quadro de comando elétrico do equipamento de lavação, Figura 21;
- Porta danificada da sala de acondicionamento de gás natural, apresentado no inventário fotográfico, Figura 22.

Figura 16. Fissura no pavimento



Figura 17. Armazenamento inadequado de resíduos



Figura 18. Ausência da porta do compressor de ar



Figura 19. Não funcionamento das caixas separadoras de água e óleo



Figura 20. Utilização de recipientes inadequados e sem rotulagem de identificação de produtos químicos.



Figura 21. Fiação exposta do quadro de comando elétrico do equipamento de lavação.



Figura 22. Porta danificada da sala de condicionamento de gás natural.



4.2.2 Rastreamento de Focos/Fontes

Através de vistorias, procuraram-se evidências de vazamento nas bombas, reservatórios, sistemas de captação e retenção e caixas separadoras não sendo encontradas tais evidências. Somente foi identificado o vazamento das águas provenientes da lavação de carros, devido à ineficiência do sistema de drenagem deste setor, o que pode ser identificado através de fotografia.

Extravasamento das águas provenientes da lavação de carros do Posto Praia Bela

No certame da estrutura física foram identificadas algumas não conformidades descritas no item anterior, constatação in loco.

4.2.3 Softwares

Para a realização da caracterização da área de estudo foi utilizado o software MicroStation para definição de seu mapeamento.

4.2.4 Análise do Acidente

O presente relatório não contempla a análise de acidentes, mas visa contribuir com o levantamento de aspectos que possam gerar impactos e danos à população e ao meio ambiente.

Em virtude do diagnóstico realizado temos como defesas vencidas o cumprimento parcial das normas e legislações pertinentes e, a inexistência de um plano de manutenção preventiva efetivo.

Em decorrência das falhas, pelo não cumprimento integral das Normas e Legislação, existe a possibilidade da ocorrência de impactos contra o meio ambiente e à sociedade, tais como: alteração da qualidade do ar, da água e da qualidade de vida da população local, risco a saúde pública e à segurança das propriedades (AQUINO et al., 2012; RODRIGUES et al., 2014; SILVA et al., 2015).

4.3 Fase de Conclusão

A partir dos dados levantados estabeleceu-se o nexos causal para a possível contaminação de lençol freático por vazamento de combustível fóssil do Posto Ilha Bela, aplicando-se o método da argumentação lógica ou raciocínio diagnóstico.

Foram constatadas ainda não conformidades no Posto ZY, ao se utilizar as técnicas de Avaliação do desempenho do ambiente construído, de Avaliação Pós-ocupacional (APO), da Síndrome do edifício doente (SED) e a Técnica do WalkDown (TWD), foram verificadas a ausência de segurança contra fogo, ausência de segurança de uso, ausência de higiene. No entanto, as não conformidades citadas, não possuem nexos com a suspeita de vazamento de combustível, com possível contaminação do lençol freático.

5. Resultados

5.1 Relatório de acidentes

Foi informado pelo empreendedor que durante toda a existência do empreendimento não houve relatos de vazamentos, e/ou acidentes no Posto ZY.

6. Conclusão

6.1 Árvore de Análise de acidentes/impacto/dano

O vazamento de combustíveis pode ser ocasionado pelas seguintes causas apresentadas na árvore de análise de acidentes, apresentadas na Tabela 9, as quais não foram detectadas na perícia realizada.

Tabela 9. Árvore de Análise de Acidente

Acidente	Causas		Defesas vencidas	Atos inseguros	Pré-condições
	Imediatas	Básica			
Vazamento de combustíveis fósseis	1 - Rompimento do tanque de armazenamento; 2 - Vazamento de combustível durante o procedimento de abastecimento dos tanques de armazenamento; 3 - Canaletas de contenção das efluentes degradadas.	1 - Falta de manutenção nos tanques de armazenamento; 2 - Falta de instrução dos operadores que realizam o abastecimento dos tanques de armazenamento.	1 - Parede dupla do tanque de armazenamento de combustível; 2 - Sistema de coleta, drenagem e armazenamento contra derramamentos.	1 - Não atendimento ao procedimento operacional de abastecimento pelo operador; 2 - Não realização e/ou treinamento inadequado dos operadores; 3 - Não realização de manutenção do sistema de drenagem.	1 - Deterioração/oxidação do tanque de armazenamento; 2 - Entupimento das canaletas de drenagem; 3 - Falha/falta de treinamento do operador do processo de descarga.

6.2 Nexos causal

De acordo com a árvore de análise de acidentes o vazamento de combustíveis pode ser ocasionado pelas causas apresentadas na tabela 1, as quais não foram detectadas na perícia realizada. Haveria 5 possíveis causas (imediatas e básicas) que estabelecem o nexos causal da denúncia de vazamento de combustíveis do Posto Ilha Bela:

1. Rompimento do tanque de armazenamento;
2. Vazamento de combustível durante o procedimento de abastecimento dos tanques de armazenamento;
3. Canaletas de contenção dos efluentes degradadas;
4. Falta de manutenção nos tanques de armazenamento;
5. Falta de instrução dos operadores que realizam o abastecimento dos tanques de armazenamento;

Diante do exposto na fase de verificação donexo causal, não foi possível estabelecer relação de causa e efeito entre os vários possíveis fatores que corroboram para evidenciar onexo causal da Lide.

6.3 Conclusão do Laudo

Após a realização dos procedimentos supracitados e da busca por evidências objetivas, não foram encontrados vazamentos e ou indícios de Vazamento de combustível advindo do Posto Ilha Bela.

Porém foram verificadas algumas não conformidades nas atividades do Posto ZY, como a ausência de segurança contra fogo, evidenciada pela falta de sistema de alarme e inadequações do sistema de combate à incêndio; ausência de higiene, evidenciada pelo controle inadequado de resíduos, com os potenciais danos decorrentes (ALMEIDA et al., 2014), instalações inadequadas na infraestrutura de lavagem de carros e das edificações do posto.

Assim, as provas periciais não atribuem ao estabelecimento Posto 2 e sua administração a responsabilidade pelo vazamento de combustíveis provocado pela tirania das pequenas causas.



Referências

- ABI-CHAHIN, J.de O.; Almeida, J. R. de; Lins, G. A. Série Gestão e Planejamento Ambiental ISSN 1808-0863 ISBN 978-85-61121-24-2. SGPA – 11. Coleção Artigos Técnicos n.º 08. Avaliação dos Impactos Ambientais em Empreendimentos Rodoviários - Estudo de Caso – Rodovia BR-317/AC. CETEM/ 2008
- ABIESP – Associação Brasileira da Indústria de Equipamentos para Postos de Serviços. Palestra para os agentes ambientais da FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina – SC. Power Point. Santa Catarina, 2012. Disponível em < www.abieps.com.br> Acesso em: 17 set. 2012.
- ABGE: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. 1996. Ensaios de permeabilidade em solos. Boletim 04. 226p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira ABNT NBR ISO 14001: 2004 © ABNT 2004.
- AGUIAR, Prof Dra Laís A. de - Avaliação e Gerenciamento de Risco Ambiental - Material disponibilizado 14º Módulo – MBA Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental
- ALMEIDA, Prof. Dr J.R. et al. Perícia Ambiental Judicial e Securitária. Ed.Thex, RJ, 2006.
- ALMEIDA, J. R. Gestão ambiental para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro. Thex Ed. 001, 566p. 2006.
- ALMEIDA, J. R. de; Lins, G. A. Análise de Risco Ambiental em Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) Utilizando a Análise Preliminar de Perigo (APP)

ALMEIDA, J.R.; LINS, G.A. e RACHID, E. Cálculo de dano ambiental decorrente de um depósito de lixo: estudo de caso. Revista Sustinere, v. 2, p. 26-36, 2014.

AQUINO, S.M.F.; ALMEIDA, J.R.; CUNHA, R.R.R.S.B. E LINS, G.A. Bioindicadores vegetais: uma alternativa para monitorar a poluição atmosférica. Revista Internacional de Ciências, v. 1, p. 77-94, 2012.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 31 de Agosto de 1981. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>> Acesso em: 26 de Março de 2009

Apostila de Hidrocarboneto. Disponível em: <<http://www.fisica.com.br/Quimica/Apostilas/Hidrocarbonetos.pdf>> Acesso em: 27 de março de 2009

BRAGA, A.C.O. Aplicação de métodos geofísicos no monitoramento de área contaminada sob atenuação natural. Engenharia Sanitária Ambiental, p. 257-264. V.14 n.2. Abr/Jun. 2009.

BRASIL. Lei nº 4253 de 4 de Dezembro de 1985. Dispõe põe sobre a Política de Proteção do Controle e da Conservação do Meio Ambiente e da Melhoria da Qualidade de Vida no Município de Belo Horizonte. Art. 2.º VII. Disponível em: <<http://bh5.pbh.gov.br/legislacao.nsf/0/bbc6e0a198d4b59032567a9006e5184?OpenDocument>> Acesso em: 25 de Março de 2009

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de Agosto de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm> Acesso em: 25 de Março de 2009.

BRASIL. Lei n.º 9.966, de 28 de abril de 2000. Capítulo I, Art. 20, XIV. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9966.htm> Acesso em: 25 de Março de 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.º 237 de 29 de novembro de 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>> Acesso em: 22 de Outubro de 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.º 001-A, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 29 de março de 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>> acessado em 21 de Março de 2009.

CABRAL, N.M.T. 2004. Impacto da urbanização na qualidade das águas subterrâneas nos bairros do Reduto, Nazaré e Umarizal – Belém / PA. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará. 218p

CAMERO, Affonso. Licenciamento Ambiental. Material disponibilizado 7º Módulo – MBA Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental

CASTRO, S.M.; ALMEIDA, J.R. E RODRIGUES, M.G. Valoração de dados ambientais de geração termelétrica: usina de Campo dos Goytacazes/RJ. Revista Internacional de Ciências, v. 2, p. 67-78, 2012.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Glossário 0200. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Projeto CETESB – GTZ. Atualizado 11/1999

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Áreas Contaminadas. Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Referente ao Relatório à Diretoria Nº 001/2007/C/E, de 11/06/2007 – Processo 2/2006/321/P. Decisão de diretoria nº 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 11000 Projeto Detalhado da Remediação. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Capítulo XI. Projeto de Remediação. Projeto CETESB – GTZ. Atualizado 10/2001.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Dados e Informações sobre a Geologia. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>> Acesso em: 08 de abril de 2009.

EPA. United States Environmental Protection Agency. Ground Water Issue. Light Nonaqueous Phase Liquids. EPA/540/S-95/500. Office of Solid Waste and Emergency Response. Estados Unidos, 1995.

GARCEZ, Keines Alves. SMS – segurança, meio ambiente e saúde: estudo de posto de combustíveis líquidos e Gás Natural Veicular (GNV). Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho e Gás Natural) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação, Universidade Potiguar, Natal, 2004.

GUERRA, Antônio Teixeira, Dicionário Geológico e Geomorfológico. 8ª ed. Rio de Janeiro: IBGE.1993. 446 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 08 de abril de 2009.

IGAM: Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/>> Acesso em: 25 de Março de 2009.

MAGNO, P.-S. L.; LINS, G.A.; ALMEIDA, J.R.; CUNHA, R.R.R.S.B. E RODRIGUES, M.G. Diagnosis of the environmental conditions of the fuels stations in greater Belem. *Revista Internacional de Ciências*, v. 2, p. 24-31, 2013.

RODRIGUES, M.G.; CUNHA, R.R.R.S.B.; MARTINS, T.P. e ALMEIDA, J.R. Efeito da poluição por dióxido de enxofre (SO₂) sobre bioindicadores hortícolas. *Revista Internacional de Ciências*, v. 4, p. 27-36, 2014.

RODRIGUES, O.O.A.; LOUREIRO, C.O. O licenciamento ambiental dos postos de distribuição de combustíveis no município de Belo Horizonte – MG – Brasil. XII Congresso Brasileiro de Águas subterrâneas, 2002.

SCHMIDT, C.A.B.. Remediação in situ de solos e águas subterrâneas contaminados por líquidos orgânicos não miscíveis em água (NAPLs). *Coletânea em Saneamento Ambiental, Série Temática: Resíduos Sólidos e Geotecnia Ambiental, Vol. 1*, Universidade do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro, 2010.

SILVA, B.M.P.; CAVALCANTI, P.M.P.S.; RODRIGUES, M.G. e ALMEIDA, J.R. Análise do processo de licenciamento ambiental no estado do Rio de Janeiro. *Revista Internacional de Ciências* · v.4 - n.2 · jul./dez. 2014.

SILVA, T.M.; CAMELLO, T.-C. F. E ALMEIDA, J.R. Impactos ambientais hidrológicos ocasionados pelo desflorestamento metropolitano: Petrópolis, RJ. *Revista SUSTINERE*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 53-64, jan-jun, 2015. Online | www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/sustinere/ ISSN - 2359-0424.

SOUZA, F. M. N.; SILVA, C. E.; AGUIAR, L. A.; ALMEIDA, J. R. Proposta para utilização da simulação computacional em análise de risco, avaliação de desempenho e sistemas de gestão ambiental. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aquidabã, v.2, n.2, p.39-63, 2011.

SOUZA, F. M. N.; SILVA, C. E.; AGUIAR, L. A.; ALMEIDA, J. R. Análise de riscos como instrumento para sistemas de gestão ambiental. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aquidabã, v.3, n.1, p.17-41, 2012.

TANCREDI, N.S.H.; ALMEIDA, J.R.; LINS, G.A.; GUERRA, A.J.T.E JORGE, M.-C. O. Uso de geotecnologias em laudos periciais ambientais: estudo de caso no município de Jacundá, Pará. *Revista Geografar*. v.7, n.1, p.1-19, jun./2012.

AFONSO AQUINO

É Bacharel em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1976), Mestre em Tecnologia Nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da Universidade de São Paulo (1988) e Doutor em Ciências Químicas (Química Analítica) pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (1996). É Pós-doutorado em Química dos Complexos de Urânio pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (2000). É pesquisador e docente do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares e professor visitante da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo. Atua principalmente nas seguintes áreas: gestão ambiental, comunicação, educação, energia nuclear, química inorgânica e divulgação científica. Exerce a função de Assessor de Ensino e Pesquisa no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. E-mail: araquino@usp.br.

ELENICE RACHID DA SILVA

Editora Chefe da Revista Internacional de Ciências - RIC (2016). Mestre em Engenharia de Transportes pelo Programa de Engenharia de Transportes - PET/COPPE/UFRJ (2011). Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ (1982). Bacharel em Direito pela Universidade Estácio de Sá - UNESA (2003). MBA em Mercado de Capitais pela Escola de Pós-graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas - FGV/RJ (1984). MBA em Direito Público e Privado pela Fundação Escola Superior da Defensoria Pública do Estado do Rio de Janeiro - FESUDEPERJ (2005). MBA em Especialização em Administração Pública pela Fundação Escola de Serviço Público - FESP (2006). Professora convidada na disciplina Engenharia de Meio Ambiente nos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Produção - DRHIMA/POLI/UFRJ (2008 a 2012). Pesquisadora do Núcleo de Análise de Sistemas Ambientais - NASA/UFRJ/CNPq (desde 2008). Pesquisadora convidada do Observatório Urbano do Estado do Rio de Janeiro - OUERJ (2012 a 2015). Membro do Diretório de Pesquisa do Observatório Urbano Estado do Rio de Janeiro - OUERJ/CNPq (desde 2012). Professora de Planejamento

de Transporte e Mobilidade Urbana no curso de Pós-graduação Lato Sensu em Construção Sustentável do Instituto Brasileiro de Educação Continuada - INBEC (2010 a 2012). Professora de Avaliação Econômica de Recursos e Danos Ambientais no curso de Pós-graduação Lato Sensu no curso de Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental do Instituto de Pós-graduação e Graduação - IPOG (2011). Coordenadora Acadêmica do curso MBA em Gestão e Planejamento da Mobilidade Urbana no Instituto Brasileiro de Educação Continuada - INBEC (desde 2012). Membro do Conselho de Administração do Parque Estadual da Serra da Tiririca - PESET (2016). E-mail: erachid.ouerj@gmail.com.

FERNANDO ALTINO

Possui Graduação em Engenharia Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1986) e Graduação em Química pela Faculdade de Humanidades Pedro II (1988). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2001) e Doutor em Meio Ambiente pela mesma instituição (2006). É professor adjunto no Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Atua na direção desta unidade desde 2004. Tem experiência nas áreas de Engenharia de Produção, Química e Engenharia Química, com ênfase em Meio Ambiente. Na área ambiental, atua, principalmente, nos seguintes temas: Gestão, Auditorias, Licenças, Emergências, Resíduos, Efluentes e Emissões Atmosféricas. E-mail: altino@grupo-interacao.com.

GUSTAVO AVEIRO LINS

Biólogo, Engenheiro ambiental e de Segurança do Trabalho. Mestre em engenharia ambiental pela UFRJ. Doutorando do Programa de pós-graduação em Meio Ambiente da UERJ. Tutor do Centro de Educação a Distância do Estado de Rio de Janeiro (CEDERJ), Professor da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC), e funcionário da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE). Atuando principalmente nos seguintes temas de pesquisa: zoologia, ecologia, meio ambiente, saneamento, resíduos sólidos, gestão ambiental e perícia ambiental. E-mail: gu.lins@terra.com.br.

JOSIMAR RIBEIRO DE ALMEIDA

Pós-Doutor em Tecnologia Ambiental (USP/2002). Pós-Doutor em Engenharia Ambiental (UFRJ/1998). Pós-Doutor em Saúde Ambiental (FIOCRUZ-IOC/1985). Doutor em Ciências Biológicas (UFPr/1983). Mestre em Ciências Biológicas (UFRJ/1979). Aperfeiçoamento Química Bioorgânica (NPPN/1977). Licenciatura Ciências Biológicas (UFRJ-FE/1976). Bacharelado Genética - Biólogo(UFRJ-IB/1975). Licenciatura Ciências Físicas e Químicas (UFRJ-FE/1974). Atua como Professor-Orientador Programa de Pós-Graduação Tecnologia Química (UFRJ). Professor-Orientador Programa de Pós-Graduação Engenharia Ambiental (UFRJ). É Professor Associado do Programa de Pós-Graduação Tecnologia Nuclear (USP-IPEN) e membro (Perito) do Comitê Científico do Observatório Urbano (ONU-UERJ). Assessor de Meio Ambiente (Comitê RIO 2016). Membro (Consultor) da Cátedra de Desenvolvimento Durável (UNESCO-UFRJ). E-mail: jralmeida@usp.br.

PATRICIA DOMINGOS

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Santa Úrsula (1984), mestrado em Geoquímica Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (1991) e doutorado em Biotecnologia Vegetal pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2001). Atualmente é professor adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Ecossistemas Aquáticos, atuando principalmente nos seguintes temas: comunidade fitoplanctônica, eutrofização, ecofisiologia do fitoplâncton e lagoas costeiras. Atua na área da Educação Ambiental Crítica, desenvolvendo trabalhos de pesquisa e extensão, voltados para escolas públicas. E-mail: patvitesse@gmail.com.