

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**REBECA ARAUJO GOMES**

**ANÁLISE DAS DIRETRIZES E LEGISLAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO  
AMBIENTAL DE POSTOS DE COMBUSTÍVEL EM AMBIENTE URBANO**

**Caçapava do Sul  
2022**

**REBECA ARAUJO GOMES**

**ANÁLISE DAS DIRETRIZES E LEGISLAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO  
AMBIENTAL DE POSTOS DE COMBUSTÍVEL EM AMBIENTE URBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geologia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Luis Eduardo de Souza

**Caçapava do Sul  
2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

G633a Gomes, Rebeca Araujo

Análise das diretrizes e legislação para avaliação de  
impacto ambiental de postos de combustível em ambiente urbano  
/ Rebeca Araujo Gomes.

155 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, GEOLOGIA, 2022.

"Orientação: Luis Eduardo de Souza".

1. Geologia Ambiental. 2. Avaliação de Impacto Ambiental.  
3. Licenciamento Ambiental. 4. Legislação Ambiental. 5.  
Poluição em centros urbanos. I. Título.

**REBECA ARAUJO GOMES**

**ANÁLISE DAS DIRETRIZES E LEGISLAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL  
DE POSTOS DE COMBUSTÍVEL EM AMBIENTE URBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geologia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Geologia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em:

22 de março de 2022.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Luis Eduardo de Souza

Orientador

UNIPAMPA

---

Prof. Dr. José Waldomiro Jimenez Rojas

UNIPAMPA

---

Geólogo. Lucas Gonçalves Foletto

SUSTEMBIO SERVIÇOS AMBIENTAIS

BOTUCATU CONSULTORIA AMBIENTAL



Assinado eletronicamente por **JOSE WALDOMIRO JIMENEZ ROJAS, Diretor(a) Campus Caçapava do Sul**, em 24/03/2022, às 08:55, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **LUIS EDUARDO DE SOUZA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/03/2022, às 09:51, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **Lucas Gonçalves Foletto, Usuário Externo**, em 25/03/2022, às 15:42, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0763633** e o código CRC **015BD6BE**.

Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul

Dedico este trabalho a minha mãe Dora Silvia Araujo, exemplo de mulher digna, corajosa e íntegra. Seu amor e dedicação sempre serão os pilares da minha evolução. Obrigada por tudo.

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Olorum, a minha mãe Iansã e meu pai Ogum, e a todas as entidades de luz que estão presentes ao meu lado.

A minha mãe Dora Silvia Araujo, mulher exemplar que sempre me ensinou a orar e ter fé no divino, que por muitas vezes com muito amor, carinho e paciência em momentos de aflição e de desistência me mostrou o melhor caminho a se tomar. Esse diploma é para você. Eu te amo!

Ao meu Pai Walter de Jesus Gomes, por ter disponibilizado 3 anos de sua vida para participar dessa jornada ao meu lado, quero que saiba que sou grata por tudo. Os meus melhores sorrisos sempre são ao seu lado. Eu te amo!

Ao meu marido Jonas Oliveira Santos, meu presente. Não tenho palavras para agradecer tudo que você fez e faz por mim. Obrigado pelo companheirismo durante as noites em claro, por ser meu porto seguro nos momentos de dificuldades, pela paciência durante as inúmeras crises de choro e ansiedade, pelos diversos momentos de comemoração, paz e felicidade, por todo carinho e cuidado durante esses cinco anos. Que o nosso relacionamento sempre seja morada de muito amor, companheirismo, amizade e união. Obrigada por tudo, eu te amo muito preto!

À minha irmã Leandra Araujo Gomes, ao meu primo irmão Rafael Donizetti Lima do Santos, as minhas primas irmãs Nicole Araujo Pereira e Natália Cristina Araujo Pereira, a minha tia Mônica Araujo e meu tio Mauro Pereira, por todo incentivo e amor. Espero um dia poder recuperar todo tempo perdido com a distância.

Ao meu Pai de Santo Bira de Xangô, que me iniciou no caminho da religião, sempre com muito carinho e atenção. Quero que saiba que nenhuma palavra escrita aqui poderá expressar o quanto sou grata por tudo.

Ao meu gato Topázio, pelos 6 anos de companheirismo e muito amor.

A minha querida amiga Aline Senna de Almeida, por ter me acolhido e me ajudado em diversas situações. Sempre terei você como uma referência, por muitas vezes você e o Jonas foram a luz que me guiava dentro da Universidade, sempre serei grata por tudo.

Ao professor Miguel Guterres Carminatti pela amizade e pelos conselhos.

A técnica e amiga Rafaela Rios, por sua amizade e solidariedade. Admiro seu coração e dedicação, mais pessoas deveriam ser como você.

A Carolina Kwamme, Eduarda Pedroso, Greisi Aline de Azeredo e Samara Capitol, pela amizade.

Ao professor Luis Eduardo de Souza pela orientação.

Ao Geólogo Lucas Gonçalves Foletto e o Prof. Dr. José Waldomiro Jimenez Rojas pelas considerações realizadas referentes ao presente estudo.

Agradeço a Geologia, por fazer parte de mim desde minha infância. E por ter me proporcionado dias que eu jamais esquecerei.

Agradeço a figura da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, a todos os professores do curso de Geologia que tive o prazer de conhecer e que compartilharam seus conhecimentos geológicos durante todos esses anos. E aos demais funcionários que possibilitam o bom andamento desta universidade.

A todos amigos e familiares que me apoiaram nessa jornada.

Muito obrigada!

“Não existem problemas ambientais,  
existem apenas sintomas ambientais de  
problemas humanos”  
- Anônimo

## RESUMO

O procedimento de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é a primeira etapa do processo de licenciamento ambiental, esta metodologia antecede outros procedimentos como o Estudo de Impacto Ambientais (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), possibilitando a identificação de diversos fatores ambientais que surgem durante a implantação de empreendimentos, tais como os postos de revendedores de combustíveis. Portanto, o objetivo deste estudo é analisar a legislação ambiental vigente, utilizando-a como base para a avaliação de impacto ambiental em postos de combustíveis em ambiente urbano. Para a escolha dos referidos postos e da área de estudo, foi levado em consideração os relatórios técnicos disponíveis nos Sistema Online de Licenciamento Ambiental (SOL) e do Portal Nacional de Licenciamento Ambiental. Posterior à escolha dos postos, foram aplicados três métodos diferentes de AIA, sendo estes, o método de Matrizes de Interação, método de Redes de Interação e método de Sobreposição de Mapas. Assim, de acordo a análise dos dados gerados, foi possível identificar diferentes contravenções associadas aos postos de gasolina, constatando que a maioria dos impactos ambientais causados estão associados à área de armazenamento subterrâneo de combustível, devido à má gestão e problemas relacionados a estruturas incompatíveis com as normas adequadas, facilitando assim, risco de contaminação e um alto impacto ambiental ao meio circundante.

Palavras-Chave: Geologia Ambiental, Legislação Ambiental Brasileira, Avaliação de Impacto Ambiental, Poluição em centros Urbanos, Postos de Combustíveis, Fontes Potenciais de Contaminação

## **ABSTRACT**

The Environmental Impact Assessment (EIA) procedure is the first step of the environmental licensing process, this methodology precedes other procedures such as the Environmental Impact Study (EIA) and the Environmental Impact Report (RIMA), allowing the identification of several environmental issues that factors arise during the implementation of projects, such as gas stations. Therefore, the objective of this study is to analyze the current environmental legislation, using it as a basis for the assessment of the environmental impact of gas stations in an urban environment. For the choice of these fuel stations and the study area, the technical reports available in the Online Environmental Licensing System (SOL) and the National Environmental Licensing Portal were taken into account. After choosing the fuel stations, three different EIA methods were applied, being, the Interaction Matrices method, the Interaction Networks method, and the Map Overlay method. Thus, according to the analysis of the data generated, it was possible to identify different misdemeanors associated with gas stations, noting that most of the environmental impacts caused are associated with the underground fuel storage area, due to poor management and problems related to incompatible structures with the appropriate standards, thus facilitating the risk of contamination and a high environmental impact to the surrounding.

**Keywords:** Environmental Geology, Brazilian Environmental Legislation, Environmental Impact Assessment, Pollution in Urban Centers, Fuel Stations, Potential Sources of Contamination

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da metodologia adotada. ....	19
Figura 2 – Processo de avaliação de impacto ambiental. ....	29
Figura 3 – Exemplificação dos estratos da Matriz de Leopold. ....	36
Figura 4 – Método de Rede de Interação. ....	38
Figura 5 – Exemplificação dos estratos da Matriz de Leopold. ....	39
Figura 6 – Método de Simulação (Imagem ilustrativa). ....	40
Figura 7 – Fluxo de desenvolvimento do método LESA. ....	42
Figura 8 – Emissão de gás CO <sub>2</sub> em Porto Alegre – RS. ....	44
Figura 9 – Mapa de localização dos postos de combustíveis no estado do Rio Grande do Sul e em Porto Alegre. ....	46
Figura 10 – Representação das etapas de contaminação do solo e água por gasolina. ....	51
Figura 11 – Mapa de localização da área de estudo. ....	54
Figura 12 – Mapa do contexto geológico da área de estudo. ....	58
Figura 13 – Mapa dos sistemas de aquífero da área de estudo. ....	60
Figura 14 – Mapa geomorfológico da área de estudo. ....	62
Figura 15 – Mapa de solos da área de estudo. ....	64
Figura 16 – a) Vista geral do posto revendedor; b) piso impermeável da área de tancagem subterrânea; c) piso envolto por canaletas de metal; d) caixa separadora de água e óleo; e) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I. ....	67
Figura 17 – a) Vista geral do posto revendedor; b) piso impermeável da área do abastecimento; c) piso envolto por canaletas de metal; d) caixa separadora de água e óleo; e) vista da área de troca de óleo; f) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I. ....	76
Figura 18 – a) Vista geral do posto revendedor; b) piso impermeável da área envolto por canaletas de metal; c) área de lavagem de veículos; d) caixa separadora de água e óleo; e) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I. ....	83
Figura 19 – a) Vista geral do posto revendedor; b) piso impermeável da área de descarga de combustíveis (descarga a distância); c) caixa separadora de água e óleo; d) área de troca de óleo; e) área de lavagem de veículos; f) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I. ....	86

Figura 20 – a) Vista geral do posto revendedor; b) fissura na pista de abastecimento; c) troca de óleo por gravidade; d) área de troca de óleo; e) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I. ....	91
Figura 21 – Redes de Interação aplicada a postos de gasolina. ....	106
Figura 22 – Redes de Interação aplicada a postos de gasolina. ....	109
Figura 23 – Método de Sobreposição de Cartas. ....	111
Figura 24 – Malha de pontos. ....	112
Figura 25 – Mapa de ruas e avenidas. ....	113
Figura 26 – Mapa de uso e ocupação do solo. ....	115
Figura 27 – Mapa de vegetação e hidrografia. ....	116
Figura 28 – Mapa de localização dos poços de água subterrânea. ....	118

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Leis e normas aplicadas a postos de combustíveis.....	23
Tabela 2 – Legislação ambiental brasileira associada a avaliação de impacto ambiental.....	28
Tabela 3 – Representação do método AD HOC – Impacto ambiental x Área ambiental.....	32
Tabela 4 – Método de <i>Check – List</i> .....	34
Tabela 5 – Vantagens e desvantagens dos métodos aplicados no procedimento AIA .....	43
Tabela 6 – Compartimentação geomorfológica da área de estudo.....	61
Tabela 7 – Classificação da escala utilizada na Matriz de Leopold.....	96
Tabela 8 – Edificações próximas aos postos analisados.....	114
Tabela 9 – Direção do fluxo de água subterrânea.....	118

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados descritivos (Posto 1).....	65
Quadro 2 – Poços de monitoramento amostrados e profundidade do nível da água subterrânea. ....	69
Quadro 3 – Valores orientados segundo a Resolução Conama n.º 420/2009. ....	69
Quadro 4 – Análises laboratoriais de amostras de água subterrânea.....	70
Quadro 5 – Poços de monitoramento amostrados e profundidade do nível da água subterrânea. ....	71
Quadro 6 – Análises laboratoriais de amostras de água subterrânea.....	72
Quadro 7 – Dados descritivos (Posto 2).....	74
Quadro 8 – Medição do nível d'água no interior dos PM's e PEM's.....	78
Quadro 9 – Valores de referência para TPH segundo a Lista Holandesa. ....	78
Quadro 10 – Resultados analíticos obtidos nas amostras de água subterrânea. ....	79
Quadro 11 – Resultados analíticos obtidos nas amostras de água subterrânea. ....	80
Quadro 12 – Dados descritivos (Posto 3).....	82
Quadro 13 – Dados descritivos (Posto 4).....	84
Quadro 14 – Pontos de coletas de água subterrânea .....	87
Quadro 15 – Análises laboratoriais de água subterrânea. ....	88
Quadro 16 – Dados descritivos (Posto 5).....	89
Quadro 17 – Resultados analíticos das amostras de água subterrânea. ....	93
Quadro 18 – Resultados analíticos das amostras de água subterrânea. ....	94
Quadro 19 – Matriz de Leopold: armazenamento de combustíveis. ....	98
Quadro 20 – Matriz de Leopold: abastecimento de veículos.....	99
Quadro 21 – Matriz de Leopold: troca de óleo .....	100
Quadro 22 – Matriz de Leopold: lavagem de veículo. ....	101
Quadro 23 – Matriz de Leopold: loja de Conveniência.....	102

## LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Classificação das instalações de postos de combustíveis do município de Porta Alegre – RS. ....	47
--	----

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

AI – Área Contaminada sob Intervenção

AMR – Área em processo de monitoramento para reabilitação

ANA – Agência Nacional de Águas

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Art – Artigo

Av – Avenida

BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos

CDF – Certificado de Destinação Final

cm – Centímetro

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

CSAO – Caixa Separadora de Água e Óleo

CSOL – Caixa Separadora de Água/Óleo

DEAMB – Divisão de Emergências Ambientais

E – East

EIA – Estudo de Impacto Ambientais

EES – *Environmental Evaluation System*

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

LESA – *Local Environmental Sensitivity Program*

L.Q. – Limite de Quantificação

Ltda – Limitada

m – Metro

m<sup>2</sup> – Metro Quadrado

m<sup>3</sup> – Metro Cúbico

N – *North*

NAPL – *Non - aqueous phase liquid*

NBR – Norma Técnica brasileira

NEPA – *National Environmental Policy Act*

n° – Número

p. – Página

PAH – *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon*

pH – Potencial Hidrogeniônico

PM's – Poços de monitoramento

PEM's – Poços de extração multifásica

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RS – Rio Grande do Sul

SASC – Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis

SBG – Sociedade Brasileira de Geologia

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura

SIOUT – Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul

SIG – Sistema de informações geográficas

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SOL – Sistema Online de Licenciamento Ambiental

STJ – Superior Tribunal de Justiça

TPH – Hidrocarbonetos totais de petróleo

UIA – Unidades de Impacto Ambiental

Un. – Unidade

UTM – Universal Transversa de Mercator

VI – Valor de Investigação

VP – Valor de Prevenção

VRQ – Valor de Referência de Qualidade

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 Objetivos .....	13
1.1.1 Objetivos Gerais .....	13
1.1.2 Objetivos Específicos .....	13
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Estado-da-Arte .....	15
1.4 Metodologia.....	18
1.5 Organização deste Trabalho .....	19
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>21</b>
2.1 Geologia Ambiental .....	21
2.1.1 Legislação Ambiental .....	22
2.1.2 Avaliação de Impacto Ambiental .....	27
2.1.2.1 Principais Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental .....	31
2.2 Poluição em Centros Urbanos.....	43
2.2.1 Postos de Gasolina .....	45
2.2.1.1 Contaminação dos Solos.....	48
2.2.1.2 Contaminação da água .....	49
<b>CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>53</b>
3.1 Localização da Área de Estudo.....	53
3.2 Contexto Geológico Regional.....	54
3.3 Contexto Geológico Local .....	55
3.4 Aspectos Hidrológicos.....	58
3.4.1 Águas superficiais .....	58
3.4.2 Águas Subterrâneas.....	59

3.5 Aspectos Fisiográficos .....	61
3.5.1 Clima .....	61
3.5.2 Geomorfologia.....	61
3.5.3 Pedologia .....	62
<b>CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>65</b>
4.1 Dados Gerais – Postos de Combustíveis Avaliados .....	65
4.1.1 Posto 1 .....	65
4.1.1.1 Análise da contaminação em solo e água subterrânea por hidrocarbonetos.....	67
4.1.2 Posto 2 .....	74
4.1.2.1 Análise da contaminação de solo e água subterrânea por hidrocarbonetos.....	76
4.1.3 Posto 3 .....	82
4.1.3.1 Análise da contaminação de solo e água subterrânea por hidrocarbonetos.....	84
4.1.4 Posto 4 .....	84
4.1.4.1 Análise da contaminação de solo e água subterrânea por hidrocarbonetos.....	87
4.1.5 Posto 5 .....	89
4.1.5.1 Análise da contaminação de solo e água subterrânea por hidrocarbonetos.....	92
4.2 Método de Matrizes de Interação - Matriz de Leopold .....	95
4.3 Método de Redes de Interação (Networks).....	103
4.4 Método de Sobreposição de Cartas .....	110
<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>119</b>
<b>CAPÍTULO 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>123</b>

<b>CAPÍTULO 7 – ANEXOS.....</b>	<b>141</b>
---------------------------------	------------

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, o homem vem praticando uma cultura desenvolvimentista não se preocupando com o meio-ambiente. Em vista disso, a fim de proteger e conservar os recursos naturais de forma que as atuais e futuras gerações possam usufruir desses recursos, foi necessário realizar uma reforma e instituir novas leis ambientais eficazes (CUNHA, 2006; SILVA, C e BARBOSA, 2013).

No Brasil, as primeiras leis ambientais criadas foram direcionadas à proteção das florestas, rios, nascentes e encostas, ocupação do solo e sanções para atividades predatórias. De acordo com o Superior Tribunal de Justiça (STJ), em 1934, foram aprovados dois códigos: o Código Florestal e o Código de Águas que posteriormente em conjunto com outras normas, serviram como base para constituir a atual legislação ambiental brasileira. Após 41 anos, em 1975, através do Decreto-Lei<sup>1</sup> 1.413 Art. 1º, as indústrias instaladas ou a se instalarem em território nacional passam a ser obrigadas a promover medidas compensatórias com o intuito de prevenir ou corrigir os prejuízos causados pela poluição e contaminação do meio ambiente.

Neste contexto, a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), de 1981, dispôs de resoluções ambientais de forma efetiva e abrangente a fim de estabelecer diretrizes e critérios básicos com o objetivo de avaliar atividades potencialmente poluidoras. De acordo com essas diretrizes, o licenciamento ambiental é uma das diversas ferramentas utilizadas na Política Nacional de Meio Ambiente, o mesmo resume-se em um processo administrativo efetuado por órgãos públicos e pode ser considerado uma forma de prevenção, fiscalização e controle ambiental, fundamentando-se em leis que visam conceder licenças prévias, de instalação e operação para projetos públicos ou privados de pequeno a grande porte.

Associado a este, a Resolução n.º 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), considera como impacto ambiental “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio

---

<sup>1</sup> Ato decretado com poder de lei que, assinado pelo presidente da República, é expedido pelo Poder Executivo, quando este passa a acumular funções do Poder Legislativo (DICIO, 2021). Disponível em: < <https://www.dicio.com.br/decreto-lei/> >. Acesso em: 19 jul. 2021

ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais”, como por exemplo, posto de revenda de combustíveis que devido à ausência de supervisão durante as Licenças de Instalação e Operação associada ao fator da localização geográfica do empreendimento, resultam em motivos de preocupação, em função da possibilidade de ocorrência de formação de plumas de contaminação geradas por materiais residuais dessa atividade, além de elevar o grau de risco de degradação dos locais próximos ao empreendimento, principalmente em área de estocagem de derivados de petróleo (GUIGUER, 1996, MARQUES, C *et al.*, 2003; PORTO, 2014; SANTOS, R. 2005).

Em vista disso, o presente trabalho tem como intuito analisar de forma objetiva e prática a legislação ambiental brasileira vigente, utilizando parâmetros atuais para avaliar os impactos ambientais causados por postos de combustível em ambiente urbano, utilizando um local previamente selecionado dentro do município de Porto Alegre – RS como área de estudo. Desta forma, foram analisados os impactos causados no solo, água, além dos efeitos causados pela contaminação, riscos de acidentes e resíduos gerados, permitindo a proposição de formas de mitigar e eliminar tais problemas.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivos Gerais**

Analisar a legislação ambiental vigente, utilizando-a como base para a avaliação de impacto ambiental em postos de combustíveis.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos destacam-se:

- (i) avaliar a situação atual dos postos objeto do estudo de caso deste trabalho em relação à legislação e normas técnicas pertinentes;

- (ii) utilizar e aplicar os métodos de AIA afim de avaliar seu uso como ferramentas de análise ambiental, apresentando um parecer sobre tais métodos no final do estudo;
- (iii) indicar e propor medidas de controle visando a minimização dos riscos na área de estudo, utilizando a metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental-AIA;
- (iv) apresentar argumentos e sugerir mudanças em relação à instalação de projetos e empreendimentos em centro urbanos.

## 1.2 Justificativa

De acordo com o anuário estatístico (2020) da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), no Brasil, existem cerca de 40.970 postos de combustíveis, no qual aproximadamente 7,7% localizam-se no estado do Rio Grande do Sul onde grande parte destes apresentam-se em situações precárias ou em condições de risco, resultando em fontes potencialmente poluidoras. Para Fogaça (2015), muitos incidentes que contaminam o meio ambiente têm ocorrido devido à exploração e refinamento de petróleo, bem como transporte e armazenamento de seus derivados.

Nos últimos anos houve um aumento significativo de ocorrências de vazamentos derivados de petróleo em postos de combustíveis devido a manutenção inadequada e limitação da vida útil do sistema e equipamentos, o que ocasionou uma crescente contaminação de solos e água subterrânea, resultando em complicações para o meio ambiente e para a saúde humana. MOISA *et al.*, (2005) afirma que: “a dificuldade de detectar determinadas contaminações apresenta-se devido ao fato de sua difícil recomposição, podendo levar até trinta anos após sua ocorrência” (SANTANA, 2013).

Conforme o relatório (2019) da Divisão de Emergências Ambientais - DEAMB, entre os anos de 2004 a 2019, foram atendidas 1.172 emergências ambientais, entre elas 124 casos envolvendo acidentes com vazamento de óleo ou combustíveis (FEPAM, 2020). Atualmente existem mais de 446.940 áreas em processo de descontaminação devido a acidentes com tanques subterrâneos (PORTO, 2014).

Assim sendo, ressalta-se a importância significativa de tal tema, aflorando debates necessários sob a ótica da sustentabilidade ambiental, ao propor medidas

de controle e monitoramento dos passivos ambientais causados por postos de combustíveis (PROEMA, 2020).

### 1.3 Estado-da-Arte

Levando em consideração o desenvolvimento sustentável das últimas décadas, a utilização de ferramentas como AIA fez-se necessárias. Por consequência alguns trabalhos nacionais e internacionais foram realizados utilizando tal temática, a fim de avaliar dados sobre contaminação e degradação ocasionadas por diferentes empreendimentos e assim mensurar os prejuízos causados por estes ao meio ambiente e aos seres humanos.

O método AIA, pode ser descrito como uma ferramenta de fácil aplicação, Sánchez, L (2013), em seu livro “Avaliação de Impacto Ambiental conceitos e métodos”, apresenta algumas considerações sobre esta ferramenta, baseando-se na afirmação de. que a AIA se associa a diferentes metodologias e procedimentos que são utilizados por agentes públicos e privados no campo do planejamento e gestão ambiental. Desta forma, sua ampla aplicação não só permite descrever os impactos gerados por um determinado empreendimento a ser implantado, mas também se adequa para qualificar o estudo dos impactos que ocorreram no passado ou estão ocorrendo no presente.

Alguns trabalhos apresentam semelhança, já que a maioria dos autores brasileiros utilizam como base para seus estudos a Lei Federal ambiental nº 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e a Resolução CONAMA nº1/86 que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para avaliação de impacto ambiental. Esta resolução formalizou o processo de AIA no Brasil, dispondo de diretrizes e exigências legais relacionado a mesma com Estudo de Impacto Ambientais (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) (STAMM, 2003, p.24; MATTA, 2007, p.29; LEITE, 2013, p.279; BARREIRO e ABIKO, 2016, p.25).

Estudos como o de Barbieri (1995), Rocha, S *et al.* (2005), Dantas *et al.* (2009), Santos, I. (2013), Alves (2015), Almeida e Montañó (2017) e Duarte *et al.* (2017), demonstram as principais questões em relação os procedimentos de realização da AIA no Brasil e em países da América Latina, evidenciando suas características particulares como semelhanças, fatores positivos e negativos e

confrontando-os entre si (LEMONS e PORTER, 1992; EBISEMIJU, 1993; GLASSON *et al.*, 2000; AHMAD e WOOD, 2002; LEE e GEORGE, 2013; SUWANTEEP *et al.*, 2016 *apud* MORAES e D'AQUINO, 2016).

Para que se possa entender melhor a importância da avaliação de impacto, dentro do cenário ambiental do país, os autores Pimentel e Pires (1992) propõem uma abordagem diferente em relação à definição entre metodologia, métodos e técnicas de AIA. Para eles, a avaliação é uma metodologia (estudo sistemático com utilização de métodos e técnicas, ao invés de apenas seguir passos processuais para chegar a um certo objetivo), na qual são definidos certos métodos (procedimentos mais gerais e menos dependentes de um contexto específico), que são operacionalizados com o uso de técnicas (procedimentos relativamente especializados, usados para solucionar determinados problemas).

Neste sentido, Stamm (2003) salienta o crescente desenvolvimento sustentável e a importância de se preservar o meio ambiente para as futuras gerações, apresentando a metodologia AIA como uma ferramenta eficaz para tal desenvolvimento. Assim, o mesmo utiliza como base para seus argumentos a técnica de cenários e o método de Matrizes de Interação, aplicando o modelo Matriz de Leopold em seu estudo de caso afirmando que: “A técnica de cenários permite simular vários locais para estabelecimento do projeto e suas diversas fases de implantação. A teoria das matrizes de Leopold relaciona as ações propostas para a efetivação do projeto com os fatores ambientais impactados por cada uma delas”. Esta tese pode ser citada como um modelo claro para a definição sugerida por Pimentel e Pires (1992), já que a correlação da metodologia, métodos e técnicas resultam em uma visão geral dos meios impactados e das possíveis ações impactantes, permitindo ao profissional ou órgão avaliador a possibilidade de ajustes, atividades mitigadoras e possíveis intervenções visando o bem-estar coletivo e ambiental (STAMM, 2003).

Vale ressaltar que existem diversos métodos de AIA que podem ser aplicados em diferentes situações, como Método Ad Hoc, Método *Check – List*, Matrizes de Interação, Sobreposição de cartas, Redes de Interação, Modelo de Simulação, Metodologias Quantitativas entre outros. Estes métodos podem ser aplicados sozinho ou correlacionados com outro método no também conhecido modelo de Combinação de Métodos. Neste contexto, autores como Costa *et al.* (2005) e Cremonez *et al.* (2014), realizam uma pesquisa bibliográfica de origem qualitativa

em relação aos métodos de AIA em suas obras e podem ser usados como exemplo dentro do contexto acadêmico. Para Costa *et al.* (2019) “todos os métodos apresentam potencialidades e limitações, sendo que a escolha do método a ser utilizado depende de vários fatores, tais como, recursos técnicos e financeiros disponíveis, tempo para realização do estudo, disponibilidade de dados e requisitos legais, características intrínsecas do tipo de empreendimento”.

Todos os empreendimentos a serem licenciados a partir de 1981, são considerados potencialmente poluidores e necessitam de um estudo prévio que avalie os efeitos que serão gerados por eles. São exemplos destes: estradas, ferrovias, portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos, aeroportos, oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos, postos de gasolina, barragens, extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão), extração de minério, aterros sanitários ou locais de descarte de resíduos sólidos, usinas de geração de eletricidade, complexo e unidades industriais e agroindustriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos), exploração de madeira ou de lenha, qualquer atividade que utilizar carvão vegetal, derivados ou produtos similares, entre outros (BRASIL, 1986).

Dentre os exemplos apresentados acima, os postos de combustíveis são considerados um dos principais agentes precursores de poluição e contaminação em centros urbanos, devido à alta taxa de vazamentos de tanques subterrâneos e acidentes com o transporte e refinarias. Desta forma, pode-se citar algumas leis atuais que visam conter tais problemas como a Resolução CONAMA 273/2000 que: “Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição” e as leis estaduais aplicadas no Rio Grande do Sul como a Portaria n° 043/2009 da FEPAM que “dispõe sobre normas e procedimentos para o controle de emissões de efluentes líquidos e atmosféricos de postos de combustíveis e serviços, no licenciamento ambiental destas atividades”, a Resolução CONSEMA 355/2017 que “dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais” e a Portaria FEPAM N.º 82/2020 que “dispõe sobre critérios, diretrizes gerais e os procedimentos a serem seguidos no Licenciamento Ambiental de empreendimentos do ramo Comércio Varejista de Combustíveis”(BRASIL, 2001, 2009, 2017 e 2020).

Abordando tal temática, o presente estudo, assim como já realizado por autores como Rocha, S. (2005), Souza. C. (2009), Viana (2010), Rocha, W *et al.* (2013), Santana (2013), Almeida, S. *et al.* (2014), visa realizar uma análise dos principais impactos ambientais causados pela instalação de postos revendedores de combustíveis na região urbana.

#### **1.4 Metodologia**

Atualmente o mundo passa por diversos problemas causados pela Pandemia de covid - 19, desta forma, todos os dados utilizados nestes trabalhos foram coletados de forma remota, assim, o levantamento bibliográfico e os dados referentes aos postos de combustíveis foram retirados do <sup>2</sup>Sistema Online de Licenciamento Ambiental (SOL) e do Portal Nacional de Licenciamento Ambiental.

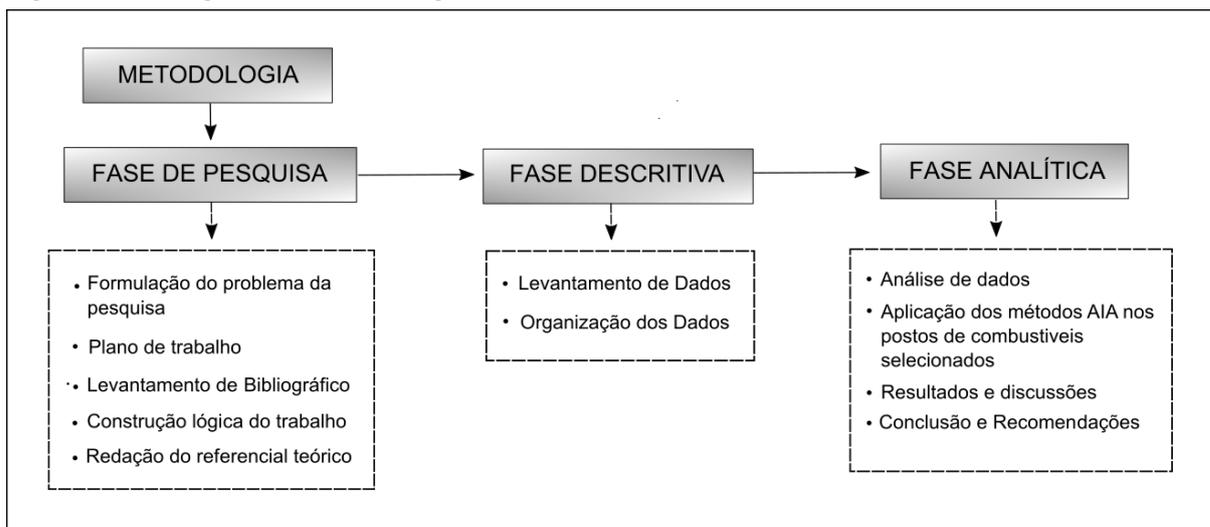
A partir do levantamento bibliográfico preliminar sobre legislação ambiental, licenciamento ambiental e avaliação de impacto ambiental em postos de combustíveis, iniciou o interesse sobre tal estudo e conseqüentemente houve a escolha do município de Porto Alegre como sede do trabalho. De forma que para a escolha da área de estudo, foi levando em consideração o fato de que a cidade de Porto Alegre localiza-se em região urbana, apresentando amplo banco de dados do sistema de informações geográficas (SIG) e registros disponíveis na *web* relacionados aos postos de combustíveis locais, bem como foram consideradas as proximidades dos empreendimentos com locais públicos como hospitais; escolas; faculdades; parques, entre outros, assim como disposto no Art. 5º, inciso I, alínea c, da Resolução CONAMA nº 273/2000.

A partir disto, as etapas do processo metodológico serão apresentadas na Figura 1, de forma esquemática e abreviada. Vale ressaltar que todas as etapas estão descritas ao longo do conteúdo do trabalho.

---

<sup>2</sup> Sistema Online de Licenciamento Ambiental: é um sistema do Governo Estadual do Rio Grande do Sul onde são disponibilizados dados referentes a alguns empreendimentos licenciados em determinadas localidades. Disponível em: < <https://secweb.procergs.com.br/sra/> >. Acesso em: 19 jul. 2021.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia adotada.



Fonte: Autora.

## 1.5 Organização deste Trabalho

A estrutura deste trabalho de conclusão de curso está dividida em sete capítulos, sendo estes: Introdução, Revisão Bibliográfica, Apresentação de estudo de caso, Resultados e Discussões, Conclusão e Recomendações, Referências Bibliográficas e Anexos.

O primeiro capítulo introduz e contextualiza os leitores sobre a temática abordada, bem como justifica os motivos para a escolha do tema, os principais objetivos envolvidos e a metodologia utilizada. Além disso, o capítulo apresenta uma compilação de trabalhos científicos que utilizam a metodologia AIA, demonstrando a visão de outros autores sobre o mesmo assunto, porém com diferentes aplicações.

O segundo capítulo compreende a fundamentação teórica, sendo esta dividida em duas partes: a primeira parte apresenta a teoria dos métodos e técnicas relacionadas à Geologia Ambiental, assim como principais métodos aplicados no estudo AIA e a legislação ambiental vigente relacionada a esta ferramenta. A segunda parte apresenta conceitos relacionados à poluição em centros urbanos e suas principais causas e consequências.

O terceiro capítulo apresenta o estudo de caso, compreendendo dados importantes para a elaboração do trabalho como localização da área de estudo, contexto geológico regional e local, aspectos hidrológicos e fisiográficos.

O quarto capítulo expõe a aplicação prática da metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental, envolvendo a utilização três tipos de métodos diferentes

(Matrizes de Interação, Redes de Interação e Sobreposição de cartas), bem como apresenta dados retirados do Sistema Online de Licenciamento Ambiental referentes aos postos de combustíveis avaliados.

O quinto capítulo apresenta as considerações finais do presente estudo, sendo está representada de forma sintética, baseada em informações geradas a partir dos nos resultados e discussões, bem como também apresenta recomendações relacionadas a ações mitigadoras voltadas a redução dos impactos gerados por projetos altamente poluidores como os postos revendedores de combustíveis.

No capítulo seis, são apresentadas as referências utilizadas no decorrer da elaboração deste trabalho.

E por fim, no capítulo sete são apresentados os anexos. Esta última etapa detém informações na forma de ilustrações que são utilizadas como parte da fundamentação teórica.

## CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Geologia Ambiental

A Geologia Ambiental, é uma área das geociências que estuda problemas geológicos decorrentes de ações antropológicas e para que seja realizada, a mesma fundamenta-se em leis ambientais vigentes. Para Medina (2007), a geologia ambiental, é o estudo da geologia aplicada ao meio ambiente, que busca investigar os problemas geológicos decorrentes da relação entre o homem e a superfície terrestre, podendo ser aplicado em áreas de risco geológico, no planejamento urbano, no uso e ocupação do meio físico, nas avaliações de impacto ambiental e recuperação de áreas degradadas e, em especial, as áreas de mineração (KELLER, 1982; LEIZ e AMARAL, 1998 *apud* MENEGUZZO, 2010; BACCI, 2009; SILVA, D. 2018).

De forma cronológica e resumida, Almeida, L. (2015) descreve o histórico da geologia ambiental, iniciando em 1970, quando o geólogo e educador Peter T. Flawn a descreveu como “o ramo da Ecologia que trata das relações entre o homem e seu habitat geológico, preocupando-se com o homem e o uso da terra”. Outras versões aprimoradas sobre determinado assunto, vieram nos anos seguintes, em 1983, a Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) descreveu a geologia ambiental como “o campo do conhecimento geológico que estuda as transformações do meio físico decorrentes da interação entre os processos naturais e a ocupação humana”.

Nos últimos vinte anos, graças à urbanização de cidades e regiões, a geologia ambiental vem se desenvolvendo em ritmo acelerado. A partir de diferentes parâmetros e ferramentas, a mesma gera informação e projeções sobre áreas onde ocorrem impactos relacionados à implantação e operação de diferentes projetos. Desta forma, os estudos realizados na geologia ambiental possuem correlação com leis ambientais e diferentes instrumentos utilizados por órgão fiscais. Estes instrumentos são conhecidos como: avaliação de impactos sobre o meio físico, recuperação de áreas degradadas, monitoramento ambiental, auditorias ambientais, investigação de passivo ambiental, licenciamento ambiental e estudo de impacto ambiental (SBG, 1984; FLAWN, 1970; ERICKSON, 2002; MEDINA *et al.*, 2007; LAMAREAUX, 2019).

### 2.1.1 Legislação Ambiental

A relação do homem com o meio ambiente é antiga, ao longo da história a utilização de recursos naturais é essencial para fonte de vida. A prática da cultura desenvolvimentista e uso desmedido dos recursos durante décadas, resultou na escassez dos mesmos em determinadas regiões. Em vista disso, a fim de proteger e conservar os recursos naturais de forma que as atuais e futuras gerações possam usufruir, foi necessário realizar uma reforma e instituir novas leis ambientais eficazes (CUNHA, 2006; BORGES *et al.*, 2009, SILVA, C e BARBOSA, 2013).

Esta reforma é marcada por avanços e retrocessos visando avaliar diretamente os impactos causados pelos empreendimentos em determinados locais como áreas industriais e grandes cidades (BORGES *et al.*, 2009). O sistema de gestão ambiental do Brasil, após sua criação e implementação, precisou ser modificado para que se adequasse os diferentes momentos político-sociais do país (HAYASHI, 2015; SILVA, L *et al.*, 2019 *apud* MOREIRA, K *et al.*, 2021).

Um dos momentos mais marcantes dentro deste cenário foi a Conferência de Estocolmo (1972) onde a comissão brasileira demonstrou ser contrária às pautas apresentadas, visando somente o desenvolvimento do país, manifestando total descaso com proteção ao meio ambiente (MEDINA, N. 2009; CATUNDA *et al.*, 2011; ARAÚJO, 2012; COELHO, 2020). Após a conferência, diversos outros debates ocorreram com o intuito de promover a proteção ambiental em paralelo com o desenvolvimento. Em nível nacional, o Brasil introduziu leis e diretrizes voltadas para a proteção ambiental e extração de recursos naturais, criando instrumentos de controle e fiscalização que posteriormente foram inseridos na legislação, porém algumas destas constituições foram propostas visando não somente o desenvolvimento ambiental do país, mas também o cenário internacional e acordo realizados (BARROS *et al.*, 2012 *apud* SOUSA, 2020).

As leis existentes estão diretamente ligadas às demandas sociais (SOUZA, L. *et al.*, 2020). Alguns autores como Monosowski (1989); Sarlet *et al.* (2014); Moreira, K *et al.* (2021), dividem a evolução da política ambiental brasileira em diferentes períodos, onde se destacam leis como, Decreto-Lei<sup>1</sup> que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais (Lei 1.413-1975), Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938 – 1981), Resolução CONAMA (Nº

001/1986) que dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA); Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605 – 1998), entre outras.

O desenvolvimento de novas normas e leis nem sempre tem finalidade a preservação ambiental, as mesmas podem estar relacionadas à fiscalização; gestão; planejamento; controle de extração de recursos ambientais; licenciamentos; avaliação de impactos e riscos de contaminação.

Empreendimento como postos de combustíveis podem ser citados como exemplo para a aplicação de diferentes leis, já que os mesmos comumente são encontrados em diferentes localidades, tornando-se uma importante atividade econômica para o país, entretanto, apesar de ser uma atividade necessária para a sociedade, os postos de gasolina apresentam diversas características negativas, como à possibilidade de ocorrência de formação de plumas de contaminação geradas por materiais residuais, que aumentam o risco de degradação dos locais próximos ao empreendimento, principalmente em área de estocagem de derivados de petróleo (GUIGUER, 1996; MARQUES, C *et al.*, 2003; PORTO, 2014; SANTOS, R. 2005).

Em vista disso, a Tabela 1 destaca as principais leis aplicadas a postos de combustíveis apresentadas por órgãos ambientais brasileiros, federais e estaduais e que serão utilizadas e citadas ao longo do presente estudo.

Tabela 1 – Leis e normas aplicadas a postos de combustíveis.

Lei e Resoluções Ambientais	Descrição
Lei Estadual n.º 6.503/72	Dispõe sobre a promoção, proteção e recuperação da saúde pública. Estado do Rio Grande do Sul.
Lei Federal n.º 6.766/79	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.
Lei Federal n.º 6938/ 81	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n.º 04/85	Reservas Ecológicas.
Resolução CONAMA nº 1/86	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

“Continua”

"Continuação"

Leis e Resoluções Ambientais	Descrição
Resolução CONAMA nº 006/86	Aprova os modelos de publicação de pedidos de licenciamento em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão, assim como os novos modelos para publicação de licenças.
Decreto Estadual nº 38.356/88	Regulamenta a Lei nº 9.921/93. Estado do Rio Grande do Sul.
Decreto nº 99.274/ 90	Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27/04/1981, e a Lei nº 6.938, de 31/08/1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 13/90	Sobre o licenciamento no entorno de Unidades de Conservação.
Lei Estadual nº 9.519/92	Institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.
Lei Estadual nº 9.921/93	Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências. Estado do Rio Grande do Sul.
Resolução CONAMA nº 09/93	Óleos lubrificantes usados.
Resolução CONAMA nº 2/96	Estabelece reparação aos danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas, devido ao licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental.
Resolução CONAMA nº 237/97	Estabelece critérios para licenciamento ambiental.
Lei Federal nº 9.605/1998 (Lei Dos Crimes Ambientais)	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei Estadual nº 11.520/2000	Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 273/2000	Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição.
Resolução CONAMA nº 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água, diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

"Continua"

"Continuação"

Leis e Resoluções Ambientais	Descrição
Resolução ANP Nº 12/2007	Estabelece a regulamentação para operação e desativação das instalações de Ponto de Abastecimento e os requisitos necessários à sua autorização.
Resolução CONAMA nº 398/2008	Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração.
Resolução CONAMA nº 420/2009	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.
Portaria FEPAM nº 043/2009	Dispõe sobre normas e procedimentos para o controle de emissões de efluentes líquidos e atmosféricos de Postos de Combustíveis e Serviços, no licenciamento ambiental destas atividades no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul.
Resolução CONAMA nº 430/2011	Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.
Lei nº 12.651/ 2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Novo código florestal).
Resolução CONAMA nº 460/2013	Altera a Resolução no 420, de 28 de dezembro de 2009, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e dá outras providências.

"Continua"

“Continuação”

Leis e Resoluções Ambientais	Descrição
Resolução CONSEMA nº 355/2017	Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul
Resolução CONSEMA 372/2018	Dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental.
Portaria FEPAM N.º 82/2020	Dispõe sobre critérios, diretrizes gerais e os procedimentos a serem seguidos no Licenciamento Ambiental de empreendimentos do ramo Comércio Varejista de Combustíveis, no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.

Normas – ABNT	Descrição
NBR 13786	Seleção de equipamentos e sistemas para instalações subterrâneas de combustíveis em postos de serviço.
NBR 13784	Deteção de vazamento em postos de serviço.
NBR 14722	Posto de serviço - Tubulação não-metálica.
NBR 16161	Tanque metálico jaquetado subterrâneo - Requisitos de fabricação e de modulação.
NBR 16713	Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Tanque subterrâneo em plástico reforçado com fibra de vidro - Especificação de fabricação, modulação e desempenho.
NBR 14639	Posto de serviço - Instalações elétricas.
NBR 14605	Posto de serviço - Sistema de drenagem oleosa.
NBR 14606	Postos de serviço - Entrada em espaço confinado.
NBR 13787	Controle de estoque dos sistemas de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC) nos postos de serviço.

“Continua”

“Conclusão”

Normas ABNT	Descrição
NBR 16764	Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Instalação dos componentes do sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC), óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC) e ARLA 32.
NBR 17505	Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis. Parte 3: Sistemas de tubulações

Fonte: Modificado de FEPAM (2021)<sup>3</sup>.

### 2.1.2 Avaliação de Impacto Ambiental

O termo avaliação de impacto ambiental (AIA) pode ser definido como um instrumento de planejamento ambiental, tendo sua origem intimamente relacionada à legislação ambiental internacional a *National Environmental Policy Act* (NEPA) (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente). Esta lei foi aprovada pelo Congresso dos Estados Unidos em 1969 e se transformou em modelo de legislação, sendo este replicado em todo o mundo. Tal modelo, exigia de todos os empreendimentos com potencial poluidor, o cumprimento de algumas diretrizes a fim de comprovar sua viabilidade ambiental (MOREIRA, I. 1985; VIEIRA, 2001; ROCHA, S *et al.*, 2005; MORGAN, 2012; SÁNCHEZ, L. 2013 *apud* MORAES, 2016; MARTINS *et al.*, 2018).

Dez anos após, mais precisamente na década de 80, o Brasil tem os primeiros procedimentos jurídicos referente à AIA (MARTINS *et al.*, 2018), sendo estes apresentados na Tabela 2.

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.licenciamentoambiental.rs.gov.br/>>. Acesso em: 22 de jul. 2021

Tabela 2 – Legislação ambiental brasileira associada a avaliação de impacto ambiental.

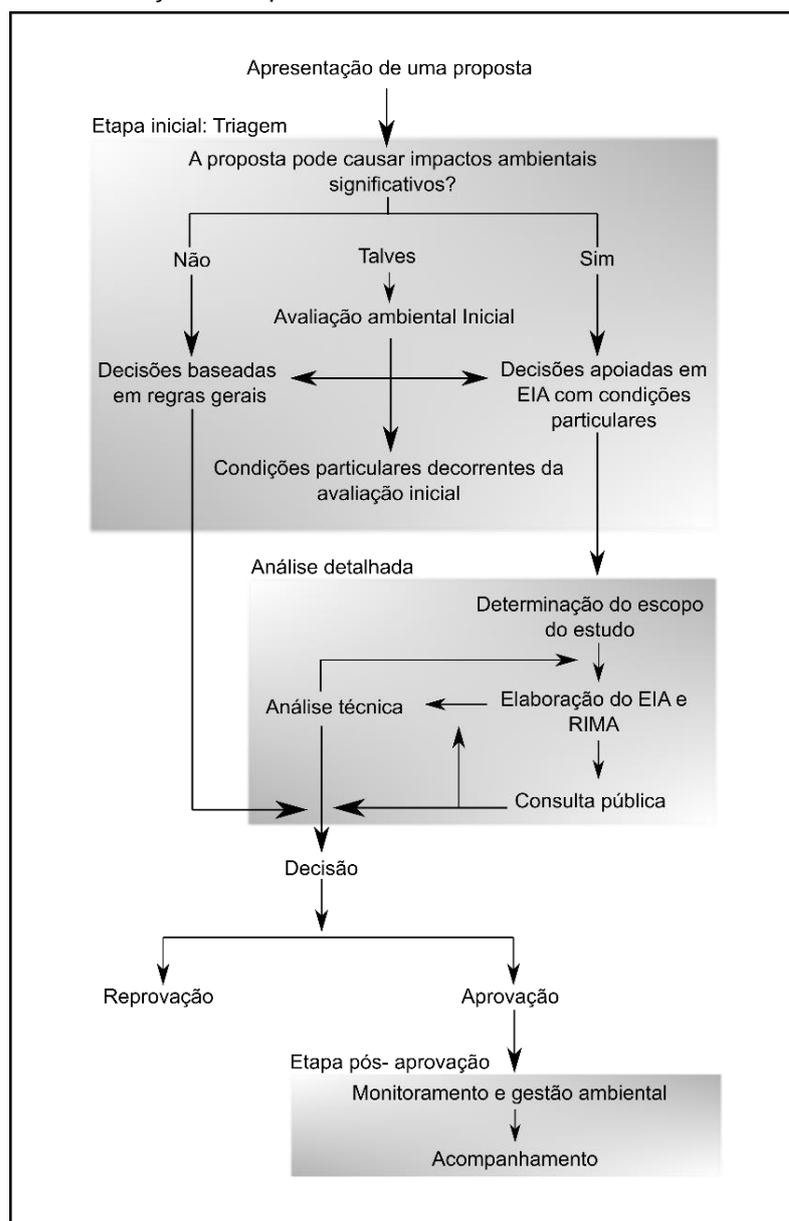
Ano	Instrumento Legal	Definição	Instituição
1980	Lei 6.803 – zoneamento ambiental nas áreas críticas de poluição	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.	Não cria nova instituição
1981	Lei 6.938 – Política Nacional do Meio Ambiente (alterações: leis 7.804/89 e 9.028/90)	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.	SISNAMA CONAMA
1986	Resolução n.º 001/1986- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental	Não cria nova instituição

Fonte: Modificado de Sánchez, L. (2013, p.116-117).

Posteriormente, em 1992, ocorre na cidade do Rio de Janeiro a Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento conhecida como ECO-92 ou Rio-92, que recomendou aos países, de modo geral, a inclusão do AIA no processo de planejamento de programas e projetos de desenvolvimento (VIEIRA, 2001; SANTOS, I. 2013 *apud* MARTINS *et al.*, 2018).

Conforme ilustra a Figura 2, para desempenhar esse papel, a AIA é estruturada de forma que seja realizada uma série de atividades sequenciais e procedimentos, correlacionadas de maneira lógica (SÁNCHEZ, L. 2013).

Figura 2 – Processo de avaliação de impacto ambiental.



Fonte: Modificado de Sánchez, L. (2013, p.160).

Assim, os procedimentos são divididos nas seguintes etapas descritas abaixo:

- (i) **apresentação da proposta:** o processo tem início quando a proposta é apresentada para o órgão ambiental público ou privado encarregado de realizar a AIA, a fim de obter aprovação e posteriormente o licenciamento desse empreendimento. Esta solicitação, normalmente possui informações sobre o consumo de recursos naturais, localização, principais atividades e características técnicas do empreendimento. Nesta etapa, a avaliação prévia dos impactos ambientais, só é realizada em projetos que apresentem alto potencial poluidor ou

degradante. (MILARÉ, 2011; GLASSON *et al.*, 2012, MARAES, 2016; SÁNCHEZ, L. 2013);

- (ii) **triagem:** esta etapa possui como função a separação de tais projetos, avaliando os mesmos de acordo com o grau de impacto ambiental gerado. Desta forma, a partir de critérios pré-definidos, o projeto pode ser encaixado em umas das três categorias apresentadas abaixo, sendo estas definidas por Sánchez, L. (2013):
- são necessários estudos aprofundados;
  - não são necessários estudos aprofundados;
  - há dúvidas sobre o potencial de causar impactos significativos ou sobre as medidas de controle.
- (iii) **determinação do escopo do Estudo de Impacto Ambiental:** esta etapa ocorre antes da realização do EIA. A determinação do escopo, se define a partir da abrangência e a profundidade dos estudos que serão realizados. A conclusão da etapa de determinação da abrangência ocorre com a elaboração de um documento que estabelece as diretrizes dos estudos a serem executados, conhecido como *termos de referência* ou *instruções técnicas* (SÁNCHEZ, L. 20013);
- (iv) **acompanhamento:** por fim, esta última etapa define as atividades que serão efetuadas após a decisão de autorização e implantação do empreendimento. Estas atividades incluem: fiscalização, supervisão, auditoria e monitoramento (SÁNCHEZ, L. 20013).

A avaliação de impacto ambiental, é uma das muitas ferramentas utilizadas na gestão ambiental, desta forma as diferentes etapas apresentadas anteriormente estão associadas a técnicas e métodos específicos que se complementam de forma individual ou conjunta, através de metodologias que permitam a correta abordagem dos fatores ambientais envolvidos (BISSET, 1987 *apud* VIEIRA, 2001)

Vale ressaltar que o procedimento AIA seria a primeira etapa do processo de licenciamento ambiental, sendo que tal processo abrange outros procedimentos como o EIA e o RIMA. Assim, o presente trabalho constitui-se sob tal consideração e utiliza o procedimento AIA como um estudo preventivo, já que a mesma é vista por

diferentes autores como sendo um diagnóstico pré-EIA, sendo este fundamento defendido em grande parte dos livros-textos utilizados como referência neste trabalho (SÁNCHEZ, L. 20013).

### **2.1.2.1 Principais Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental**

As técnicas ou métodos apresentados abaixo, tem como objetivo promover o conhecimento prévio, a discussão e o diagnóstico imparcial dos impactos positivos e negativos de um projeto, onde as avaliações permitem evitar e mitigar os prejuízos e potencializar os benefícios, favorecendo a eficácia das soluções (MARTINS *et al.*, 2018). Porém, vale ressaltar que, nenhum dos métodos que serão apresentados a seguir possuem aplicabilidade em todos os tipos de empreendimentos, alguns apresentam-se eficazes diretamente e outros indiretamente, sendo necessário muitas vezes a aplicação de dois ou mais métodos de AIA. Desta forma, o método ou técnica que será usada dependerá de diversas condições como local, dados disponíveis, recursos financeiros, entre outros (MORAES & D'AQUINO, 2016; MARTINS *et al.*, 2018).

Neste sentido, o Método Espontâneo (AD HOC), considera o parecer de múltiplos especialistas de diferentes áreas (Geólogos, Engenheiros, Geotécnicos, Biólogos, Geógrafos, entre outros), são descritos os impactos ambientais positivos e negativos do empreendimento baseado nas experiências dos técnicos ou profissionais (FEDRA *et al.*, 1991, LOHANI *et al.*, 1997 *apud* MORAES & D'AQUINO, 2016). O método é realizado de forma que grupos de especialistas são montados, para que se torne mais fácil as discussões e a troca de informação acerca dos diferentes impactos gerados em diferentes áreas de interesse (MARTINHA, 2013). A referida metodologia é adequada às situações com escassez de dados e em caso onde a avaliação deve ser efetuada em um curto espaço de tempo (CARVALHO e LIMA, 2010 *apud* CREMONEZ *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2005 *apud* COSTA *et al.*, 2019). Os impactos elencados por este método são identificados, de forma habitual, por meio de *brainstorming*, descrevendo-os e sintetizando-os em seguida através de tabelas ou matrizes (SILVA, P. 2004; CALDAS, 2006; OLIVEIRA, F. & MOURA, 2009; FINUCCI, 2010, CREMONEZ *et al.*, 2014). Deste modo, de forma representativa a Tabela 3 abaixo, exemplifica a aplicação do método AD HOC.

Tabela 3 – Representação do método AD HOC – Impacto ambiental x Área ambiental.

Área	Impacto Ambiental									
	EL	EP	EN	B	EA	P	CP	LP	R	I
Vida Selvagem			x			x	x			
Espécies ameaçadas	x									
Vegetação			x			x			x	
Vegetação Exótica	x									
Aragem			x			x		x		x
Características do solo	x									
Drenagem Natural	x									
Água Subterrânea		x		x						
Ruído			x				x			
Pavimentação						x				
Recreação	x									
Qualidade do ar			x		x			x		x
Comprometimento estético	x									
Áreas virgens		x			x			x		x
Saúde e segurança	x									
Valores econômicos		x		x				x		
Utilidade públicas (incluindo escolas)						x	x	x		
Serviços públicos	x									
Compatibilidade com planos regionais		x		x				x		

EL: Efeito Nulo EP: Efeito Positivo EN: Efeito Negativo B: Efeito Benéfico  
EA: Efeito Adverso P: Problemático CP: Curto Prazo LP: Longo Prazo  
R:Reversível I:Irreversível

Fonte: Modificado de Raul e Wooten (1980) *apud* Braga, *et al.* (2005, p.258).

O Método Delphi (ou Delfos), pode ser citado como exemplo mais conhecido do método espontâneo. O mesmo inicia-se com a escolha de especialistas, não havendo necessidade de ocorrer reuniões. Após efetuar as escolhas, realiza-se a aplicação de questionários com informações sobre a área de estudo, sendo este aplicado em diferentes “rodadas” (em torno de cinco), até que todos os profissionais cheguem em um consenso. Por fim, é produzido um relatório contendo a síntese conclusiva das opiniões (VIEIRA, 2001; STAMM, 2003 *apud* MARTINS *et al.*, 2018).

O segundo principal método a ser citado é o de *Check- List*, também conhecido como método de listagem. Este método, foi o primeiro a ser aplicado para avaliar os impactos ambientais (SILVA, P. 2004 *apud* MARTINS *et al.*, 2018), embora apresente diferentes formas, de modo geral, o *Check -List* consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir de um diagnóstico ambiental, que deverá contemplar os meios físico, biológico e socioeconômico (BISSET, 1987 *apud* VIEIRA, 2001; MORAES & D'AQUINO, 2016). Após o diagnóstico, os especialistas irão relacionar os impactos gerados nas fases de implantação e operação e classificá-los em positivo e negativo (COSTA *et al.*, 2005; MEDEIROS, 2010 *apud* MORAES & D'AQUINO, 2016).

Assim como o método espontâneo, o método *Check - List* é adequado às situações com escassez de dados e em caso onde a avaliação deve ser efetuada em um curto espaço de tempo (CARVALHO E LIMA, 2010 *apud* COSTA *et al.*, 2019). Vale ressaltar que este método apresenta algumas variações, tais como: listas simples, listas descritivas, listas comparativas, listagens de controle escalar, listagem de controle ponderáveis e questionários (FEDRA *et al.*, 1991; LOHANI *et al.*, 1997; STAMM, 2003; FINUCCI, 2010; SANCHES, R. 2011). Na Tabela 4, abaixo é possível observar de forma representativa o modo de aplicação do método *Check - list*.

Tabela 4 – Método de *Check – List*.

Aspecto Ambiental	Parâmetro	Critério
Solo e subsolo	Apresenta sinais de erosão	Sim
	Alteração na capacidade de uso de terra	Sim
	Dano ao relevo	Sim
	Permeabilidade do solo	Sim
Ar	Emissão de odores	Forte
	Proximidade de núcleos habitacionais	Distância < 200 m
	Existe queima de resíduos	Sim
Água	Manancial superficial comprometido	Sim
	Presença do chorume a céu aberto	Sim
	Distância	Distância < 200m
	Equilíbrio	Não
	Utilidade	Animais
Paisagem	Alteração na paisagem (impacto visual)	Sim
	Paisagem original	Sim
	Existe projeto de readequação	Não
Outro	Presença de animais	Sim
	Desvalorização de terreno	Não Avaliado
	Presença de vetores de doenças	Sim
	Presenças de catadores	Sim
	Danos à saúde de quem transita no local	Sim

Fonte: Adaptada do por Campos (2008) *apud* Almeida, R e Silva, D. (2018, p.95).

O Método *Threshold of Concern* pode ser citado como um dos exemplos de método de listagem mais conhecidos. O termo *Threshold of Concern* significa “Limiar de preocupação” ou “Patamar de tolerância”, isto é, o ponto crítico ou o valor de um parâmetro a partir do qual qualquer alteração é preocupante (SASSAMAN, 1981 *apud* VIEIRA, 2001). Este método é voltado para avaliação dos impactos ambientais de projetos de manejo florestal, estando relacionado à legislação ambiental e florestal dos Estados Unidos. De acordo com Vieira (2001), este método desenvolve-se em cinco etapas:

- (i) listagem dos fatores ambientais relevantes;
- (ii) escolha dos critérios ou indicadores mais representativos a cada fator ambiental;
- (iii) escolha do limite de interesse de cada critério, por meio de análise ambiental da área afetada;
- (iv) listagem dos prováveis impactos de cada alternativa do projeto e de sua duração;

- (v) comparação dos impactos previstos com os limites de interesse correspondentes.

Outro exemplo muito conhecido de *Check-List*, é o Método *Battelle* (ou *Environmental Evaluation System - EES*). O mesmo pode ser descrito como uma listagem de controle, escalar ponderada, desenvolvida e utilizada na avaliação de impactos ambientais de projeto relacionados a recursos hídricos, com intenção de promover uma abordagem sistemática, abrangente e hierarquizada do meio ambiente (VIEIRA, 2001). De acordo com Martinha (2013), a aplicação deste método se baseia em 78 parâmetros ambientais, agrupados em 18 componentes e, por fim, reagrupada em 4 categorias: aspectos estéticos, ecologia, interesse humano e poluição ambiental. Para cada parâmetro, é aplicado um peso expresso em Unidades de Impacto Ambiental (UIA), de modo a se atingir um valor máximo de 1000 UIA (FINUCCI, 2010 *apud* MARTINHA, 2013). Avalia-se a qualidade ambiental sem e com a implantação do projeto, entre as quais a diferença pode ser adversa (negativa) ou benéfica (VIEIRA, 2001).

O Método matrizes de interação, também pode ser citado como uns dos principais métodos de AIA. O mesmo surgiu a partir da tentativa de suprir as carências do método de *checklist* (CREMONEZ *et al.*, 2014), sendo visto como um método simples, mas de vasta importância na orientação dos estudos (PEREIRA e BORÉM, 2007). Refere-se a uma listagem de controle bidimensional que relaciona os fatores com as ações (COSTA *et al.*, 2005; MARTINS *et al.*, 2018; COSTA *et al.*, 2019), dispendo ao longo dos seus eixos (vertical e horizontal), as ações de implantação do projeto e os fatores ambientais que poderão ser afetados, permitindo assinalar, nas quadrículas correspondentes às interseções das linhas e colunas (MOREIRA, I. 1992 *apud* VIEIRA, 2001). Tal método é muito eficiente na identificação de impactos diretos (alteração do ambiente que entra em contato com a ação transformadora), tendo como objetivo relacionar as interações entre os fatores ambientais e os componentes do projeto (SÁNCHEZ, L. 2008 *apud* COSTA *et al.*, 2019; FINUCCI, 2010 *apud* CREMONEZ *et al.*, 2014).

O método Matriz de Leopold é um dos exemplos mais conhecidos de métodos de matrizes. Dentre os vários tipos de modelos de matrizes existentes, a matriz de LEOPOLD *et al.* (1971) possui destaque, sendo reconhecida e utilizada mundialmente. A primeira matriz de Leopold foi desenvolvida nos Estados Unidos

em 1971 para projetos de mineração. Ao longo do tempo, a mesma sofreu várias modificações com a finalidade de adequar suas características iniciais a uma infinidade de projetos (TOMMASI, 1994 *apud* VIEIRA, 2001). Este método é baseado em uma lista de 100 ações com potencial de possíveis provedores de impacto ambiental e 88 características ambientais (FINUCCI, 2010 *apud* CREMONEZ *et al.*, 2014). Esta combinação origina uma matriz com 8.800 casos. Desta forma, inicialmente, deve-se assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para que posteriormente se estabeleça a magnitude e a importância de cada impacto em uma escala que varia de 1 a 10. A partir disto, é possível identificar e avaliar se o impacto em questão é positivo ou negativo (LOHANI *et al.*, 1997; ABBASI e ARYA, 2000, VIEIRA, 2001, OLIVEIRA, F e MOURA, 2009; FINUCCI, 2010; CREMONEZ *et al.*, 2014; MORAES & D'AQUINO, 2016).

A Figura 3 apresentada abaixo, demonstra o modelo de matriz de interação proposto por Leopold.

Figura 3 – Exemplificação dos estratos da Matriz de Leopold.

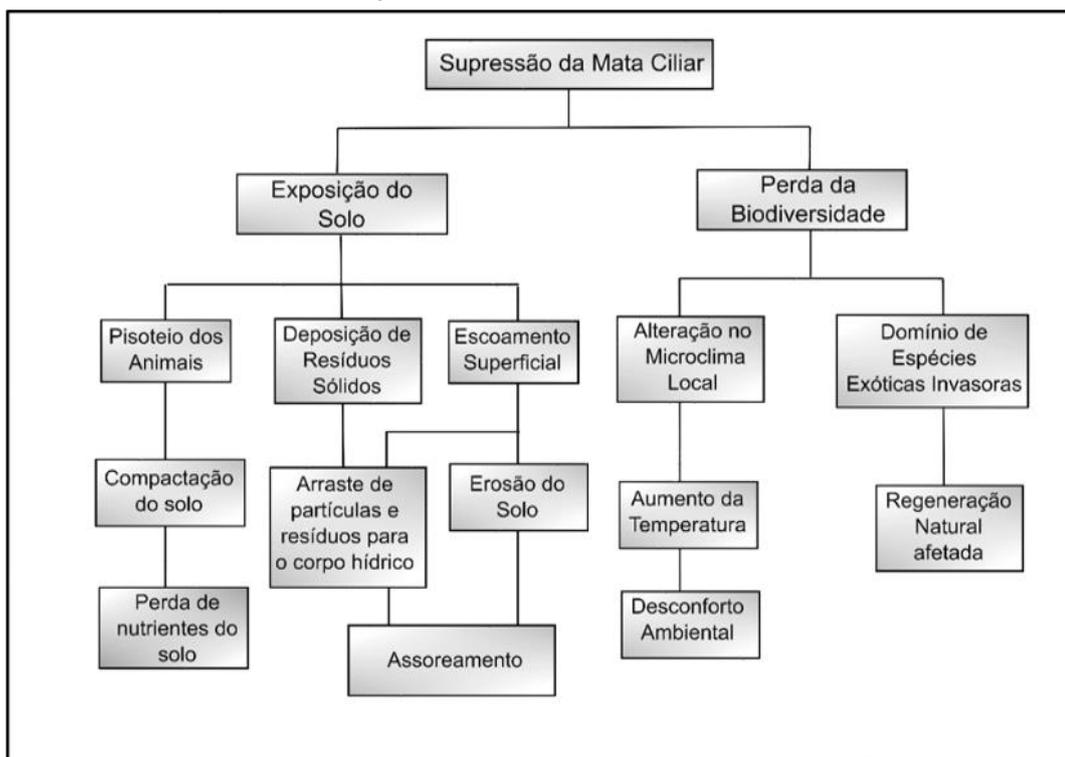
	Sítios industriais e edifícios II B.b.	Estradas e pontes II B.d.	Linhas de transmissão II B.h.	Detonação e perfuração II C.a.	Escavações de superfície II C.b.	Processamento de minério II D.f	Transporte por caminhões II G.c	Disposições de rejeitos II H.c.	Vazamentos II J.b.
<b>A.2.d. Qualidade da água</b>					2/2	1/1		2/2	1/4
<b>A.3.a. Qualidade da atmosfera</b>						2/3			
<b>A.4.b. Erosão</b>		2/2			1/1			2/2	
<b>A.4.c. Sedimentação</b>		2/2			2/2			2/2	
<b>B.1.b. Arbustos</b>					1/1				
<b>B.1.c. Gramíneas</b>					1/1				
<b>B.1.f. Plantas aquáticas</b>					2/2			2/3	1/4
<b>B.2.c. Peixes</b>					2/2			2/2	1/4
<b>C.2.e. Camping e caminhadas</b>					2/4				
<b>C.3.a. Vistas cênicas e paisagem</b>	2/3	2/1	2/3		2/3		2/1	3/3	
<b>C.3.b. Qualidade do ambiente selvagem</b>	4/4	4/4	2/2	1/1	3/3	2/5	2/5	3/5	
<b>C.3.h. Espécies raras e importantes</b>		2/5		5/10	2/4	5/10	5/10		
<b>C.4.b. Saúde e segurança</b>							3/3		

Fonte: Modificado Leopold *et al.* (1971, p.10).

Semelhante ao método anteriormente citado, o método de Redes de Interação destaca-se como um dos principais métodos de AIA, devido ao fato de abranger diferentes níveis de impactos indiretos. Segundo Moraes & D'Aquino (2016), o método foi desenvolvido por “*Travellers Research Corp*” em 1969, mas a abordagem mais conhecida é de Sorensen (1971). As redes de interação, “*networks*” (Figura 4) foram desenvolvidas para estudar os impactos indiretos (primários, secundário e terciário) (COSTA *et al.*, 2019), trata-se de uma técnica que estabelece relações de causa-condição-efeito, o que facilita a visualização e identificação dos impactos e suas inter-relações (MARTINHA, 2013). Utiliza-se de quadros e diagramas, permitindo retratar, a partir de um impacto, o conjunto de ações que o causam (SANTOS 2010 *apud* COSTA *et al.*, 2019). Como por exemplo: um empreendimento gera um impacto ambiental (primário) e por consequência, este resulta em diferentes outros impactos (secundários), gerando uma cadeia de impactos ambientais (terciários) (MARTINHA, 2013; FINUCCI, 2010 *apud* MORAES & D'AQUINO, 2016).

O Método Impacto pode ser citado como o modelo mais conhecido de redes de interação. Este método foi desenvolvido pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos da América e é utilizado em projetos florestais. Segundo Thor *et al.* (1978), sua aplicação compõe-se de um conjunto de redes de interação concebidas para cada tipo de atividade florestal, complementadas por sistema de informações computadorizado. A cada etapa adiciona-se informações complementares sobre os impactos gerados fornecidas por especialistas responsáveis pelo projeto (VIEIRA, 2001).

Figura 4 – Método de Rede de Interação.



Fonte: Modificado de Costa *et al.* (2019, p.182).

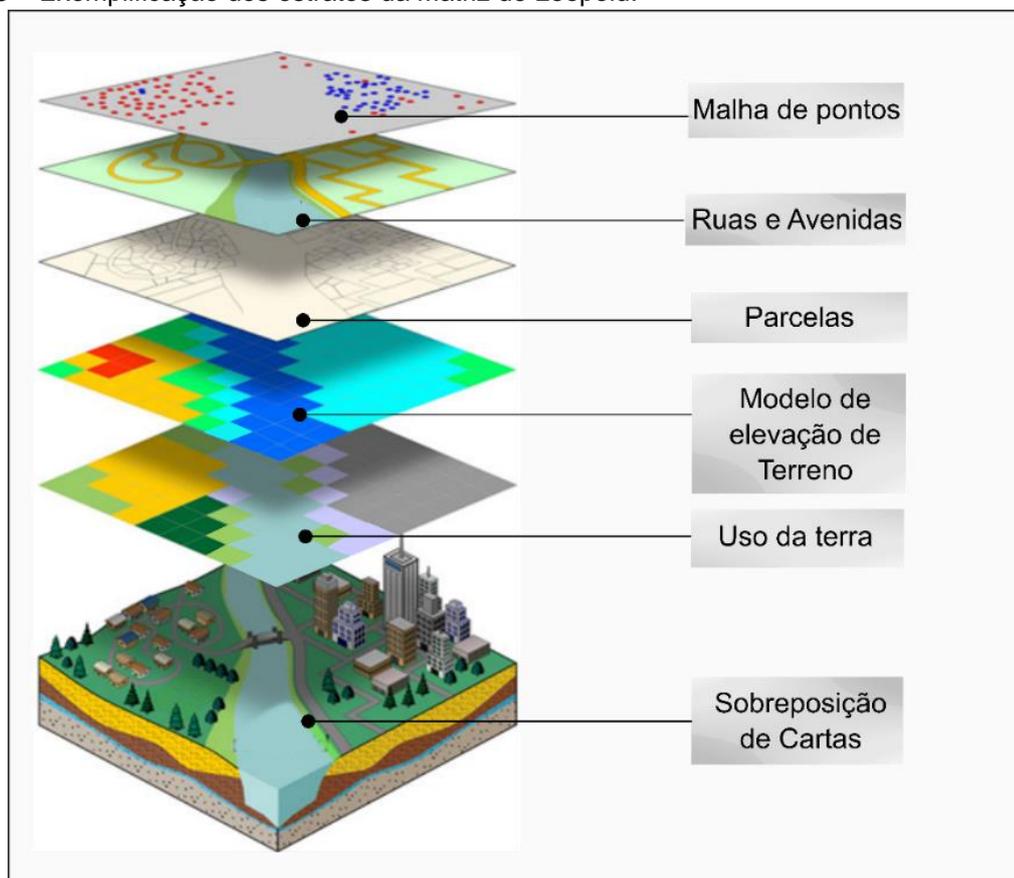
O método de Sobreposição de mapas (*OVERLAYS*), também pode ser categorizado como um dos principais técnicos de AIA. Segundo Moreira, I. (1992), este método teve origem em trabalhos de ordenamento do uso do solo realizados por TRICART (1966) e *MCHARG* (1969) e posteriormente adaptados para a avaliação de impactos ambientais de projetos lineares (VIEIRA, 2001). Referem-se a métodos cartográficos desenvolvidos no âmbito do planejamento territorial, relacionados à técnica de SIG (CREMONEZ *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2019). Procura - se adaptar as técnicas cartográficas para aplicá-las na avaliação de impactos ambientais, visando à localização e a identificação da extensão dos efeitos sobre o meio através do uso de fotografias aéreas sobrepostas (FINUCCI, 2010 *apud* CREMONEZ *et al.*, 2014).

O método consiste na montagem de uma série de mapas temáticos (Figura 5), que representam individualmente todos os fatores ambientais a serem contemplados na análise do projeto, como pedologia, topografia, uso e ocupação do solo, geologia, além de representar áreas com diferentes características socioeconômicas, políticas, para desenvolvimento regional (VIEIRA, 2001). A partir da sobreposição dos temas, que representa o diagnóstico ambiental, são definidas as cartas de aptidão e restrição de uso do solo, de acordo com as ações previstas

para ocorrer (PEREIRA e BORÉM, 2007 *apud* COSTA, 2019). Atualmente, com o auxílio de satélites e computação gráfica, a aplicação deste tem se tornado mais simples e rápida e com precisão incomparavelmente superior aos métodos anteriores (STAMM, 2003 *apud* CREMONEZ *et al.*, 2014).

O Método *McHarg* pode ser citado como o exemplo mais conhecido do modelo de sobreposição de cartas. Este método foi utilizado inicialmente na década de 60 por *McHarg*. O mesmo usou a sobreposição de cartas para a avaliação ambiental de rodovias, com o propósito de identificar e proteger os valores sociais como declividade, drenagem superficial, drenagem do solo, embasamento geológico, entre outros (VIEIRA, 2001).

Figura 5 – Exemplificação dos estratos da Matriz de Leopold.



Fonte: GEO Awesomeness (2021)<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://geoawesomeness.com/knowledge-base/gis/>>. Acesso em: 08 ago. 2021

Outro método que também corresponde à classificação de principais métodos de AIA é o Modelo de simulação. Este método pode ser aplicado em diferentes etapas de um projeto, principalmente após o início das operações do mesmo (CARVALHO e LIMA, 2010 *apud* COSTA 2019; SILVA, P. 2004; CALDAS, 2006; CREMONEZ *et al.*, 2014 *apud* MARTINS *et al.*, 2018). Os modelos de simulação podem ser definidos como modelos computadorizados, matemáticos (Figura 6) que tem por intuito prever impactos causados por projetos, de forma que represente a realidade (FICUNNI *et al.*, 2010 *apud* MORAES e D'AQUINO, 2016; MARTINS *et al.*, 2018; OLIVEIRA, F e MOURA, 2009 *apud* COSTA *et al.*, 2019). Os resultados são gerados em forma de gráficos representando o comportamento dos sistemas ambientais dentro dos parâmetros pré-estabelecidos (SUREHMA/GTZ, 1992, p. 5; STAMM, 2003, p. 52). O mesmo é capaz de qualificar e quantificar as variáveis dos impactos das emissões atmosféricas e o lançamento de efluentes, por se basear em modelos matemáticos, este método é capaz de lidar com todas aspectos um impacto ambiental simultaneamente, de forma que aborde as dimensões temporais, espaciais e probabilísticas (VIEIRA, 2001; CREMONEZ *et al.*, 2014; *apud* MORAES e D'AQUINO, 2016).

Figura 6 – Método de Simulação (Imagem ilustrativa).



Fonte: Modificado de Campos (2014, p 46).

O Método *KSIM* – *Kane Simulation Model* pode ser citado como exemplo de modelos de simulação. O mesmo é avaliado como um ótimo modelo, sendo amplamente utilizado em projetos que necessitem de análise dos impactos ambientais de forma qualitativa e quantitativa. De acordo *Kane* (1973), o método expressa a geometria das relações entre os fatores ambientais, sem se preocupar em proceder previsões numéricas dos impactos, se desenvolvendo a partir das seguintes etapas (VIEIRA,2001):

- (i) seleção das variáveis pertinentes;
- (ii) escolha dos limites mínimos e máximos dos valores de cada variável e sua normatização entre 0 e 1;
- (iii) preparação da matriz de interação listando, nas linhas e colunas, as variáveis selecionadas;
- (iv) preparação de outra matriz na qual os coeficientes de interação representem o grau da alteração (opcional);
- (v) escolha dos intervalos de tempo e dos valores iniciais das variáveis;
- (vi) processamento das informações em computador;
- (vii) análise dos gráficos finais;
- (viii) alteração do modelo, se os resultados não satisfizerem (abandono ou inclusão de variáveis);
- (ix) repetição das etapas anteriores, até que o modelo esteja convenientemente estruturado;
- (x) interpretação dos resultados para serem apreciados pelos interessados e considerados na tomada de decisão.

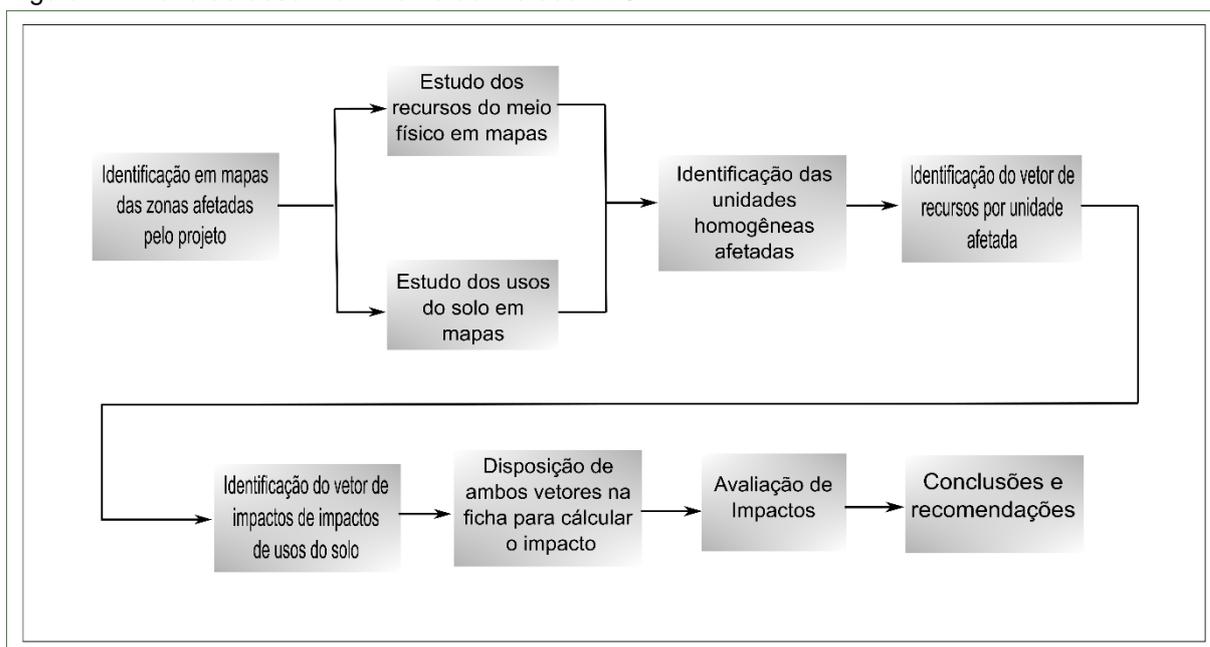
Como citado anteriormente, nenhum dos métodos que foram apresentados possuem aplicabilidade em todos os tipos de empreendimentos, sendo necessário muitas vezes a aplicação de dois ou mais métodos de AIA (MORAES & D'AQUINO, 2016; MARTINS *et al.*, 2018). Desta forma, em complementos a todos os outros métodos apresentados, o método de combinações se torna eficaz dentro do AIA, pois utiliza-se das vantagens apresentadas pelos métodos, diminuindo os erros e desvantagens apresentados pelos mesmos. Os métodos de Superposição de Mapas e o método de Matrizes de Interação, são comumente combinados (VIEIRA, 2001).

O Método de LESA - *Local Environmental Sensitivity Program* pode ser citado como exemplo de combinação de métodos. Foi desenvolvido pelo governo de Israel,

tem como objetivo registrar de forma preventiva os impactos ambientais causados por diferentes projetos, a fim de que se cumpra as leis do País. Segundo Amir (1976), o método consiste em três conjuntos de mapas (recursos naturais vulneráveis; usos do solo e de unidades homogêneas e impactos ambientais prováveis dos usos selecionados) e um questionário de avaliação dos impactos.

O processo, para desenvolver o método LESA, está demonstrado na Figura 7.

Figura 7 – Fluxo de desenvolvimento do método LESA.



Fonte: Adaptado de Amir (1976) *apud* Vieira (2001, p 64).

De forma adicional às informações descritas anteriormente e a fim de promover melhor compreensão sobre os tais métodos e técnicas, a Tabela 5 demonstra as informações mais relevantes sobre os métodos apresentados, bem como as vantagens e desvantagens dos mesmos.

Tabela 5 – Vantagens e desvantagens dos métodos aplicados no procedimento AIA

Método	Vantagens	Desvantagens
Ad Hoc	Rapidez; Baixo Custo	Alto grau de subjetividade
<i>Chek - List</i>	Memorização de todos os fatores	Não identifica: impactos diretos e indiretos, características temporais e dinâmica dos sistemas
Matrizes de Interação	Boa visualização; Simplicidade; Baixo custo	Não identifica: impactos indiretos, características temporais e dinâmica dos sistemas; Subjetividade na magnitude
Redes de Interação	Abordagem integrada de impactos e interações	Não detectam: importância relativa dos impactos aspectos temporais e espaciais, dinâmica dos sistemas
Sobreposição de cartas	Boa visualização e exposição de gases	Resultados subjetivos; não quantifica magnitude, difícil interação de dados socioeconômicos, não considera dinâmica dos sistemas
Simulação	Considera: dinâmica dos sistemas, interações entre fatores e impactos e variável temporal	Custo elevado; Representação da qualidade imperfeita
Combinação de métodos	Simplicidade, rapidez e baixo custo na avaliação de impactos negativos; Boa visualização	Alto grau de controle governamental no planejamento ambiental; Avaliação globalizada pouco segura

Fonte: Adaptado de Vieira (2001, p. 65).

## 2.2 Poluição em Centros Urbanos

O desenvolvimento tecnológico, o consumo desmedido, a busca por emprego aliada à necessidade de qualidade de vida, resultou em um crescimento demográfico desordenado dos grandes centros urbanos. A partir disso ocorreram transformações

socioeconômicas, como instalação de diferentes tipos de empreendimento, construção de novas moradias e estradas resultando em uma série de problemas.

De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), cerca de 84,72% da população brasileira reside em áreas urbanas e apenas 15,28% dos brasileiros vivem em áreas rurais (IBGE,2015).

Historicamente, os centros urbanos sempre foram os principais geradores de poluição e contaminação atingindo, direta e em maior intensidade, os recursos hídricos, seguidos pelo ar atmosférico e ultimado pelos solos, além dos impactos causados a fauna e flora (ARCHELA *et al.*, 2013). Por definição, poluição ambiental é a introdução direta ou indireta de substâncias ou energia no ambiente, resultando um efeito negativo no seu equilíbrio, que podem causar danos na saúde humana, nos seres vivos e no ecossistema ali presente (DAL FORNO, R. G, 2006, *apud* PORTO, 2014). As fontes geradoras de contaminação e poluição são diversas, dentre estas são citadas como principais a contaminação por compostos inorgânicos (metais pesados) e orgânicos (provenientes de casas, hotéis, hospitais e etc.). Para Drumm *et al.* (2013), a poluição gerada nos grandes centros urbanos tem origem, principalmente, pela queima de combustíveis fósseis, basicamente gasolina e diesel (Figura 8).

Figura 8 – Emissão de gás CO<sub>2</sub> em Porto Alegre – RS.



Fonte: Diego Vara / Agência RBS<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia.html>>. Acesso em: 02 set. 2021

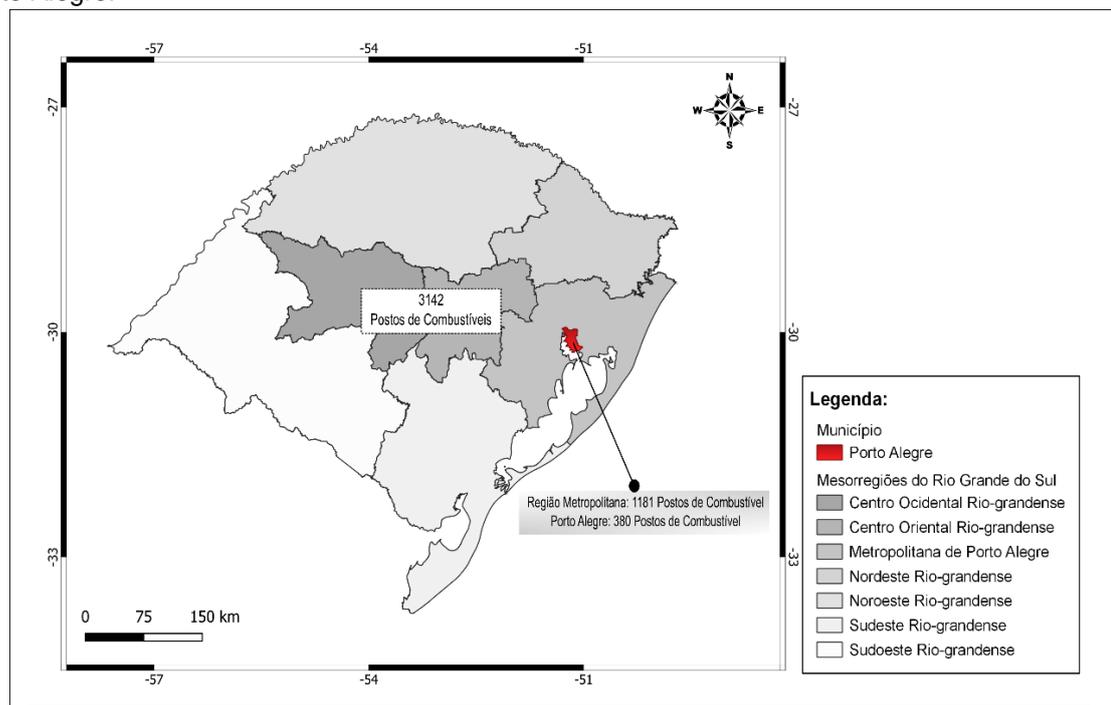
Esses dois componentes são os principais produtos derivados do petróleo, sendo este uma mistura complexa de compostos orgânicos (hidrocarbonetos) (MARQUES, E & GUERRA., 2012). A gasolina é constituída por hidrocarbonetos mais leves, apresentando maior solubilidade e volatilidade e menor viscosidade do que o óleo diesel, esses fatores em conjunto fazem com que a gasolina apresente maior mobilidade no solo e, conseqüentemente, um maior potencial de impacto ambiental (OLIVEIRA, L & LOUREIRO, 1998).

Tais produtos derivados do petróleo, podem ser encontrados em diversos locais, como refinarias, plataformas de extração, em tanques de transporte e em postos de gasolina, sendo este um dos principais responsáveis por diferentes fontes de poluição, contaminação e acidentes.

### **2.2.1 Postos de Gasolina**

Os postos de combustíveis também chamados de posto de abastecimento ou posto de gasolina se tornaram comuns e necessário devido à crescente industrialização mundial e o desenvolvimento econômico, tendo como finalidade a revenda de derivados de petróleo e outros serviços como abastecimento e lavagem de veículos, troca de óleo, serviços de borracharia, entre outros. De acordo com a ANP, em 2019, no Brasil, existem cerca de 40.970 postos, sendo estes distribuídos em todas as regiões do país, mas se concentram, principalmente, nas regiões de maior densidade populacional, por haver uma maior concentração de veículos e, conseqüentemente, um maior mercado consumidor. (ANA, 2005 *apud* FOGAÇA, 2015). No Rio Grande do Sul, por exemplo, a região metropolitana possui 1181 postos, já capital do Estado (Porto Alegre), possui 380 postos, onde 32,17% destes, localizam-se na região metropolitana como mostra a Figura 9 (SANTOS, M *et al*, 2021).

Figura 9 – Mapa de localização dos postos de combustíveis no estado do Rio Grande do Sul e em Porto Alegre.



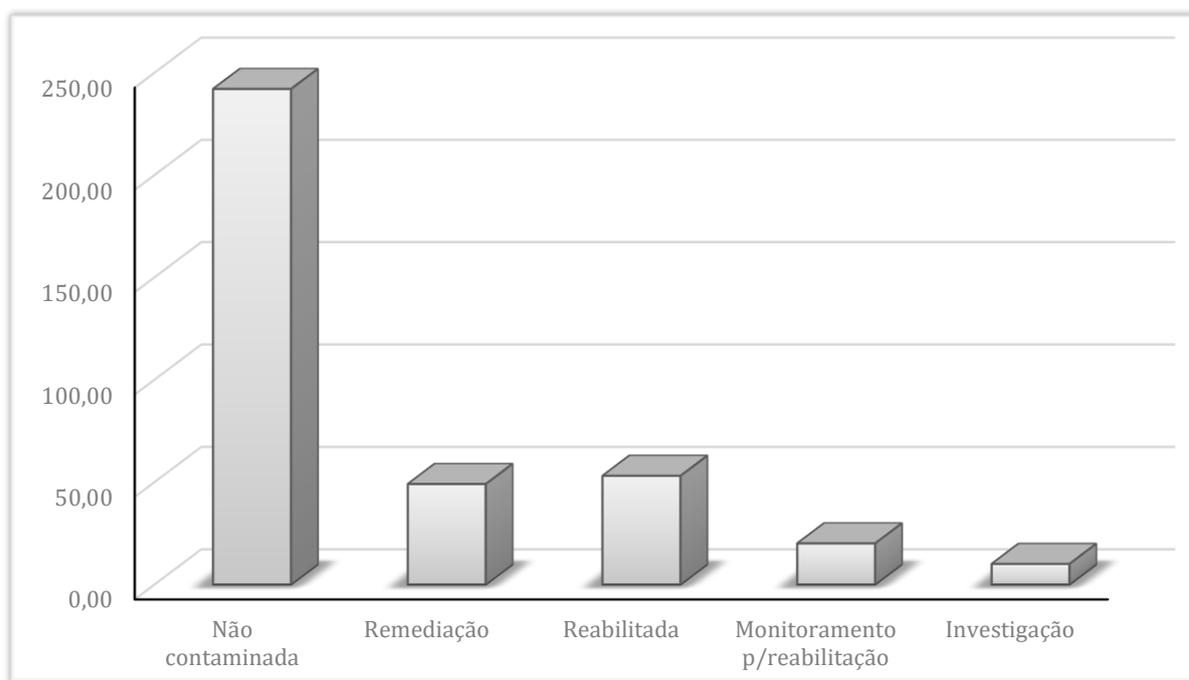
Fonte: Modificados de Santos, M *et al.* (2021, p.15).

A falta de leis ambientais específicas anteriores ao ano 2000 e o aumento desordenado de postos revendedores de combustíveis, provocou a elevação do grau de risco de contaminação do meio ambiente, principalmente na área de estocagem de derivados de petróleo (PORTO, 2014). Segundo Gibotti Jr. (1999), a forma mais comum de armazenagem de combustíveis em postos de abastecimento de veículos é a utilização de tanques subterrâneos. O autor ainda afirma baseando-se em dados da Europa e dos Estados Unidos que a maioria dos tanques instalados apresenta problemas de corrosão em período de 15 a 20 anos, resultando em vazamento devido a instalações mal realizadas ou a peças danificadas (CERRI *et al.*, 2003). No Brasil, as instalações de postos de combustíveis devem obedecer às condições estabelecidas na Resolução 273/2000 do CONAMA (FOGAÇA, 2015), além disso, os tanques de armazenagem subterrânea de combustíveis têm suas especificações técnicas definidas de acordo com a NBR-13.312 (ABNT, 1995), que os classifica quanto a sua capacidade volumétrica e tipos de revestimentos protetores da corrosão (CERRI *et al.*, 2003).

Segundo Santos, M *et al.* (2021), dos 380 postos de combustíveis localizados no município de Porto Alegre, aproximadamente 63,68%, são classificados como área não contaminada, 12,89% em situação de remediação, 13,95% compõem

áreas reabilitadas, 5,26 % estão em monitoramento para reabilitação e apenas 2,63% dos postos sob investigação, como demonstrado no Gráfico 1. Os autores ressaltam ainda que, em Porto Alegre, dos postos cadastrados na Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler – FEPAM, poucos podem ser caracterizados como postos contaminados, esse fator pode estar relacionado às ações de prevenção realizadas por órgãos ambientais, como as análises semestrais nos poços de monitoramento, a fim de controlar possíveis indícios de contaminação (SANTOS, M *et al.*, 2021).

Gráfico 1 – Classificação das instalações de postos de combustíveis do município de Porto Alegre – RS.



Fonte: Modificado de Santos. M *et al.* (2021, p.6).

Entretanto, apesar de serem baixos dados em relação a contaminação, os postos de combustíveis não deixam de ser classificados como empreendimento potencialmente poluidor que impacta o ambiente em diferentes formas ao longo de suas etapas. Outro fator que deve ser levado em consideração é que além da comercialização de combustíveis e seus derivados, outros tipos de serviços são fornecidos pelos postos de combustíveis. Estes serviços acabam gerando resíduos sólidos, efluentes líquidos, entre outros fatores, ampliando a poluição ambiental (SOTERO *et al.*, 2002 e LORENZETT *et al.*, 2010). É oportuno citar que nem todo impacto ambiental causa poluição, mas que toda poluição causa impacto ambiental,

podendo ser benéfico ou adverso, sendo que impacto ambiental é uma modificação que é originada por ação antrópica (Sánchez. L., 2008 e SANTANA *et al.*, 2013).

### **2.2.1.1 Contaminação dos Solos**

Uma área contaminada é definida como o local que contenha concentrações de substâncias ou resíduos que tenham sido depositados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural em condições que possam causar ou estejam causando danos à saúde humana, ao meio ambiente ou outro bem a proteger (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE *apud* SANTOS, M *et al.*, 2021). Os derivados do petróleo são um dos principais responsáveis pela contaminação de solos e águas subterrâneas nos perímetros urbanos e em outras localidades, devido ao vazamento de combustível (gasolina, álcool e de outros combustíveis automotivos) oriundo de postos de gasolina em função do envelhecimento dos tanques de estocagem (BRITO *et al.*, 2005; TIBURTIUS *et al.*, 2005; PALAGI *et al.*, 2011, BARROS *et al.*, 2012; FOGAÇA, 2015), bem como por vazamentos gerados durante o abastecimento veicular, resíduos e efluentes gerados durante lavagem de veículos, troca e conserto de motores e serviços que degradam o meio ambiente (SANTANA *et al.*, 2013).

A degradação do solo ocorre devido a diferentes causas como por exemplo uso incorreto, em função de técnicas de manejo impróprias, superexploração por culturas e pastagens ou contaminações diversas (VIANA, 2010). Quando ocorre uma contaminação, algumas propriedades do solo se unem com as propriedades físicas e químicas do poluente. Tal ação será decisiva para o comportamento do poluente através da subsuperfície (MARQUES, E & GUERRA, 2012). Além disso, outras características do solo também são afetadas, como a alteração da qualidade e quantidade da fauna e flora local, alteração da fertilidade, porosidade e permeabilidade, diminuição da proteção do solo que resulta na desestabilização completa do ecossistema local (VIANA, 2010). No caso de uma contaminação por hidrocarbonetos, as propriedades físicas do solo que mais influenciam no comportamento dos combustíveis líquidos são a porosidade; condutividade hidráulica (permeabilidade) e heterogeneidade dessas propriedades entre os diferentes tipos de solo, além da quantidade de água presente (MARQUES, E & GUERRA, 2012). Para Guiguer (2000), solos superficiais com pouca quantidade de

água, mas com um conteúdo elevado de material orgânico, são propensos a reter os constituintes com peso molecular maior quando ocorre um vazamento de combustíveis.

Como citado anteriormente, o vazamento de combustíveis está associado à armazenagem ou estocagem subterrânea dos mesmos, desta forma as tubulações e tanques de armazenagem estão em contato direto com o solo, resultando em um contato corrosivo complexo entre os dois componentes. A ocorrência de água no solo pode agravar tais problemas devido à presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão, como sais, ácidos, bases e gases dissolvidos, além de microrganismos (CERRI, 2003). Os processos que podem causar danos aos tanques de armazenamento são a corrosão, o colapso, a compressão e a expansão do solo (FERON, 2013).

A contaminação dos solos gera múltiplos problemas, em um vazamento de gasolina, a maior preocupação é devido aos hidrocarbonetos monoaromáticos - benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos, chamados compostos BTEX, pois são compostos extremamente tóxicos à saúde humana (IRWIN *et. al.*, 1998; BRITO *et al.*, 2005 *apud* PALAGI *et al.*, 2011). Neste sentido, a fim de mitigar tais problemas, o Art. 5º inciso I, alínea a, da Resolução CONAMA 273/ 2000, exige que “Para emissão das Licenças Prévia e de Instalação o projeto básico deverá especificar equipamentos e sistemas de monitoramento, proteção, detecção de vazamento, drenagem, tanques de armazenamento de derivados de petróleo e de outros combustíveis para fins automotivos e sistemas acessórios de acordo com as Normas ABNT e, por diretrizes definidas pelo órgão”.

### **2.2.1.2 Contaminação da água**

Assim como na contaminação do solo, os casos de contaminação de água subterrânea muitas vezes estão relacionados a vazamentos de hidrocarbonetos associados ao fim da vida útil dos tanques subterrâneos armazenadores de combustíveis (GOMES e COUTINHO, 2007 *apud* SANTOS, M. 2021; FURTADO *et al.*, 2006; PORTO, 2014). As águas subterrâneas são menos vulneráveis à contaminação do que as águas superficiais; todavia, uma vez contaminadas, pode levar diversos anos para que o ambiente seja recuperado ou até mesmo se tornar inviável economicamente (FEITOSA e MANOEL FILHO, 1997 *apud* 2017). A

preservação da água subterrânea é de suma importância, pois ela corresponde a aproximadamente 97% da água doce do mundo disponível para a utilização humana (FOGAÇA, 2015; SANTOS, M. 2021), geralmente, estas são provenientes de fontes de águas limpas e de boa qualidade. No Brasil, atualmente, 39% dos municípios são abastecidos exclusivamente através de poços tubulares (ANA, 2010 *apud* FERON, 2013).

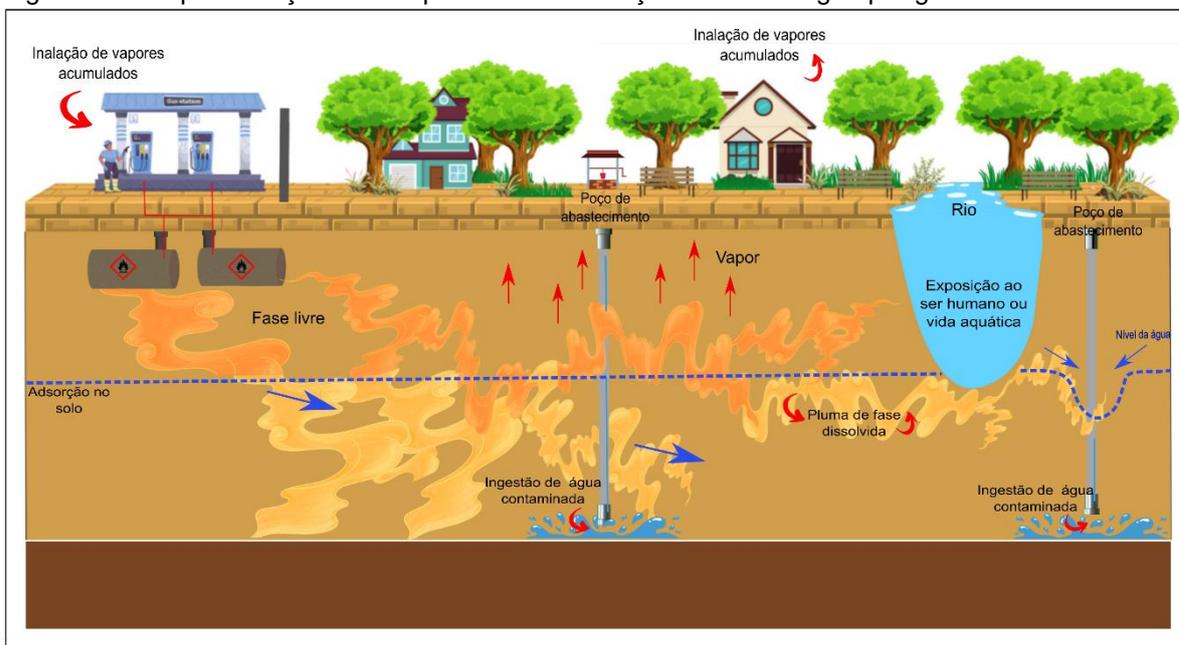
Os processos que levam à contaminação da água, seja ela superficial ou subterrânea, são os mesmos que ocorrem na contaminação do solo, já que os dois fatores (água e solo) estão dentro de um mesmo sistema. Para Yamada (2004), uma vez ocorrido o vazamento, a migração do contaminante no meio ambiente subterrâneo vai depender das características geológicas das camadas superiores ao aquífero e das características hidrogeológicas do mesmo (FERON, 2013). Neste sentido, os maiores problemas de contaminação são atribuídos aos hidrocarbonetos monocromáticos, que são os constituintes mais solúveis e mais móveis da fração da gasolina (ALABURDA & NISHIHARA, 1988; REBOUÇAS, 1999 *apud* SILVA *et al.*, 2010). Gasolina e óleo diesel são misturas complexas de mais de 200 hidrocarbonetos, obtidos da destilação e craqueamento do petróleo (OLIVEIRA, L e LOUREIRO, 1998).

O processo de contaminação da água por compostos de hidrocarboneto é descrito por diferentes autores como Corseuil (1992); Silva *et al.* (2010); Gomes & Teixeira (2011); Souza. D & Luiz (2017), entre outros. Para Marques, E & Guerra (2019), quando ocorrem vazamentos de petróleo e derivados os contaminantes se apresentam em diversas fases (livre, absorvida ou residual, dissolvida e vapor) e podem passar de uma para a outra de acordo com suas propriedades físico-químicas e das condições ambientais.

De forma sucinta e abreviada, a etapa inicial da contaminação ocorre com o vazamento do combustível e seu imediato contato com o solo. Nesta etapa o combustível encontra-se em sua forma líquida de fase não aquosa (NAPL). Ao entrar em contato com um aquífero ou com águas superficiais, o contaminante de hidrocarboneto mostra-se insolúvel em água (Fase Livre), resultando na dissolução parcial da gasolina (Fase Dissolvida ou Residual), liberando os hidrocarbonetos monocromáticos (BTEX). Os componentes benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX), possuem maior solubilidade em água e, portanto, são os primeiros

contaminantes a atingir o lençol freático. A fase adsorvida ocorre entre as duas etapas citadas anteriormente, constitui-se na zona de dispersão entre a fonte e o nível freático se caracterizando por uma fina película de hidrocarbonetos adsorvidos aos coloides orgânicos e minerais do solo e ou retidos por forças de capilaridade nos poros do solo (MARQUES, E & GUERRA, 2012). Este poluente fica retido na fase residual, atuando como fonte permanente de contaminação (NRC, 1994). A etapa composta pela fase vapor, pode estar presente em todas as outras fases e também nos poros dos solos. As diferentes fases apresentadas, encontram-se presente na zona saturada e não saturada. A zona saturada permite que o contaminante migre verticalmente pela zona não saturada pela ação das forças gravitacional e capilar, atingindo níveis profundos até que encontrem um nível que apresente saturação e não possa mais migrar (MANCINI, 2002). Caso os compostos encontrem algum bloqueio ou uma zona saturada o mesmo continua a se mover, porém, de forma lateral. A Figura 10 ilustra de forma representativa as etapas da contaminação dos solos e da água.

Figura 10 – Representação das etapas de contaminação do solo e água por gasolina.



Fonte: Modificado de Mindrisz (2006), *apud* Teixeira (2013, p.10).

Como uma forma de prevenção e remediação a Resolução CONAMA 273/2000 exige que os postos de armazenamento de combustíveis passem por uma detalhada análise investigativa para se verifique o grau de contaminação e os métodos necessários para a remediação do solo e água nas imediações de sua

estrutura, até que fiquem, novamente, adequadas ao fim que se destinam (FOGAÇA, 2015).

## **CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO**

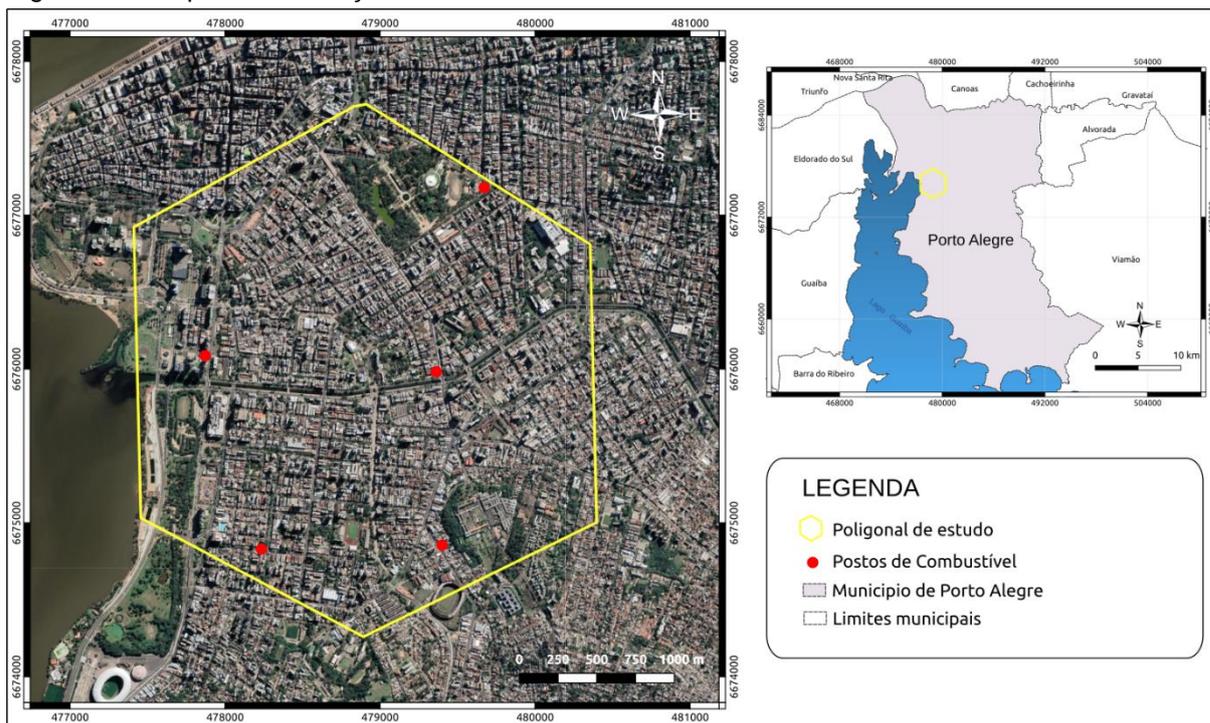
### **3.1 Localização da Área de Estudo**

A área, objeto deste estudo, localiza-se no município de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul (Figura 11). Fundada em 26 de março de 1772, Porto Alegre teve início com a chegada de 60 casais portugueses açorianos trazidos por meio do Tratado de Madri em 1752 (Prefeitura de Porto Alegre, 2014). Hoje em dia, a capital do Rio Grande do Sul é também conhecida como a capital dos Pampas, considerada como região metropolitana. Com altitude média de 10m acima do nível do mar, a capital gaúcha encontra-se a Leste no estado do Rio Grande do Sul, localizando-se pelas coordenadas: Latitude de 30° 1'41" Sul e longitude de 51°13'43" Oeste, tendo como cidades limítrofes Canoas (norte), Cachoeirinha e Alvorada (nordeste), Viamão (leste) e Eldorado do Sul (oeste), detendo uma área de unidade territorial de aproximadamente 500 km<sup>2</sup> (IBGE, 2017).

De acordo com os dados do censo demográfico de 2010 e da estimativa para 2019 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Porto Alegre é considerada sede da maior concentração urbana da região Sul e quinta mais populosa do Brasil, com uma população estimada de 1,488,252 habitantes. Atualmente, possui o maior PIB do estado do Rio Grande do Sul segundo o IBGE, apresentando diferentes tipos de empreendimentos, sendo um destes os Postos de Gasolina.

Desta forma, levando em consideração todos os dados apresentados acima, para a realização deste estudo, uma área poligonal foi previamente definida. Esta poligonal possui 7,85 Km<sup>2</sup> (Figura 11), localizando-se próxima ao Lago Guaíba, onde serão analisados 5 Postos de Gasolina. Por estar inserida a região urbana de Porto Alegre, a área de estudo possui diferentes vias de acesso, podendo citar a Avenida Ipiranga como umas das principais, sendo esta utilizada como rota para os postos de combustíveis em diferentes localidades dentro da área selecionada.

Figura 11 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autora. Dados extraídos do Google Satélite (2021) e dados cartográficos IBGE (2021).

### 3.2 Contexto Geológico Regional

No âmbito regional, a município de Porto Alegre está localizada no Escudo Sul-rio-grandense, sendo este constituído por diversas associações de rochas de idade pré-cambriana superiores a 570 milhões de anos, representando os principais ambientes tectônicos da porção sul do Brasil. A geologia de Porto Alegre está inserida no extremo norte do Batólito Pelotas, principal unidade da antiga cadeia de montanhas conhecida como Cinturão Dom Feliciano, cuja evolução ocorreu no Ciclo Brasileiro, resultado de diversas orogêneses na colisão dos paleocontinentes sul-americano e africano e, portanto, o fechamento dos paleo-oceanos Adamastor e Charrua, em torno de 750 – 650 Ma (FERNANDES *et al.*, 1995; BITENCURT & NARDI, 2000; HASENACK, 2008; PHILIPP *et al.*, 2009; JOB, 2017).

O processo de formação do Cinturão Dom Feliciano resultou na criação de cadeias de montanhas e grandes falhas de transcorrência. Nestas zonas de falhas, duas estruturas se destacam, as mesmas possuem até 800 km de extensão, e se cruzam na região metropolitana, conhecidas como Sutura de Porto Alegre e Zona de Cisalhamento de Porto Alegre (MENEGAT *et al.*, 1998).

O Batólito Pelotas, é composto por centenas de corpos graníticos que foram gerados entre as idades entre 650Ma e 550Ma, o mesmo possui 350 km de extensão por 150 km de largura, estendendo-se de Porto Alegre até Jaguarão. Devido às condições análogas dos corpos graníticos presentes no Batólito, estas unidades foram agrupadas em sete conjuntos principais denominadas suítes intrusivas (HASENACK, 2008; PHILIPP *et al.*, 2009). O Granito Quitéria é a unidade mais antiga com idade em torno de 650 Ma, seguido pelos granitóides da Suíte Cordilheira com idades entre 635-630 Ma (FRANTZ *et al.*, 2003); Complexo Pinheiro Machado (625 e 615 Ma); Suíte Viamão (630 a 610 Ma); Suíte Piquiri (615- 610 Ma); Suítes Encruzilhada do Sul e Dom Feliciano (600 Ma), e pôr fim a Suíte Itapuã, no intervalo entre 600 e 570 Ma (PHILIPP *et al.*, 2009).

Além disso, a região de Porto Alegre apresenta uma porção ínfima de rochas Neoproterozóicas juvenis, associadas a exposições de granitos de mesma idade e fragmentos das rochas do embasamento, representantes da antiga crosta continental da porção sul da Plataforma Sul-americana de idade Paleoproterozóica, entre 2,0 e 2,4 bilhões de ano. Estudos isotópicos indicam o amplo retrabalhamento de material crustal Paleoproterozóico (BABINSKI *et al.*, 1997; PHILIPP, 1998; HARTMANN *et al.*, 2000; FRANTZ *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2005; PHILIPP *et al.*, 2002, 2003, 2007, 2009, HASENACK *et al.*, 2008). Desta forma as principais unidades litoestratigráficas que constituem o substrato rochoso da município de Porto Alegre são: Depósitos sedimentares do quaternário; Gnaisses Porto Alegre, Granito Viamão, Granito Ponta Grossa, Diques Riolítico, Dacíticos e Diabásios, Granito Passos das Pedras, Granito Pitinga, Granito Lami, Granito Canta Galo, Granito Santo Antônio, Granito Restinga, Granito São Pedro, Granito Saint- Hilaire, Granito Independência, Granito São Caetano, Granito Feijó, Granito Santana, Granodiorito Lomba de Sabão, Granodiorito Três Figueiras, Gnaisse Chácara das Pedras (HASENACK *et al.*, 2008, MENEGAT *et al.*, 1998).

### **3.3 Contexto Geológico Local**

A área de estudo (Porto Alegre) está inserida no Batólito Pelotas, principal unidade do Cinturão Dom Feliciano. A evolução geológica de Porto Alegre, demonstra os eventos ocorridos entre 800 milhões de anos até o Período Quaternário, quando se originou o Lago Guaíba (MENEGAT *et al.*, 1998).

Dentre as unidades geológicas que constituem o Batólito Pelota, a poligonal limitante da área estudo destaca os Depósitos Aluviais, Terraços de cordões arenosos (Sistema laguna barreira II e III), Depósitos eluviais do Escudo Sul - rio-grandense, Granito Independência, Granito Ponto Grossa e Aterro de Porto Alegre (Figura 10). Estes depósitos sedimentares possuem idades cenozoicas e apresentam distinções, estando estas relacionados a diferentes transgressões ocorridas na região a milhões anos, ao tipo de formação em que os depósitos foram submetidos e as unidades sedimentares presentes como a Bacia de Pelotas e Bacia do Paraná. Em relação ao substrato cristalino, os granitoides delimitados pela poligonal pertencem às suítes graníticas tardi a pós-colisionais Dom Feliciano (Schneider *et al.*, 1974 *apud* PHILIPP, 2009).

Delaney (1965), caracteriza dois tipos de fácies existente nesta região como Formação Graxaim (depósitos coluviais e aluviais parcialmente retrabalhados durante os períodos transgressivos pleistocênicos) e Alterito Serra de Tapes (depósitos eluviais do Escudo), sendo estas descritas também na carta geológica de Porto Alegre por Schneider *et al.* (1974) (MENEGAT *et al.*, 1998 *apud* HASENACK, 2008).

Para uma melhor caracterização, serão descritas a seguir as unidades geológicas que constituem o substrato rochoso da área selecionada. Desta forma, a os depósitos aluviais apresentam-se como cobertura superficial, sendo composto por sedimentos areno-argilosos aluvionares inconsolidados, finos a médios, com cores variadas, presença de seixos, areias finas a grossas, com níveis de cascalhos, lentes de material silto-argiloso e restos de matéria orgânica, relacionados a planícies de inundação, margens, barras de canal e canais fluviais atuais. Localmente, podem conter matacões (GeoSBG, 2021). Possuem idade Cenozoica e pertencem a Bacia de Pelotas, podendo estar relacionados às barreiras-holocênicas. Estes sedimentos aluviais estão presentes ao longo dos arroios localizado na região. (MENEGAT *et al.*, 1998; PHILIPP & CAMPOS, 2004; MAPA GEOLÓGICO DO RIO GRANDE DO SUL, 2006; PHILIPP *et al.*, 1998, 2000, 2002, 2003, 2005, 2007, 2008 *apud* HASENACK, 2008).

Em sequência, os terraços de cordões arenosos (sistema laguna - barreira II e III), estão relacionados a Formação Graxaim, devido ao retrabalhamento dos depósitos sedimentares durante os períodos transgressivos pleistocênicos, que resultaram no sistema Barreira II há 325 mil anos, na forma de terraços arenosos e a

Barreira III, há 120 mil anos, representada na parte mais distal dos depósitos, por cordões arenosos (MENEGAT *et al.*, 1998 *apud* HASENACK, 2008). Ao norte do município, ocorrem depósitos deltaicos, terraços com origem nos últimos períodos transgressivos (120 mil anos e 5 mil anos) (HASENACK, 2008). De forma complementar, o sistema barreira-laguna II e III serão descritos a seguir:

- (i) **sistema laguna-barreira II (Depósitos de cordões litorâneos):** composto por areias subarcoseanas grossas e conglomeráticas, com coloração esbranquiçadas, moderadamente selecionadas, com laminações plano-paralela, pertencentes a Bacia de Pelotas (MENEGAT *et al.*, 1998);
- (ii) **sistema laguna- barreira III (Depósitos de terraços fluviais e lacustres):** composto por areias subarcoseanas grossas a conglomerática, esbranquiçada, moderadamente selecionada e com laminações plano-paralela, pertencentes a Bacia de Pelotas (MENEGAT *et al.*, 1998).

Os depósitos eluviais do Escudo- Sul- rio-grandense é composto por depósitos quartzo-arenosos com granulometria heterogênea, amarelo-acastanhadas, subarredondadas a arredondadas, mal selecionadas, com laminação plano-paralela incipiente. Ocorrem em regiões topograficamente mais elevadas, se associando, muitas vezes, a capas lateríticas ferruginosas. Observam-se ainda, depósitos coluvionares areno-rudíticos localizados. Com idade Cenozoica, pertencentes a Bacia de Pelotas (MENEGAT *et al.*, 1998; MAPA GEOLÓGICO DO RIO GRANDE DO SUL, 2006; HASENACK, 2008; GeoSBG, 2021).

No que se refere aos granitoides, o Granito Independência, ocorre no extremo oeste da Folha de Porto Alegre e sul da Folha Gravataí. Composicionalmente, são sienogranitos com minerais como K-feldspato do tipo Ortoclásio, com pouco Microclínio, plagioclásio, quartzo e biotita. Os principais minerais acessórios são titanita, zircão, apatita, alanita, opacos e turmalina (HASENACK, 2008). Por fim o Granito Ponta Grossa compõe a Fácies Serra do Herval- Suíte Dom Feliciano. O mesmo possui composição sienogranítica, com textura equigranular, coloração rosada e estrutura maciça, localmente porfirítico, composto predominantemente por k-feldspato (ortoclásio e microclínio micropertítico), quartzo e plagioclásio, com biotita subordinada aflorando na porção oeste da Folha Porto Alegre (PHILIPP & CAMPOS,



Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA-RS), o Decreto nº 53.885, de 18 de janeiro de 2018, subdivide as Regiões Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul em 25 Bacias Hidrográficas. Assim, a região de Porto Alegre localiza-se na Região Hidrográfica do Guaíba, onde 82,6% da área do município encontra-se sobre a Bacia do Lago Guaíba (2.919 km<sup>2</sup>) e os 17,4% restante na Bacia do Gravataí (2.015 km<sup>2</sup>) (HASENACK, 2008).

Na hidrografia de Porto Alegre, a formação mais importante é o Lago Guaíba, o mesmo possui 470 km<sup>2</sup> de superfície, profundidade média de 2 metros e encontra-se a 4 metros acima do mar, com 50 km de comprimento e largura que varia de 900m a 19 km (MENEGAT *et al.*, 1998). Suas águas possuem diferentes finalidades, como abastecimento público, lazer e esportes.

Em relação a hidrografia do local da área de estudo, a mesma se localiza sobre a Bacia Hidrográfica do Guaíba, inserida na sub-bacia Arroio Dilúvio, compreendendo o Arroio Dilúvio e dois de seus afluentes: Arroio das Águas Mortas, Arroio São Vicente.

A sub-bacia do Arroio Dilúvio é a mais importante de Porto Alegre, através dela escoam as águas de uma área com 83,74 km<sup>2</sup> densamente habitada. Devido a urbanização, o Arroio Dilúvio foi canalizado e teve seu curso natural modificado e seus afluentes desapareceram sob a cidade. (MENEGAT *et al.*, 1998).

### 3.4.2 Águas Subterrâneas

O substrato rochoso do município de Porto Alegre possui características significativas para fornecer e armazenar água subterrânea. A captação deste recurso é realizada por meio de poços tubulares, desta forma estima-se que existam mais de 1.000 poços em diferentes localidades do município (ROISENBERG *et al.*, 2003), possuindo diferentes finalidades como abastecimento público e privado.

São reconhecidos no município, três tipos de sistemas de aquíferos, que são classificados de acordo com as unidades geológicas em que ocorre:

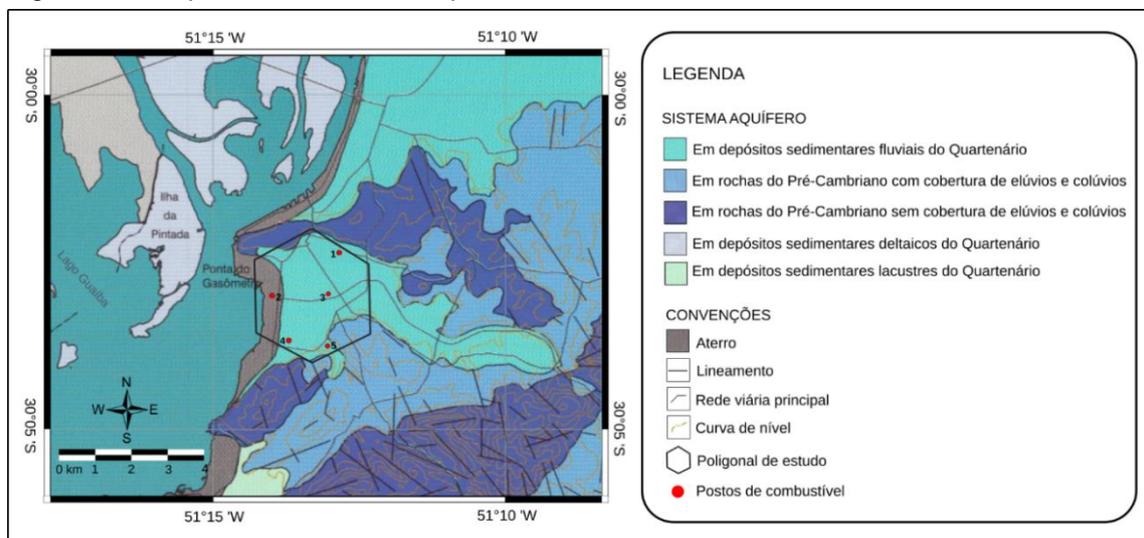
- (i) **sistema aquífero em rochas do Pré- Cambriano:** é composto por rochas graníticas com um grau de porosidade médio em razão da grande quantidade de fraturas existentes. Representa o mais importante reservatório de águas subterrâneas de Porto Alegre,

coabrindo cerca de 65% da área superficial (ROISENBERG *et al.*,2003), em relação a qualidade das as águas provenientes deste sistema, as mesmas apresentam boas condições de potabilidade;

- (ii) **sistema de aquífero em rochas sedimentares do Paleozoico:** composto por arenitos e siltitos provenientes da Formação Rio Bonito, possuem zonas fraturadas associadas a camadas sedimentares permeáveis caracterizando o mesmo como aquífero descontínuo confinado. As águas oriundas deste sistema apresentam qualidade baixa a média sendo consideradas inadequadas para o consumo, devido á alguns componentes químicos com altas concentrações diluídas, além de possíveis ocorrências de camada de carvão (MAPA DOS SISTEMAS AQUÍFEROS – PORTO ALEGRE, 2006);
- (iii) **sistema aquífero em depósitos sedimentares do Quaternário:** compostos por rochas que variam de argilo-arenosas a arenosa de origem fluvial, deltaica e lacustre. Apresentam um grau de potabilidade ruim, devido às altas concentrações de componentes químicos (MENEGAT *et al.*, 1998)

Desta forma, como demonstrado no mapa (Figura 13), a área de estudo compreende três diferentes sistemas aquíferos, sendo composta em grande parte pelo sistema aquífero em depósitos sedimentares fluviais do quaternário, abrangendo pequenas porções os sistemas aquíferos em rochas do Pré-Cambriano com e sem cobertura de elúvios e colúvios.

Figura 13 – Mapa dos sistemas de aquífero da área de estudo.



Fonte: Modificado de Menegat *et al.* (1998, p. 41).

### 3.5 Aspectos Fisiográficos

#### 3.5.1 Clima

O clima de Porto Alegre, segundo a classificação de W. Köppen, é considerado como subtropical úmido. Em algumas épocas do ano, apresenta grande variabilidade, devido às quedas bruscas de temperatura. As temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco (EMBRAPA, 1986 e 1988). Por estar próximo do Lago Guaíba, as taxas de umidade atmosférica são elevadas (76%), facilitando a formação de microclimas.

#### 3.5.2 Geomorfologia

O município de Porto Alegre encontra-se localizada na intersecção de quatro domínios geomorfológicos: Planalto Meridional (norte); Depressão Periférica (oeste); Escudo Sul-Rio-Grandense (sudeste) e Província Costeira (leste) (RAMAGE, 2005; MOURA & DIAS, 2012; FONTANA, 2012; JOB, 2017; MENEGAT *et al.*, 1998). Para JUSTUS *et al.*, (1986), a geomorfologia, pode ser dividida em hierarquias: Domínio Morfoestrutural; Regiões Geomorfológicas e Unidades geomorfológicas, estando estas diretamente interligadas. A Tabela 6 apresentada abaixo, demonstra a localização da área estudada a partir das hierarquias geomorfológicas.

Tabela 6 – Compartimentação geomorfológica da área de estudo.

Domínio Morfoestrutural	Regiões Geomorfológicas	Unidades Geomorfológicas
Depósitos Sedimentares	Planícies Costeiras Interna	Planície Lagunar
Embasamentos em Estilos Complexos	Planalto Sul-Rio-Grandense	Planalto Rebaixado Marginal

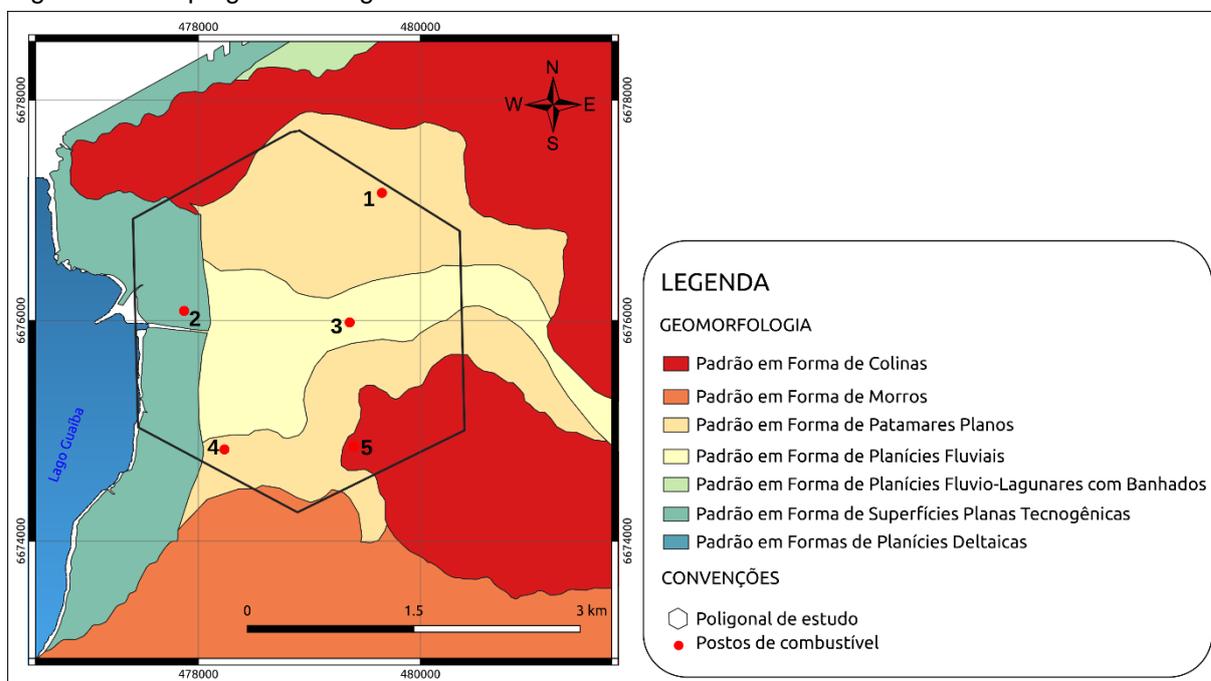
Fonte: Justus *et al.* (1986, p. 326).

A Região Geomorfológica Planície Costeira Interna, apresenta uma região de área baixa, ocupa 17.879 km<sup>2</sup> (JUSTUS *et al.*, 1986), ocorre ao redor do Lago Guaíba, nos bairros Cidade Baixa, Bom Fim, Santana, Partenon, Parque Farroupilha e Praia de Belas (RAMAGE, 2005). Nessa região dominam os modelados esculpidos em depósitos de origem continental (em pequena proporção), e dunas (JUSTUS *et*

*al.*, 1986). A Unidade Geomorfológica, presente na poligonal de estudo, é a Planície Lagunar, que se destaca pela presença dos extensos lagos, pelas planícies e terraços lacustres, dunas e cordões lacustres (Figura 14).

Em relação à Região Geomorfológica Planalto Sul-rio-grandense, a mesma apresenta-se em pequena proporção na área estudada. Ocorre na área central da cidade de Porto Alegre, sendo constituído por rochas ígneas e metamórficas, denominadas Terras Altas (MENEGAT et al., 1998 *apud* RAMAGE, 2005). A Unidade Geomorfológica dessa região, revela um relevo que se caracteriza por conter diferentes formas variando de colinas, pontas e até cristas.

Figura 14 – Mapa geomorfológico da área de estudo.



Fonte: Modificado de Moura e Dias (2012, p.125).

### 3.5.3 Pedologia

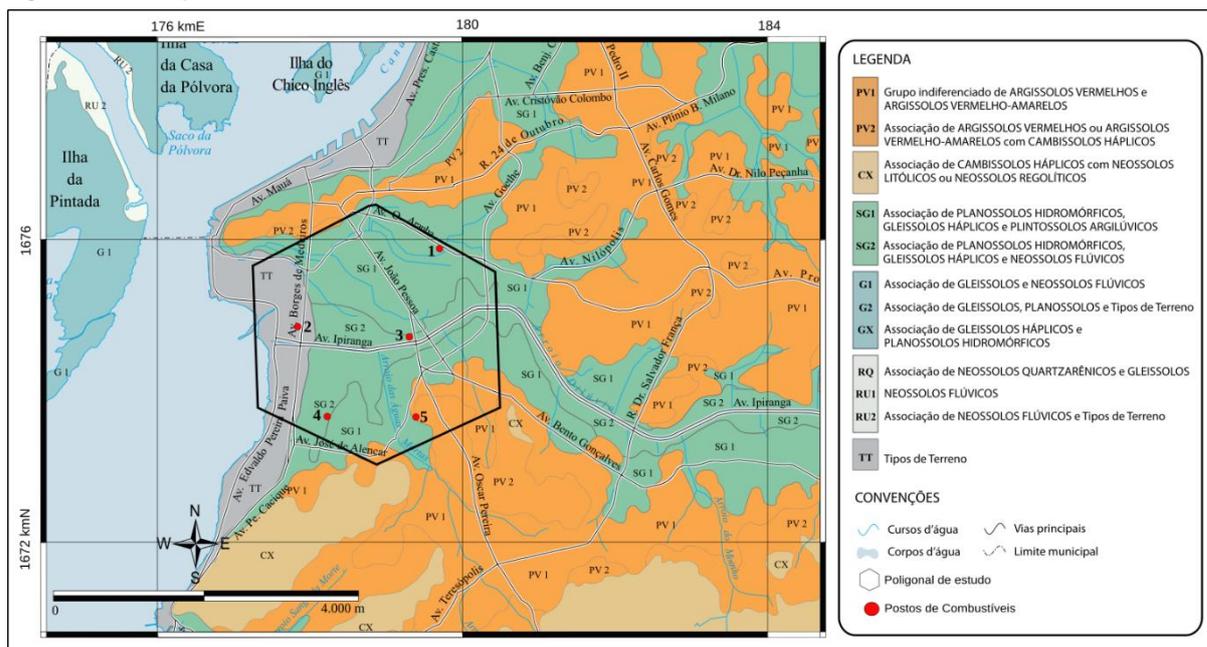
Os solos presentes na região de Porto Alegre, são classificados a partir do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999). Desta forma, Hasenack *et al.* (2008) em seu estudo apresenta nove classes taxonômicas de solos do município, sendo estas mapeadas e agrupadas em 12 diferentes unidades: Grupo indiferenciado de Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos; Associação de Argissolos Vermelhos ou Argissolos Vermelho- Amarelos com Cambissolos Háplicos; Associação de Cambissolos Háplicos com Neossolos

Litólicos ou Neossolos Regolíticos; Associação de Planossolos Hidromórficos, Gleissolos Háplicos e Plintossolos Argilúvicos; Associação de Planossolos Hidromórficos, Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos; Associação de Gleissolos e Neossolos Flúvicos, Associação de Gleissolos, Planossolos e Tipo de Terreno; Associação de Gleissolos Háplicos e Planossolos Hidromórficos; Associação de Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos Neossolos Flúvicos; Associação de Neossolos Flúvicos e Tipos de Terreno, Tipos de Terreno.

A área de estudo evidencia quatro dessas unidades (Figura 15):

- (i) **grupo indiferenciado de Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos:** esses dois tipos de solos possuem características semelhantes, sendo diferenciados somente pela cor, foram desenvolvidos sobre material coluvionar de granitos e migmatitos, possuem textura franco-argilosa a argilosa. São encontrados em topos e encostas de elevações e em relevo ondulado (HASENACK *et al.*, 2008);
- (ii) **associação de Planossolos Hidromórficos, Gleissolos Háplicos e Plintossolos Argilúvicos:** sua composição varia entre argilas e areia, podendo ocorrer de forma intercalada ou combinada. Ocorrem em planícies aluviais e lagunares com microrrelevo. Podem ser encontrados nos bairros Cidade Baixa, Farroupilha, Navegantes, parte de Ipanema, entre outros (HASENACK *et al.*, 2008);
- (iii) **associação de Planossolos Hidromórficos, Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos:** sua composição varia entre argilas e areia, podendo ser verificado de forma intercalada ou combinada, ocorrendo em áreas marginais ao longo de arroios em relevo plano (HASENACK *et al.*, 2008);
- (iv) **tipos de terreno:** áreas com influência antrópica, onde o solo foi parcialmente, totalmente removido ou soterrado por materiais de diferentes origens (HASENACK *et al.*, 2008).

Figura 15 – Mapa de solos da área de estudo.



Fonte: Modificado de Hasenack *et al.* (2008, p. 30).

## CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de iniciar os resultados e discussões acerca dos métodos de avaliação de impacto ambiental, abaixo serão demonstradas algumas informações importantes sobre os postos de combustíveis analisados. Vale ressaltar que todas as informações apresentadas são retiradas de relatórios técnicos disponíveis online no site Portal Nacional de Licenciamento Ambiental e Sistema Online de Licenciamento Ambiental.

### 4.1 Dados Gerais – Postos de Combustíveis Avaliados

#### 4.1.1 Posto 1

Quadro 1 – Dados descritivos (Posto 1).

Cidade/ Estado:	Porto Alegre/ RS
Endereço	Av. Osvaldo Aranha, n.º 1.195, Bom Fim
Coordenada UTM	UTM E 479685.69m; N 6677206.18m
Ponto de Referência	Zona 22J, Datum SIRGAS 2000
Atividades Exercidas	<b>Atividade Principal:</b> Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores
	<b>Atividades Secundárias:</b> Comércio varejista de lubrificantes; Comércio varejista de mercadorias em lojas de conveniência; Serviços de borracharia para veículos automotores; Estacionamento de veículos
Classe Segundo a Norma técnica ABNT NBR 13.786/ 2014 – 100,00m:	Classe 02, pois foi identificada em sua área de influência rede subterrânea de serviços, rede drenagem pluvial, igrejas, hospital e edifícios com mais de 04 andares
Postos de captação	Não foram identificados postos de captação e na área dos postos de combustíveis
Status	O referido posto encerrou suas atividades no empreendimento no dia 13/07/2021.

Fonte: GEAB Consultoria Ambiental/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020).

De acordo com o relatório técnico desenvolvido pela empresa GEAB Consultoria Ambiental e disponível no Sistema Online de Licenciamento Ambiental, o referido posto (Figura 16 a.), realiza atividades de armazenamento de combustíveis, abastecimento de veículos e reposição de óleo lubrificante no motor.

A área de tancagem subterrânea está localizada junto à pista de abastecimento e conta com piso impermeável construído em concreto polido em bom estado de conservação (Figura 16.b). O piso é todo envolto por canaletas de metal (Figura 16 c) conectadas à Caixa Separadora de Água e Óleo (CSAO) através de tubulação enterrada. A descarga de combustíveis é realizada à distância, em local construído em piso impermeável com mureta de contenção ao redor.

O mesmo ocorre com o local de abastecimento, que também possui piso impermeável construído em concreto polido e não apresenta problemas de infiltrações, rachaduras e fugas d'água, demonstrando bom estado de conservação. O piso é todo envolto por canaletas interligadas a CSAO através de tubulação enterrada.

Em relação ao tratamento dos efluentes gerados, está em funcionamento uma CSAO que atende a pista de abastecimento e a área de tancagem subterrânea (Figura 16 d). Sob orientação de técnicos avaliadores, é realizada a limpeza e manutenção da caixa separadora com periodicidade quinzenal, e semestralmente são realizadas coletas de amostras de efluente da CSAO, para que seja verificado se todos os parâmetros analisados estão dentro dos padrões permitidos conforme Resolução Consema n.º 355/2017.

Quanto aos resíduos sólidos, são considerados como Classe I, tais como: lodo retirado da caixa separadora, panos/estopas contaminadas e embalagens de óleo lubrificante pós-consumo, estão sendo armazenados em tambores e em sacolas plásticas, e acondicionados dentro de local fechado e coberto (Figura 16 e).

Os tanques subterrâneos foram instalados no empreendimento no ano de 1999, conforme consta no processo de licenciamento.

Figura 16 – a) Vista geral do posto revendedor; b) piso impermeável da área de tancagem subterrânea; c) piso envolto por canaletas de metal; d) caixa separadora de água e óleo; e) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I.



Fonte: GEAB Consultoria Ambiental/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020).

#### 4.1.1.1 Análise da contaminação em solo e água subterrânea por hidrocarbonetos

Os dados a seguir demonstram um comparativo entre os documentos referentes a contaminação do solo e água subterrânea por hidrocarbonetos monoaromáticos como Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno (BTEX) e os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs ou HPAs).

Segundo o relatório técnico disponibilizado pela plataforma SOL, os dados mais recentes relacionados ao referido posto são datados de 2020 e 2021, e elaborados pela empresa GEAB Consultoria Ambiental. As informações citadas

abaixo pertencem ao relatório do dia 10 de dezembro de 2020, e foram efetuadas através da amostragem de 10 (dez) poços de monitoramento (Quadro 2), por meio do processo de purga manual<sup>6</sup> (ponto a ponto).

As amostras foram coletadas junto aos poços de monitoramento, sendo este local considerado como área em processo de monitoramento para reabilitação (AMR). Para a determinação de padrão ambiental dos compostos investigados nas amostras coletadas, os profissionais responsáveis utilizaram como referência os valores orientadores pela Resolução CONAMA n.º 420/2009 (Quadro 3), que fornece orientação sobre a qualidade e alterações do solo e da água subterrânea, estabelecendo três valores para fins comparativos, que serão apresentados a seguir:

- (i) **valor de referência de qualidade (VRQ):** concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo;
- (ii) **valor de prevenção (VP):** concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais;
- (iii) **valor de investigação (VI):** concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado (BRASIL, 2009).

Como resultado, as amostras coletadas durante a campanha não apresentaram concentrações elevadas de BTEX e PAHs acima dos níveis de intervenção estabelecidos pela Resolução Conama n.º 420/2009, como demonstrado no Quadro 4.

---

<sup>6</sup> Processo que consiste em remover a água que se encontra estagnada em seu interior e na camada de pré-filtro existente ao seu redor (EPA,1995; KUO, 1999 *apud* BIOSFERA ENG. AMBIENTAL, 2020).

Quadro 2 – Poços de monitoramento amostrados e profundidade do nível da água subterrânea.

Identificação do Poço de Monitoramento (PM)	Profundidade Água Subterrânea (m)	Data de Coleta
PM 01	1,00	10/12/2020
PM 03	1,30	
PM 04	0,80	
PM 05	1,20	
PM 06	1,00	
PM 09	1,30	
PM 11	1,20	
PM02 A	1,00	
PME 01	1,40	
PME 03	1,00	

Fonte: GEAB Consultoria Ambiental / Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020).

Quadro 3 – Valores orientados segundo a Resolução Conama n.º 420/2009.

Parâmetro		Solo			Água Subterrânea ( $\mu/l$ )
		VRQ	VP	VI*	VI*
<b>BTEX</b>	Benzeno	n.e	0,03	0,08	5
	Etilbenzeno	n.e	0,14	30	300
	Tolueno	n.e	6,2	40	700
	Xileno	n.e	0,13	30	500
<b>PAHs ou HPAs</b>	Acenafteno	-	-	-	-
	Acenaftileno	-	-	-	-
	Antraceno	n.e	0,039	-	-
	Benzo (a) antraceno	n.e	0,025	20	1,75
	Benzo (k) fluoranteno	n.e	0,38	-	-
	Benzo (g,h,i) perileno	n.e	0,57	-	-
	Benzo (a) pireno	n.e	0,052	1,5	0,7*
	Criseno	n.e	8,1	-	-
	Dibenzo (a,h) antraceno	n.e	0,08	0,6	0,18
	Fenantreno	n.e	3,3	40	140
	Fluoranteno	n.e	-	-	-
	Fluoreno	-	-	-	-
	Indeno (1,2,3,cd) pireno	n.e	0,031	25	0,17
	Naftaleno	n.e	0,12	60	140
Pireno	-	-	-	-	

Fonte: BRASIL, 2009 *apud* GEAB Consultoria Ambiental / Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020).

Quadro 4 – Análises laboratoriais de amostras de água subterrânea.

Ensaio		Resultado										Un.	L.Q	VI
		PM 1	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	PM 9	PM 11	PM 02A	PME 01	PME 03			
<b>BTEX</b>	Benzeno	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	μg/L	<2,0	5
	Etilbenzeno	<2,0	<2,0	<25,6	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		<2,0	300
	Tolueno	<2,0	<2,0	<3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		<2,0	700
	Xileno (o,m,p)	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0		<6,0	500
<b>PAHs ou HPAs</b>	Acenafteno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Acenaftileno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Antraceno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Benzo (a) antraceno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	1,75
	Benzo (a) pireno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	0,7
	Benzo (b) fluoranteno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Benzo (g,h,i) perileno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Benzo (k) fluoranteno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Criseno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Dibenzo (a,h) antraceno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	0,18
	Fenantreno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	140
	Fluoranteno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Fluoreno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	-	
	Indeno (1,2,3,-c,d) pireno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<4,24	<0,17	<0,17	0,17	
Naftaleno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	140		
Pireno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17			

Fonte: GEAB Consultoria Ambiental / Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020).

A 2ª campanha analítica de monitoramento realizada pela empresa GEAB Consultoria Ambiental no referido posto, foi efetuada através do método de baixa vazão, conforme Art. 70 da Portaria FEPAM n.º 82/2020 (BRASIL, 2020). Segundo o relatório técnico disponibilizado pela plataforma SOL, estas amostras, assim como na campanha anterior, foram coletadas junto aos poços de monitoramento localizados na área remediada, tendo como intuito ponderar os parâmetros de PAH e BTEX. Ao todo foram averiguados 7 (sete) poços de monitoramento (Quadro 5). (ECOCERTA LABORATÓRIO DE ANÁLISES AMBIENTAIS, 2021).

Para a determinação de padrão ambiental dos compostos investigados nas amostras coletadas, utilizou-se como referência os valores orientadores (Quadro 3) da Resolução CONAMA n.º 420/2009 citados anteriormente (GEAB CONSULTORIA AMBIENTAL, 2021).

Como resultado (Quadro 6), as amostras coletadas na segunda campanha não indicaram concentrações de BTEX e PAHs acima dos níveis estabelecidos pela Resolução Conama n.º 420/2009.

Quadro 5 – Poços de monitoramento amostrados e profundidade do nível da água subterrânea.

Identificação do Poço de Monitoramento (PM)	Profundidade Água Subterrânea (m)	Data de Coleta
PM 03	1,20	12/03/2021
PM 04	1,08	
PM 05	0,62	
PM 06	1,03	
PM 09	0,38	
PM 11	1,12	
PM 03	1,06	

Fonte: GEAB Consultoria Ambiental / Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020).

Quadro 6 – Análises laboratoriais de amostras de água subterrânea.

Ensaio		Resultado							Un.	L.Q	V.I
		PM 03	PM 04	PM 05	PM 06	PM 09	PM 11	PM 03			
<b>BTEX</b>	Benzeno	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	µg/L	<2,0	5
	Etilbenzeno	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		<2,0	300
	Tolueno	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		<2,0	700
	Xileno (o,m,p)	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0		<6,0	500
<b>PAHs ou HPAs</b>	Acenafteno	<0,20	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Acenaftileno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Antraceno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Benzo (a) antraceno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	1,75
	Benzo (a) pireno										0,7
	Benzo (b) fluoranteno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Benzo (g,h,i) perileno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Benzo (k) fluoranteno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Criseno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Dibenzo (a,h) antraceno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	0,18
	Fenantreno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	1,40
	Fluoranteno	<0,18	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17		<0,17	-
	Fluoreno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	-	
	Indeno (1,2,3,-c,d) pireno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	0,17	
	Naftaleno	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	1,40	
Pireno	<0,19	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	-		

Fonte: GEAB Consultoria Ambiental / Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020).

Os dados anteriormente citados, como dito anteriormente, foram retirados de relatórios técnicos recentes, entretanto o referido posto analisado, apresenta um vasto histórico ambiental, demonstrando dados referentes a contaminação do solo e água subterrânea por BTEX e PAHs. Tais documentos foram efetuados nos anos de 2006, 2008, 2009, 2015, 2016, 2017 e 2019, por diferentes empresas especializadas em serviços ambientais. Em distintas ocasiões apenas alguns poços de monitoramento demonstravam contaminação elevadas por hidrocarbonetos, algumas destas encontradas apenas em solo e outras em solo e água subterrânea.

Em 2009, foram realizadas sondagens complementares nas imediações das avenidas José Bonifácio e Osvaldo Aranha que indicaram a restrição da contaminação na área do empreendimento. Em 2015, foi recomendada a continuidade dos monitoramentos ambientais com o objetivo de acompanhar as concentrações dos Compostos Químicos de Interesse, além da instalação de poços de monitoramento para delimitação das plumas de fase dissolvida. Além disso, houve a instalação de poços de monitoramento no pátio da igreja localizada a sudeste da área avaliada, e na calçada do parque situado a oeste da área de estudo, com o intuito de delimitar as plumas de fase dissolvida identificadas (GEAB CONSULTORIA AMBIENTAL, 2020).

Neste sentido a área foi submetida a diferentes processos remediadores como a remediação de *Air Sparging*, extração de vapores, produto liberador gradativo de oxigênio (Peróxido de Cálcio) e liberador gradativo de oxigênio por meio do método *Direct Push*

#### 4.1.2 Posto 2

Quadro 7 – Dados descritivos (Posto 2).

Cidade/ Estado:	Porto Alegre/ RS
Endereço	Av. Borges de Medeiros, 2205 Bairro: Praia de Belas
Coordenada UTM	UTM E 477871.18m; N 6676087.00m
Ponto de Referência	Zona 22J, Datum SIRGAS 2000
Atividades Exercidas	<b>Atividade Principal:</b> Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores
	<b>Atividades Secundárias:</b> Comércio varejista de lubrificantes; Comércio varejista de produtos alimentícios em geral ou especializado em produtos alimentícios não especificados anteriormente e Serviços de lavagem, lubrificação e polimento de veículos automotores
Classe Segundo a Norma técnica ABNT NBR 13.786/ 2014 – 100,00m:	Classe 02, pois foi identificada em sua área de influência rede subterrânea de serviços, rede drenagem pluvial, igrejas, hospital e edifícios com mais de 04 andares.
Postos de captação	Não foram identificados postos de captação e na área dos postos de combustíveis.
Status	Em operação.

Fonte: ST Arquitetura e Meio Ambiente Ltda / Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2019).

De acordo com o relatório técnico desenvolvido pelas empresas SELAI – Serviço de Licenciamento de Atividades Industriais em Implantação e ST Arquitetura e Meio Ambiente Ltda, disponibilizado pelo Sistema Online de Licenciamento Ambiental, o referido posto (Figura 17 a), apresenta pista de abastecimento de veículos com piso de concreto, contornado por canaletas periféricas (Figura 17 c) ligadas à CSAO. O piso, (Figura 17 b) da área de abastecimento de combustíveis líquidos, da área de troca de óleo de veículos e da área de lavagem de veículos são interligados com a caixa separadora água/óleo – CSOL (Figura 17 d), atendendo parcialmente o objetivo de reter contaminantes decorrentes de derrames contingenciais, já que piso dessas área deveria ser impermeável, porém apresenta rachaduras evidentes O posto, possui 01 (uma) caixa separadora instalada que

abrange toda área de abastecimento, troca de óleo e lavagem de veículos. Este modelo, atende às solicitações dos órgãos ambientais

Não foi possível comprovar que a drenagem da pista ocorreu adequadamente, porque existia muita vazão da lavagem, mesmo tendo sido solicitada a interrupção do serviço.

No que se refere a área de troca de óleo (Figura 17 e), o mesmo é um local que gera resíduos perigosos, e estes são acondicionados em locais apropriados e reciclados por empresas licenciadas ambientalmente. A troca de óleo apresenta sistema de drenagem que direciona os efluentes nelas gerados para o sistema de tratamento junto à caixa separadora de óleo e lama. O óleo usado é armazenado em tanque metálico e o óleo queimado é enviado para empresa de refino devidamente licenciada pelo órgão ambiental e pela ANP. Não foi verificado acúmulo de óleo em nenhum dos compartimentos da CSAO, tendo em vista que o detergente da lavagem impede a visualização.

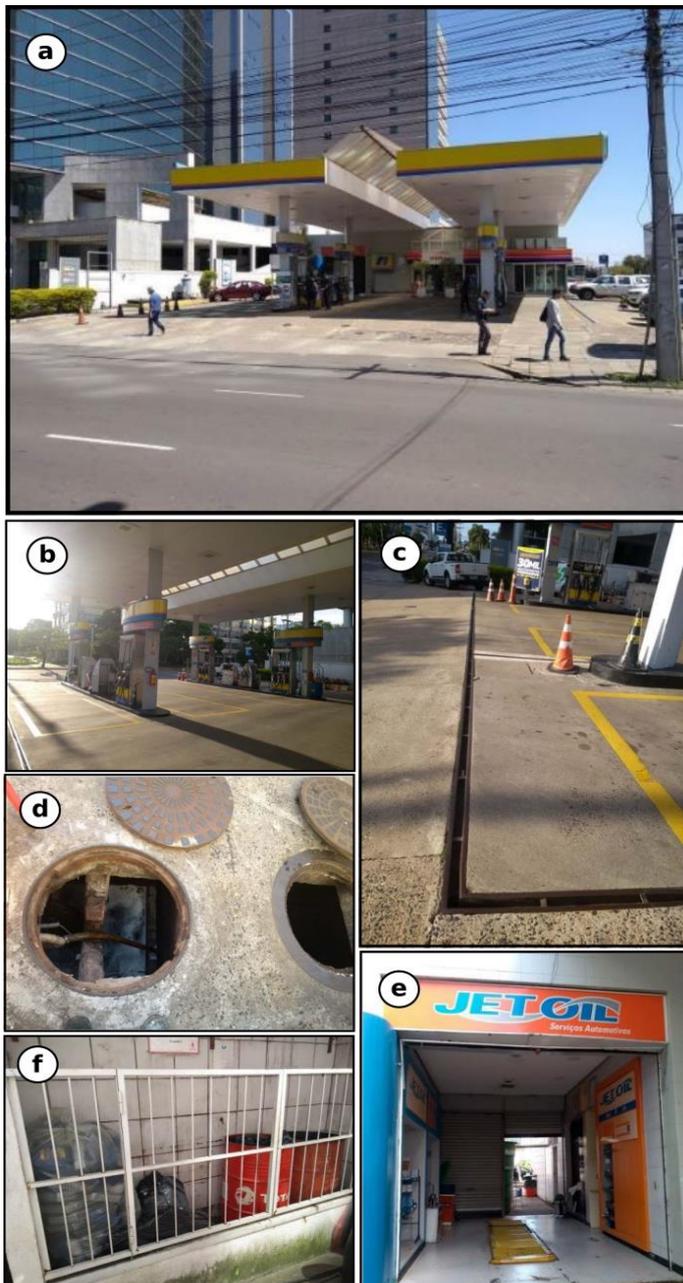
Quanto à tancagem, o empreendimento possui 3 tanques bipartidos, que são abastecidos à distância, em uma pista própria para tal processo, sem canaleta de drenagem. O posto apresenta alguns problemas relacionados às bombas abastecedoras, que apresentam vazamento no interior do *sump*<sup>7</sup>.

Em relação à destinação de resíduos Classe 1 (Figura 17 f), o empreendedor apresentou comprovantes de encaminhamento para empresas especializadas nesse tipo de reciclagem.

---

<sup>7</sup> Equipamento cuja função é criar uma câmara estanque de acesso sobre a boca de visita do tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis. E também isolar os pontos de conexão existentes no local, evitando que vazamentos cheguem ao solo e acúmulo de água ou sujeira sobre a boca de visita. (SEUPOSTO.COM, 2022). Disponível em: <<https://www.seuposto.com/reservatorio-de-contencao-para-tanques-sump-de-tanque>>. Acesso em: 07 mar. 2022.

Figura 17 – a) Vista geral do posto revendedor; b) piso impermeável da área do abastecimento; c) piso envolto por canaletas de metal; d) caixa separadora de água e óleo; e) vista da área de troca de óleo; f) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I.



Fonte: ST Arquitetura e Meio Ambiente Ltda / Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2019).

#### 4.1.2.1 Análise da contaminação de solo e água subterrânea por hidrocarbonetos

Segundo o relatório técnico disponibilizado pela plataforma SOL, os dados mais recentes relacionados ao referido posto são datados de 2019 e 2020 e elaborados pela empresa Biosfera Engenharia Ambiental. As informações citadas abaixo pertencem ao relatório do dia 19 de novembro de 2019, onde foram

analisados os níveis d'água dos poços de monitoramento (PM's) e poços de extração multifásica (PEM's), através do processo de purga manual (ponto a ponto). No total, nesta campanha, foram analisados 12 (doze) poços de monitoramento (Quadro 8).

Para a determinação de padrão ambiental dos compostos investigados nas amostras coletadas, os profissionais responsáveis utilizaram como referência os valores orientados pela Resolução CONAMA n.º 420/2009 (Quadro 3). Em função da ausência de hidrocarbonetos totais de petróleo na Resolução CONAMA nº 420, a interpretação dos resultados de TPH total foi realizada utilizando os valores da Lista Holandesa (Quadro 9), a mesma sugere três valores de referência para os níveis de substâncias químicas presentes no solo e água subterrânea, sendo estes demonstrados a seguir:

- (i) **valor de referência (S):** nível de qualidade;
- (ii) **valor de alerta (T):** nível que apresenta necessidade de investigação adicional;
- (iii) **valor de intervenção (I):** nível que necessita de ações voltadas a remediação (VROM, 1994 *apud* BIOSFERA ENG. AMBIENTAL, 2019).

Desta forma, o poço de monitoramento PM-08 e os poços de extração multifásica PEM-06, PEM-07, PEM-08 e PEM-09 (Quadros 10 e 11), apresentaram concentrações de TPH (hidrocarbonetos totais de petróleo) acima dos valores de intervenção da Lista Holandesa. As demais amostras demonstram índices baixos ou inexistentes para os hidrocarbonetos BTEX, PAHs e TPH (BIOSFERA ENG. AMBIENTAL, 2019).

Quadro 8 – Medição do nível d'água no interior dos PM's e PEM's.

Poço de Monitoramento (PM)	Nível d'água (m)
PM-02	1,26
PM-03	1,42
PM-08	1,15
PM-10	1,16
PEM-02	1,16
PEM-03	1,24
PEM-04	1,41
PEM-05	0,64
PEM-06	0,94
PEM-07	1,92
PEM-08	0,83
PEM-09	1,35

Fonte: Biosfera Engenharia Ambiental (2019).

Quadro 9 – Valores de referência para TPH segundo a Lista Holandesa.

Parâmetro	Lista Holandesa					
	Solo (mg/kg)			Água subterrânea (µg/L)		
	S	T	I	S	T	I
TPH	50,00	2535,00	5000,00	50,00	325,00	600,00

Fonte: VROM, 1994 *apud* Biosfera Engenharia Ambiental (2019).

Quadro 10 – Resultados analíticos obtidos nas amostras de água subterrânea.

Parâmetros		Resultados (µg/L) – Águas Subterrâneas						Lista de Investigação
		PM-02	PM-03	PM-08	PM-10	PM-02	PM-03	
<b>BTEX</b>	Benzeno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	5
	Tolueno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	700
	Etilbenzeno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	300
	m,p-Xileno	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	500
	o-Xileno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
<b>PAHs ou HPAs</b>	Naftaleno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	140
	Acenaftileno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Acenafteno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Fluoreno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Fenantreno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	140
	Antraceno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Fluoranteno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Pireno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Benzo (a) antraceno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	1,75-
	Criseno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Benzo (b) fluoranteno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Benzo (k) fluoranteno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Benzo (a) pireno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	0,7
	Indeno (1,2,3,-c,d) pireno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	0,17
	Dibenzo (a,h) antraceno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	0,18
Benzo (ghi) pireleno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-	
TPH total		<145,00	<145,00	1.614,00	<145,00	476,00	591,00	Lista Holandesa 600

Fonte: Biosfera Engenharia Ambiental (2019).

Quadro 11 – Resultados analíticos obtidos nas amostras de água subterrânea.

Parâmetros		Resultados (µg/L) – Águas Subterrâneas						Limites de Investigação
		PEM-04	PEM-05	PEM-06	PEM-07	PEM-08	PEM-09	
<b>BTEX</b>	Benzeno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	5
	Tolueno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	700
	Etilbenzeno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	300
	m,p-Xileno	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	500
	o-Xileno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	
<b>PAHs ou HPAs</b>	Naftaleno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	140
	Acenaftileno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Acenafteno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Fluoreno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Fenantreno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	140
	Antraceno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Fluoranteno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Pireno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Benzo (a) antraceno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	1,75-
	Criseno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Benzo (b) fluoranteno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Benzo (k) fluoranteno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-
	Benzo (a) pireno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	0,7
	Indeno (1,2,3,-c,d) pireno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	0,17
	Dibenzo (a,h) antraceno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	0,18
Benzo (ghi) pireleno	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	<00,1	-	
TPH total	<145,00	<145,00	1562,00	827,00	732,00	1658,00	Lista Holandesa 600	

Fonte: Modificado de Biosfera Engenharia Ambiental (2019).

Posteriormente, a campanha analítica de monitoramento realizada nos dias 11 e 18 de agosto de 2020, teve como intuito quantificar os compostos orgânicos voláteis (VOC's), assim como identificar uma possível pluma de contaminação, a partir de 03 (três) furos de sondagem e da instalação de 03 (três) poços de monitoramento. A amostragem de água subterrânea nos poços existentes, foi realizada através do processo de purga manual (ponto a ponto). Além dos novos poços de monitoramento, outros 17 (dezesete) poços foram avaliados na campanha em questão, sendo 11 (onze) poços de monitoramento e 06 (seis) poços de extração multifásica (BIOSFERA ENG. AMBIENTAL, 2020).

De acordo com o BOZ (2020), para obter resultados relacionados às concentrações de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC's), foi utilizado o analisador portátil de vapores orgânicos Phocheck Tiger onde a faixa de utilização deste instrumento, para concentrações varia entre 0 (zero) e 20.000 (vinte mil) ppm. Os resultados das medições de VOC's realizadas durante a execução das sondagens ( $\leq 766,9$  ppm) indicam que há potencial de contaminação na área.

Em relação aos testes para BTEX, PAH's e TPH, apenas os poços de monitoramento PM-12 e PM-14 apresentaram concentrações de TPH total, nos demais poços avaliados não foram observados concentrações acima dos valores de investigação preconizados pela Resolução CONAMA nº 420 (Quadro 3) ou dos limites de intervenção da Lista Holandesa (Quadro 9) para os resultados das análises químicas das amostras de solo que foram coletadas durante a sondagem (BIOSFERA ENGENHARIA AMBIENTAL, 2020).

### 4.1.3 Posto 3

Quadro 12 – Dados descritivos (Posto 3).

Cidade/ Estado:	Porto Alegre/ RS
Endereço	Av. da Azenha, 355 Bairro: Azenha
Coordenada UTM	UTM E 479362.49m; N 6675983.13m
Ponto de Referência	Zona 22J, Datum SIRGAS 2000
Atividades Exercidas	<b>Atividade Principal:</b> Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores
	<b>Atividades Secundárias:</b> Comércio varejista de lubrificantes; Serviços de lavagem, lubrificação e polimento de veículos automotores; Estacionamento de veículos; Comércio varejista de produtos alimentícios em geral ou especializado em produtos alimentícios não especificados anteriormente e Lanchonetes, casas de chá, de sucos e similares.
Classe Segundo a Norma técnica ABNT NBR 13.786/ 2014 – 100,00m:	Classe 02, pois foi identificada em sua área de influência rede subterrânea de serviços, rede drenagem pluvial, igrejas, hospital e edifícios com mais de 04 andares.
Postos de captação	Não foram identificados postos de captação e na área dos postos de combustíveis
Status	Em operação.

Fonte: ProECo Soluções Ambientais/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020).

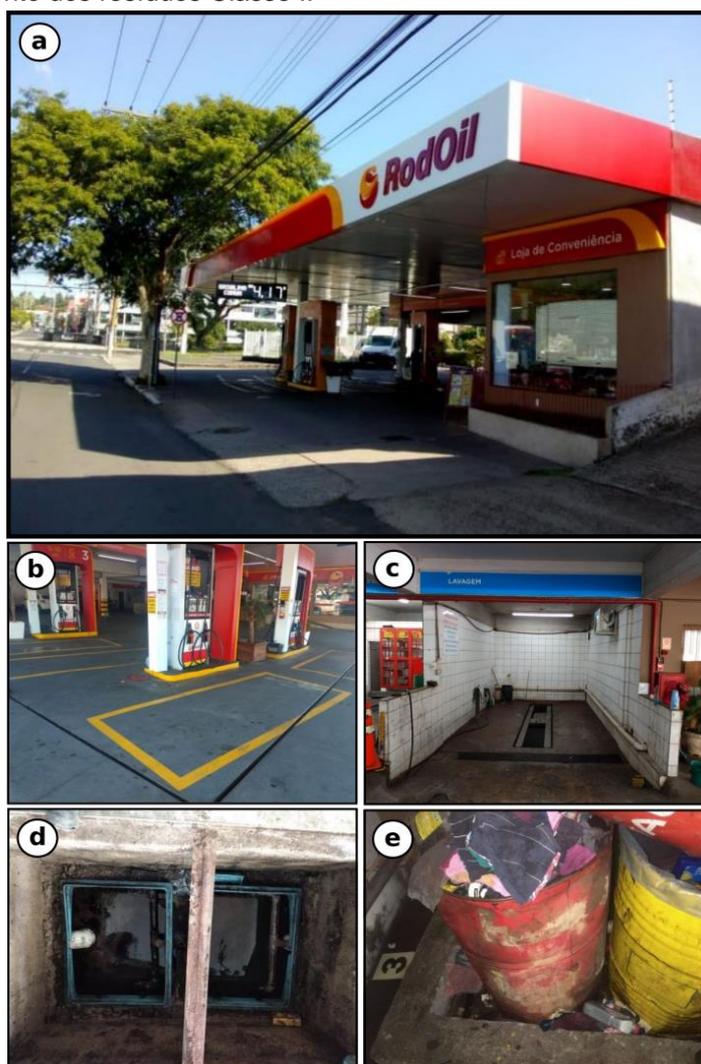
De acordo com o relatório técnico desenvolvido pela empresa ProECo Soluções Ambientais e disponibilizado pelo Sistema Online de Licenciamento Ambiental, o referido posto (Figura 18 a), apresenta piso impermeável construído com concreto liso, com junta de dilatação vedada. A eficiência do piso impermeável (quanto a infiltrações constatado por observação visual) é de 95 a 100%, sem infiltrações evidentes. O sistema de drenagem do piso consiste em canaletas de 10,0 cm de largura por 10,0 cm de profundidade, revestidas com material metálico (Figura 18 b). A lavagem dos carros ocorre sobre o mesmo piso impermeável, porém em um local separado (Figura 18 c). Quanto ao piso da área

de bombas, o mesmo é ligado e a CSOL (Figura 18 d), por tubulação enterrada, onde a conexão é considerada eficiente.

Em relação a troca de óleo, a empresa possui caixa(s) separadora(s). O óleo retirado das CSOL é coletado para refino, junto com o óleo lubrificante usado.

Os resíduos sólidos provenientes dos postos (resíduos sólidos classe I) como panos, estopas e utensílios contaminados com óleo graxas ou lubrificantes (Figura 18 e) são enviados para diferentes empresas de reciclagem. Outras embalagens como shampoos, limpa-vidros, removedores, aditivos, etc., são enviados para o Aterro Municipal Areia.

Figura 18 – a) Vista geral do posto revendedor; b) piso impermeável da área envolta por canaletas de metal; c) área de lavagem de veículos; d) caixa separadora de água e óleo; e) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I.



Fonte: ProECo Soluções Ambientais/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020)

#### 4.1.3.1 Análise da contaminação de solo e água subterrânea por hidrocarbonetos

O referido posto de combustível, apresenta poucas informações sobre as contaminações provenientes de hidrocarbonetos como BTEX, PAH's e TPH total no entorno do posto. Desta forma, ao revisar os documentos disponibilizados pelo sistema SOL, foi possível identificar, apenas algumas análises laboratoriais de água, entretanto, as mesmas não apontam dados que possam ser utilizados no presente trabalho.

#### 4.1.4 Posto 4

Quadro 13 – Dados descritivos (Posto 4).

Cidade/ Estado:	Porto Alegre/ RS
Endereço	Rua Barbedo, n.º 504, Bairro: Menino Deus,
Coordenada UTM	UTM E 478234.59m; N 6674830.00m
Ponto de Referência	Zona 22J, Datum SIRGAS 2000
Atividades Exercidas	<b>Atividade Principal:</b> Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores
	<b>Atividades Secundárias:</b> Comércio varejista de lubrificantes; Estacionamento de veículos; Serviços de lavagem, lubrificação e polimento de veículos automotores; Comércio a varejo de automóveis, camionetas e utilitários usados; Comércio a varejo de peças e acessórios novos para veículos automotores; Comércio varejista de gás liquefeito de petróleo (GLP) e Comércio varejista de mercadorias em lojas de conveniência.
Classe Segundo a Norma técnica ABNT NBR 13.786/ 2014 – 100,00m:	Classe 02, pois foi identificada em sua área de influência rede subterrânea de serviços, rede drenagem pluvial, igrejas, hospital e edifícios com mais de 04 andares.
Postos de captação	Não foram identificados postos de captação e na área dos postos de combustíveis.
Status	Em operação.

Fonte: GEAB Consultoria Ambiental/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020)

De acordo com o relatório técnico desenvolvido pela empresa GEAB Consultoria Ambiental e disponível no Sistema Online de Licenciamento Ambiental, o referido posto (Figura 19 a), realiza as atividades de armazenamento de combustíveis, abastecimento de veículos, troca de óleo lubrificante e lavagem de veículos. A descarga de combustíveis é realizada a distância (Figura 19 b), e o local possui piso impermeável com sistema de contenção de efluentes conectado à CSAO.

Quanto o tratamento dos efluentes líquidos gerados, o posto contém uma caixa separadora de água e óleo (Figura.19 c) que atende a pista de abastecimento, a área de troca de óleo lubrificante, área de lavagem de veículos e a área de tancagem subterrânea (descarga a distância).

Em relação a troca de óleo, a atividade é realizada em sala fechada, com piso impermeável revestido por placas de cerâmicas, em bom estado de conservação e com sistema de contenção de efluentes conectado à CSAO. A troca de óleo lubrificante é realizada através da retirada do óleo pela parte inferior do motor diretamente para uma bacia de coleta.

Os resíduos sólidos perigosos de Classe I gerados no empreendimento são armazenados temporariamente no interior da bacia de contenção (Figura 19 f), a qual encontra-se impermeabilizada, com mureta de contenção e em área coberta, até sua destinação final

Quanto à atividade de lavagem de veículos (Figura 19 e), a mesma ocorre sobre piso impermeável construído em concreto e não apresenta rachaduras, problemas de infiltrações e fugas d'água, ou seja, está em bom estado de conservação. O local possui sistema de contenção de efluentes, conectada a CSAO através de tubulação enterrada, com eficiência  $\geq 90\%$ . Atualmente a lavagem encontra-se terceirizada e utiliza água proveniente de um poço de captação de água subterrânea

O local de abastecimento também ocorre sobre o mesmo piso impermeável. O piso é todo envolto por canaletas conectadas a CSAO através de tubulação enterrada.

Por fim, o posto possui quatro tanques plenos, com capacidade de 15.000 litros cada, resultando em uma tancagem total de 60m<sup>3</sup>. Os efluentes da CSAO são lançados na rede pública de coleta, conforme informações prestadas no

cadastro no sistema especialista de licenciamento realizado pelo responsável técnico.

Figura 19 – a) Vista geral do posto revendedor; b) piso impermeável da área de descarga de combustíveis (descarga a distância); c) caixa separadora de água e óleo; d) área de troca de óleo; e) área de lavagem de veículos; f) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I.



Fonte: GEAB Consultoria Ambiental/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2020).

#### 4.1.4.1 Análise da contaminação de solo e água subterrânea por hidrocarbonetos

A partir dos documentos disponibilizados na plataforma SOL, o referido posto apresenta poucas informações em relação ao relatório de monitoramento ambiental. Esse fator pode estar relacionado ao fato de o posto não apresentar contaminações nos anos posteriores a 2017. Desta forma os dados mais recentes disponíveis online referentes a relatórios técnicos relacionados ao posto são datados de 26 de dezembro de 2017. O presente relatório visa atender a Resolução Conama 420/2009, no que diz respeito ao monitoramento da área após processo de remediação ambiental (GEAB CONSULTORIA AMBIENTAL, 2018).

Neste sentido foram coletadas cinco (05) amostras de água subterrânea (Quadro 14), sem realização do processo de purga de água.

Para a determinação de padrão ambiental dos compostos investigados como BTEX e PAH's nas amostras coletadas, utilizou-se como referência os valores orientadores (Quadro 3) da Resolução CONAMA n.º 420/2009 e para os parâmetros TPH, os valores orientados (Quadro 9) na Norma Holandesa. Por fim, após esta campanha analítica, foi possível verificar que os valores dos hidrocarbonetos se mostraram baixos em relação aos parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama 420/2009 e Lista Holandesa (Quadro 15) (GEAB CONSULTORIA AMBIENTAL, 2018).

Quadro 14 – Pontos de coletas de água subterrânea

Identificação	Profundidade (m)	Data de coleta
PM-01	0,20	26/12/2017
PM-02	0,30	
PM-04	0,30	
PM-05	0,40	
PM-06	0,50	

Fonte: GEAB Consultoria Ambiental/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2017).

Quadro 15 – Análises laboratoriais de água subterrânea.

Ensaio	Resultados					Unid	L.Q.	VI
	PM-01	PM-02	PM-04	PM-05	PM-06			
Benzeno	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	µg/L	2,0	5
Etilbenzeno	< 2,1	< 2,0	< 2,0	< 15,5	< 2,0		2,0	300
Tolueno	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 72,6	< 2,0		2,0	700
Xilenos	< 7,5	< 2,0	< 2,0	< 120,8	< 2,0		2,0	500
TPH DRO	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500		500	600
TPH GRO	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500		500	600

Fonte: GEAB Consultoria Ambiental/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2017).

#### 4.1.5 Posto 5

Quadro 16 – Dados descritivos (Posto 5).

Cidade/ Estado:	Porto Alegre/ RS
Endereço	Av. Carlos Barbosa, 150 – Bairro Azenha
Coordenada UTM	UTM E 479399.20m; N 6674856.04m
Ponto de Referência	Zona 22J, Datum SIRGAS 2000
Atividades Exercidas	<b>Atividade Principal:</b> Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores
	<b>Atividades Secundárias:</b> Comércio varejista de lubrificantes; Serviços de lavagem, lubrificação e polimento de veículos automotores; Estacionamento de veículos; Comércio varejista de produtos alimentícios em geral ou especializado em produtos alimentícios não especificados anteriormente e Comércio varejista de gás liquefeito de petróleo (GLP)
Classe Segundo a Norma técnica ABNT NBR 13.786/2019	Classe 02, pois foi identificada em sua área de influência rede subterrânea de serviços, rede drenagem pluvial, igrejas, hospital e edifícios com mais de 04 andares.
Postos de captação	Não foram identificados postos de captação e na área dos postos de combustíveis
Situação do posto	Em operação.

Fonte: Biota – GEOM Planejamento & Consultoria/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2017, 2018).

De acordo com o relatório técnico desenvolvido pela empresa Biota – GEOM Planejamento & Consultoria e disponibilizado pelo o Sistema Online de Licenciamento Ambiental, o referido posto (Figura 20 a), apresenta piso da pista de abastecimento feito em concreto armado com superfície lisa (cimento queimado) com caimento para o sistema de drenagem (canaletas), que conduz os fluidos gerados na pista de abastecimento à caixa separadora de óleo e lama. Porém, a partir de dados retirados do relatório avaliativo, foram identificadas pequenas fissuras no piso (Figura 20 b) que podem vir a comprometer o sistema de impermeabilização. Em relação às canaletas de drenagem, as mesmas

também apresentam algumas fissuras em sua junção com a pista e, por vezes, desgaste em suas conexões.

Quanto à área de tancagem, o empreendimento em questão possui dois tanques subterrâneos de armazenamento de combustível, com capacidade de 30m<sup>3</sup>, localizados ao lado da pista de abastecimento, utilizando sistema de descarga direta. A área de descarga é circundada por canaletas de drenagem que possuem ligação com a CSOL. O piso da área de tancagem é o mesmo utilizado na área de abastecimento impermeável.

Este posto possui a área de troca de óleo (Figura 20 d) efetuada por gravidade. O veículo é elevado com o auxílio de um elevador hidráulico. O óleo queimado é coletado através de uma bandeja e encaminhado por mangueira (Figura 20 c) a um tanque subterrâneo de armazenamento localizado em frente à troca de óleo, em área externa. A área de troca de óleo está localizada em edificação coberta com piso cerâmico.

No que se refere ao serviço de lavagem, este é realizado por empresa terceirizada. A área de lavagem está localizada em edificação coberta com piso de concreto áspero. O sistema de drenagem da área é composto por um compartimento coletor de sedimentos e fluídos, localizado no centro da área, por toda sua extensão, além de canaletas que circundam a entrada da edificação. Este sistema encaminha os fluídos gerados a uma CSOL. Como apresentado por empresas ambientais que avaliaram o empreendimento, o estado das canaletas de drenagem apresentam desgaste em suas conexões.

No que diz respeito a caixa separadora de óleo de lama, o empreendimento possui duas (02) CSOL, a primeira caixa possui capacidade para 4,2 m<sup>3</sup>, atende a área de lavagem; já a segunda caixa apresenta capacidade para 3,4 m<sup>3</sup>, atende a pista de abastecimento, área de tancagem e área de troca de óleo. As CSOL possuem três compartimentos e um depósito para o armazenamento do resíduo oleoso, conforme Decreto Municipal nº 9750/90.

Por fim, os resíduos sólidos gerados pelo empreendimento (Figura 20 e), são armazenados em local coberto com piso cerâmico, de forma a evitar a contaminação do solo e lençol freático. Na área de armazenamento, os resíduos são segregados, acondicionados e identificados de acordo com cada tipo de resíduo, em conformidade com a ABNT NBR 12.235/1992. Neste local, são

armazenados panos e estopas contaminadas, filtros de óleo usados e embalagens de óleo lubrificante (Figura 20 e).

De acordo como o relatório disponibilizado online pela empresa GEOM Planejamento & Consultoria, a área do empreendimento encontra-se classificada como “Área Contaminada sob Intervenção – AI”, conforme Resolução CONAMA 420/2009. O referido relatório, também apresenta um parecer técnico que evidencia o lançamento de efluentes oleosos, sem tratamento adequado, na rede pública, provenientes do funcionamento ineficiente da CSAO da atividade de lavagem de veículos.

Figura 20 – a) Vista geral do posto revendedor; b) fissura na pista de abastecimento; c) troca de óleo por gravidade; d) área de troca de óleo; e) local utilizado para o armazenamento dos resíduos Classe I.



Fonte: Biota – GEOM Planejamento & Consultoria/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2017, 2018)

#### **4.1.5.1 Análise da contaminação de solo e água subterrânea por hidrocarbonetos**

Segundo os documentos disponibilizados pela plataforma SOL, os dados mais recentes relacionados ao referido posto são datados de 2020 e 2021, e elaborados pela empresa TRIAL Tecnologia Ambiental. As informações citadas abaixo pertencem ao relatório do dia 25 de fevereiro de 2021.

Este relatório, teve como intuito, analisar os poços de monitoramento do empreendimento em questão. Desta forma, os mesmos foram avaliados quanto ao nível d'água do lençol freático e à presença de hidrocarbonetos derivados de petróleo em fase livre. Ao todo foram analisados 21 poços de monitoramento (TRIAL TECNOLOGIA AMBIENTAL, 2021).

Como resultado (Quadros 17 e 18), foi possível mensurar o nível d'água médio (1,80 m), não sendo possível observar a presença de hidrocarbonetos em fase livre nestes poços. Com base nos resultados analíticos, tem-se que nenhuma das amostras de água subterrânea apresentou concentração dos parâmetros BTEX e TPH acima dos valores estabelecidos pelas normas orientadas na Resolução Conama 420/2009 e Lista Holandesa (MEDINA. C, 2021).

Quadro 17 – Resultados analíticos das amostras de água subterrânea.

Parâmetro		Resultados (µg/L) – Água Subterrânea						
		PM-01	PM-02	PM-04	PM-05	PM-06	L.Q.	Limites de Investigação
<b>BTEX</b>	Benzeno	<1,00	Poço Seco	<1,00	<1,00	<1,00	1,00	5,00
	Tolueno	<1,00	NA	<1,00	<1,00	<1,00	1,00	700,00
	Etilbenzeno	<1,00	NA	<1,00	<1,00	<1,00	1,00	300,00
	Xilenos	<3,00	NA	<3,00	<3,00	<3,00	3,00	500,00
<b>PAH</b>	Naftaleno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	140,00
	Acenaftileno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Acenafteno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Fluoreno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Fenantreno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	140,00
	Antraceno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Fluoranteno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Pireno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Benzo[a]antraceno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	1,75
	Criseno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Benzo[b] fluoranteno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Benzo[k] fluoranteno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Benzo[a]pireno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,70
	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,17
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,18	
Benzo[ghi]perileno	<0,01	NA	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-	
<b>TPH TOTAL</b>		NA	Poço Seco	NA	NA	NA	165	600

Fonte: Trial Engenharia e Meio Ambiente / Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2021).

Quadro 18 – Resultados analíticos das amostras de água subterrânea.

Parâmetro		Resultados (µg/L) – Água Subterrânea							Limites de Investigação
		PM-09	PM-10	PM-11	PM-13	PM-14	PM-15	L.Q.	
<b>BTEX</b>	Benzeno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,00	5,00
	Tolueno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,00	700,00
	Etilbenzeno	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,00	300,00
	Xilenos	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	3,00	500,00
<b>PAH</b>	Naftaleno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	140,00
	Acenaftileno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Acenafteno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Fluoreno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Fenantreno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	140,00
	Antraceno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Fluoranteno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Pireno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Benzo[a]antraceno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	1,75
	Criseno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Benzo[b] fluoranteno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Benzo[k] fluoranteno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-
	Benzo[a]pireno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,70
	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,17
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,18	
Benzo[ghi]perileno	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-	
<b>TPH TOTAL</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	600	

Fonte: Trial Engenharia e Meio Ambiente / Sistema Online de Licenciamento Ambiental (2021).

## 4.2 Método de Matrizes de Interação - Matriz de Leopold

A matriz de interação, é uma técnica bidimensional que relaciona ações com fatores ambientais, podendo ser simples ou complexas, dependendo da quantidade de informações com que se trabalha (IBAMA, 2001 *apud* CAVALCANTE, 2016). Existem vários tipos de matrizes de interação, a mais conhecida delas é a Matriz de Leopold, criada por Leopold, em 1971, que relaciona as ações de um projeto a vários fatores ambientais (FOGLIATTI *et al.*, 2004; MAVROULIDOU *et al.* 2007; SOUSA. R, 2011 *apud* CAVALCANTE, 2016).

A partir disso, a mesma foi utilizada como técnica avaliativa no presente estudo, a fim de demonstrar os impactos causados pelos postos de combustível.

A Resolução CONAMA nº 273/2000, considera que toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, configuram-se como empreendimento potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais. Também considera que os vazamentos de derivados de petróleo e outros combustíveis podem causar contaminação de corpos d'água subterrâneos e superficiais, do solo e do ar; considera a possibilidade de riscos de incêndio e explosões, decorrentes desses vazamentos, principalmente pelo fato de que parte desses estabelecimentos localizam-se em áreas densamente povoadas (BRASIL, 2000).

Baseando-se em tal resolução, foi realizada a aplicação da Matriz de Leopold em todas as áreas do empreendimento, visando avaliar significativamente os aspectos e impactos mais relevantes da atividade.

Normalmente, as Matrizes de Leopold apresentam escala de análise que varia de 0 a 10. Entretanto, o presente estudo apresenta a Matriz de Leopold em uma versão simplificada, com escala variando de 0 a 5, a fim de otimizar a avaliação de impacto ambiental. A Tabela 7, descrita abaixo atribui classificação para os valores apresentados na escala:

Tabela 7 – Classificação da escala utilizada na Matriz de Leopold.

Escala	Classificação
1	Baixo
2	Moderadamente Baixo
3	Moderado
4	Moderadamente Alto
5	Alto

Fonte: Autora.

Vale ressaltar que a técnica de Matriz de Leopold foi aplicada sob o empreendimento e não como forma avaliativa dos cinco postos de abastecimento analisados neste estudo.

Os postos de revenda de combustíveis, geralmente, apresentam atividades como Armazenamento, Abastecimento, Lavagem, Troca de Óleo e Loja de Conveniência e em alguns casos, estacionamento e um escritório. Assim, para viabilizar a aplicação da Matriz de Leopold, o empreendimento foi separado em cinco áreas, sendo estas avaliadas separadamente. Destaca-se que estas áreas em conjunto, representam os postos de combustível em sua totalidade. A partir disso alguns setores se destacaram como mais impactantes e serão descritos a seguir.

Após ponderar valores para cada causa e efeito, realiza-se o somatório dos mesmos obtendo o valor de índice final de cada aspecto analisado. Desta forma, percebe-se que os impactos mais significativos estão relacionados com o enterramento do tanque e a geração de efluentes

Esses aspectos, em muitos casos, foram potencializados pela infraestrutura inadequada de alguns pontos críticos do posto de abastecimento, como nos setores de armazenamento e troca de óleo (Quadro 19 e 21). Segundo CÁCERES *et al* (2011), tais problemas podem se agravar com ausência de canaletas, fator que permite que o óleo usado e a água contaminada por sabões sejam direcionadas diretamente para o sistema de drenagem pública, sem antes passar pelo sistema separador de água e óleo; bem como rachaduras nos pisos na área de abastecimento, lavagem e troca de óleo, que permitem a infiltração de óleo e outros efluentes contaminantes no solo.

Além dos aspectos citados acima, é possível analisar que área de lavagem também apresenta índices finais altos, isso ocorre devido ao fato de serem utilizados

diferentes produtos químicos como detergentes, graxas, ceras na lavagem dos veículos. Os impactos desta atividade também são agravados devido aos fatores citados acima, bem como ao armazenamento indevido dos resíduos sólidos classe I e II, bem como a falta de um reservatório ou CSOL na instalação do empreendimento.

Quadro 19 – Matriz de Leopold: armazenamento de combustíveis.

ATIVIDADE	IMPACTO (EFEITO)	ASPECTO (CAUSA)									MÉDIA	ÍNDICE FINAL
		Gerção de Efluentes	Emissão atmosférica	Enterramento do tanque	Risco de Incêndio/explosão	Gerção de Resíduos Classe I	Gerção de Resíduos Classe II	Consumo de recursos naturais	Polição sonora	Polição atmosférica		
ARMAZENAMENTO	Contaminação dos recursos hídricos	3 4		5 5		3 4	2 3				3.25 4	13
	Contaminação do lençol freático	5 5		5 5		2 3	2 2				3.5 3.75	13,125
	Diminuição da qualidade das águas	5 5		5 5		3 3	2 3				3.75 4	15
	Contaminação do solo	5 5		5 5		2 3	2 3				3.5 4	14
	Diminuição da qualidade do ar		4 4	2 3	2 2						2.66 3	7.98
	Dispersão de gases na atmosfera		2 3	3 3							2.5 3	7.5
	Esgotamento de recursos naturais	3 3		3 3							3 3	9
	Acidentes ou danos físicos				5 5						5 5	25
	Remoção da vegetação natural		1 1	3 4	3 3						2.33 2.66	6.21
	Incomodo a vizinhança		1 2		4 4						2.5 3	7.5
	Afugentamento ou morte da fauna silvestre		1 2								1 2	2
	Atração de Fauna Sinantrópica											
	Uso inadequado da água											
	Uso inadequado de energias											

Fonte: Autora.

Quadro 20 – Matriz de Leopold: abastecimento de veículos.

ATIVIDADE	IMPACTO (EFEITO)	ASPECTO (CAUSA)								MÉDIA	ÍNDICE FINAL			
		Geração de Efluentes	Emissão atmosférica	Enterramento do tanque	Risco de Incêndio/explosão	Geração de Resíduos Classe I	Geração de Resíduos Classe II	Consumo de recursos naturais	Poliuição sonora			Poliuição atmosférica		
ABASTECIMENTO	Contaminação dos recursos hídricos	2	3								2	3	6	
	Contaminação do lençol freático	1	1								1	1	1	
	Diminuição da qualidade das águas	2	2								2	2	4	
	Contaminação do solo	3	4								3	4	12	
	Diminuição da qualidade do ar		1	1	2	2				1	1	1.33	1.33	1.77
	Dispersão de gases na atmosfera		2	2	1	1				1	1	1.33	1.33	1.77
	Esgotamento de recursos naturais													
	Acidentes ou danos físicos				3	3						3	3	9
	Remoção da vegetação natural				1	1						1	1	1
	Incomodo a vizinhança													
	Afugentamento ou morte da fauna silvestre													
	Atração de Fauna Sinantrópica													
	Uso inadequado da água													
	Uso inadequado de energias													

Fonte: Autora.

Quadro 21 – Matriz de Leopold: troca de óleo

ATIVIDADE	IMPACTO (EFEITO)	ASPECTO (CAUSA)									MÉDIA	ÍNDICE FINAL		
		Geração de Efluentes	Emissão atmosférica	Enterramento do tanque	Risco de incêndio/explosão	Geração de Resíduos Classe I	Geração de Resíduos Classe II	Consumo de recursos naturais	Poliuição sonora	Poliuição atmosférica				
TROCA DE ÓLEO	Contaminação dos recursos hídricos	5	5	3	4	3	3					3.67	4	14.68
	Contaminação do lençol freático	5	5	3	4							4	4.5	18
	Diminuição da qualidade das águas	5	5	4	4	2	2					3.67	3.67	13.47
	Contaminação do solo	5	5	5	5	4	4					4.67	4.67	21.81
	Diminuição da qualidade do ar													
	Dispersão de gases na atmosfera													
	Esgotamento de recursos naturais					2	1					1	2	2
	Acidentes ou danos físicos					3	3					3	3	9
	Remoção da vegetação natural					1	2					1	2	2
	Incomodo a vizinhança													
	Afugentamento ou morte da fauna silvestre													
	Atração de Fauna Sinantrópica													
	Uso inadequado da água													
	Uso inadequado de energias													

Fonte: Autora.

Quadro 22 – Matriz de Leopold: lavagem de veículo.

ATIVIDADE	IMPACTO (EFEITO)	ASPECTO (CAUSA)									MÉDIA	ÍNDICE FINAL
		Geração de Efluentes	Emissão atmosférica	Enterramento do tanque	Risco de Incêndio/explosão	Gerção de Resíduos Classe I	Gerção de Resíduos Classe II	Consumo de recursos naturais	Polição sonora	Polição atmosférica		
LAVAGEM	Contaminação dos recursos hídricos	5 5		3 3		3 3	1 2				3 3.25	9.75
	Contaminação do lençol freático	3 4		3 3		2 3					2.66 3.33	8.87
	Diminuição da qualidade das águas	3 3		2 3		2 2	1 2				2 2.5	5.62
	Contaminação do solo	5 4		4 4		2 2	1 2				3 3	9
	Diminuição da qualidade do ar											
	Dispersão de gases na atmosfera											
	Esgotamento de recursos naturais							3 3			3 3	9
	Acidentes ou danos físicos											
	Remoção da vegetação natural											
	Incomodo a vizinhança								2 2		2 2	4
	Afugentamento ou morte da fauna silvestre								1 2		1 2	2
	Atração de Fauna Sinantrópica											
	Uso inadequado da água							3 3			3 3	9
	Uso inadequado de energias											

Fonte: Autora.

Quadro 23 – Matriz de Leopold: loja de Conveniência

ATIVIDADE	IMPACTO (EFEITO)	ASPECTO (CAUSA)									MÉDIA	ÍNDICE FINAL		
		Gerção de Efluentes	Emissão atmosférica	Enterramento do tanque	Risco de Incêndio/explosão	Gerção de Resíduos Classe I	Gerção de Resíduos Classe II	Consumo de recursos naturais	Polição sonora	Polição atmosférica				
LOJA DE CONVENIÊNCIA	Contaminação dos recursos hídricos	2	3								2	3	6	
	Contaminação do lençol freático													
	Diminuição da qualidade das águas													
	Contaminação do solo													
	Diminuição da qualidade do ar													
	Dispersão de gases na atmosfera													
	Esgotamento de recursos naturais													
	Acidentes ou danos físicos													
	Remoção da vegetação natural													
	Incomodo a vizinhança				1	1				3	2	2	1.5	3
	Afugentamento ou morte da fauna silvestre													
	Atração de Fauna Sinantrópica													
	Uso inadequado da água													
	Uso inadequado de energias													

Fonte: Autora.

### 4.3 Método de Redes de Interação (Networks)

Este parâmetro foi utilizado para apontar a causa, condição e efeito dos impactos indiretos e suas inter-relações. Desta forma os postos 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam as mesmas atividades, como recebimento de gasolina e derivados, troca de óleo e loja de conveniência. As redes são úteis tanto para demonstrar as atividades realizadas pelo empreendimento, quanto para apoiar a confecção de uma matriz de avaliação (STAMM, 2003), como a apresentada anteriormente.

Segundo Costa. B *et al* (2019), a rede de interação forma-se na sequência de efeitos provocados por uma determinada ação. Levando este fato em consideração, a implantação de empreendimentos como postos de gasolina, ocasionam diferentes ações como recebimento e armazenamento do produto; troca de óleo; abastecimento e lavagem do veículo e sistema de drenagem da pista. Estes diferentes pontos de partida possibilitam ampla análise das consequências que estas ações causam no meio circundante, demonstrando os impactos de primeira, segunda e terceiras ordens (Figura 21 e 22).

A instalação de projetos como dos postos de gasolina, tem como atividade inicial o recebimento do produto, o que causa dois possíveis problemas, a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) e derrame de produtos/ incêndios, que são condicionados por respiro dos tanques e extravasamento e presença de fonte de ignição, que por sua vez possivelmente resultaram em contaminação do ar, solo, águas superficiais e subterrâneas. A emissão de COV, pode ser facilmente contornada quando junto aos respiradores de tanques enterrados são instalados filtros ou purificadores. Porém, nenhum dos relatórios referentes aos postos analisados disponibiliza tal informação.

A implantação dos postos, é considerada altamente poluidora e impactante, isso se deve em grande parte ao fato de ser necessário a instalação dos tanques subterrâneos, que conseqüentemente causam alto impacto ao meio circundante, já que para sua instalação é necessária a remoção da vegetação e solo local. Outro fator preocupante é o possível vazamento de produto, condicionado por furos nos tanques e tubulações, resultando em plumas de contaminação que afetando a água e o solo subterrâneo.

Para mensurar a contaminação subterrânea de determinado local, poços de monitoramento são dispostos em diferentes locais dentro da área do

empreendimento. A partir disso coletas e análise de água e solo, são efetuadas periodicamente. Como referência para tais parâmetros avaliados, a Resolução CONAMA n° 420/2009 é amplamente utilizada. A mesma dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto a presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas (GEAB Consultoria Ambiental/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental).

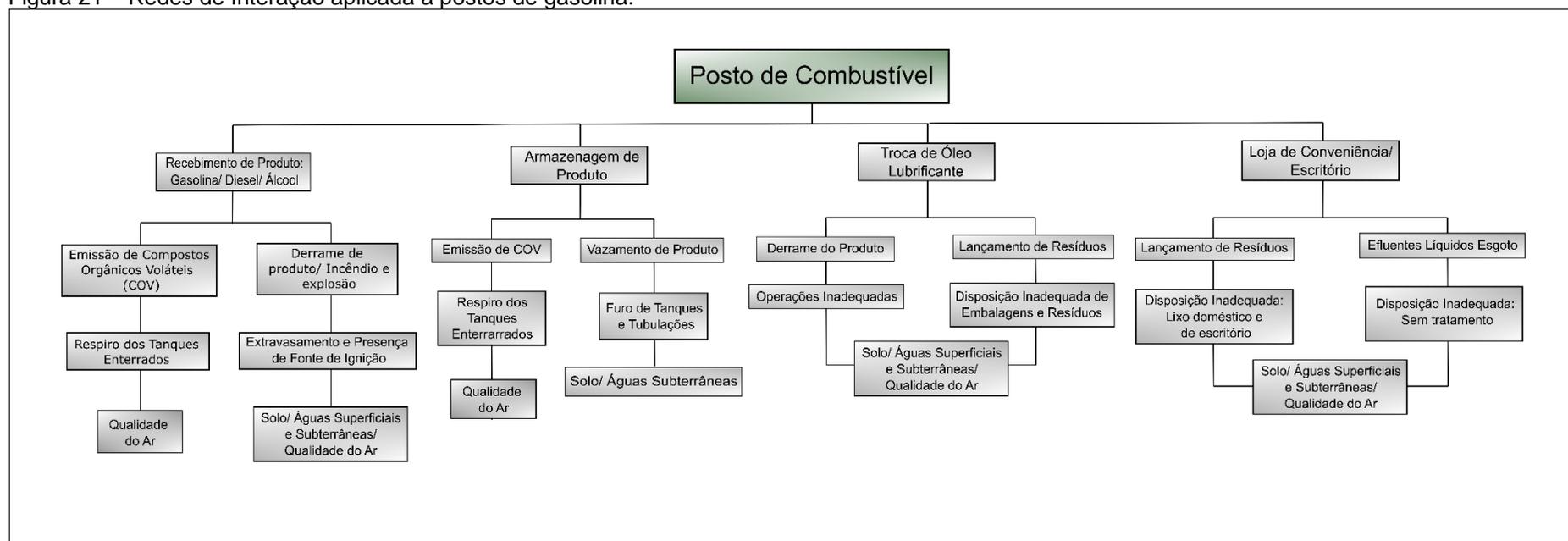
Desta forma, avaliando as informações técnicas e ambientais disponíveis sobre os postos em relação a problemas causados por vazamento de produto, todos os postos analisados (1, 2, 3, 4 e 5) apresentaram problemas com os poços de monitoramento de tanques enterrados. O posto 1, teve diferentes poços tamponados apresentando o composto BTEX e PAH Benzeno dissolvido no solo, com taxas acima dos limites estabelecidos na legislação vigente. Assim o local foi sujeito a processos de remediação. O posto 2, em 2019, também apresentou altas concentrações de compostos acima dos valores de intervenção da Lista Holandesa, sem advertido formalmente sobre a necessidade de ser implantado imediatamente sistema de remediação ativa na área. O Posto 4, realizou tamponamento de 04 (quatro) poços de monitoramento e instalação de 02 (dois). O posto 5, demonstra a pior das situações, apresentando pluma de contaminação existente em 10 poços de monitoramento, conforme relatórios semestrais de monitoramento da qualidade da água subterrânea, bem como 4 (quatro), poços de extração multifásica apresentaram concentrações de TPH (hidrocarbonetos totais de petróleo) acima dos valores permitidos por lei (GEOM Planejamento & Consultoria/ Sistema Online de Licenciamento Ambiental, 2017 e 2018). Apenas o posto 3 não apresentou dados referentes a poços de monitoramento.

Em relação à terceira ação, a troca de óleo, a mesma gera duas possíveis situações, o derrame de produto e os lançamentos de resíduos sólidos (embalagens de plástico utilizadas para armazenar o produto). Estas situações são condicionadas respectivamente por operações inadequadas das bombas coletoras e disposição inadequada de embalagens e resíduos resultando em diversos impactos sobre o solo, águas superficiais e subterrâneas e qualidade do ar. Apenas os postos 1 não realizam troca de óleo em seu estabelecimento.

As Lojas de conveniência e escritórios, são consideradas pouco poluidores quando comparadas a outros tipos de ações resultantes da implantação dos postos

de combustíveis. Porém esta consideração não procede, já que as lojas de conveniência, produzem resíduos sólidos de diferentes categorias, como plásticos de embalagem, latas de refrigerante, copos descartáveis de café, embalagens de doce etc., bem como disposição inadequada de esgoto. Desta forma os impactos causados por esta ação, ultrapassam o meio circundante, já que o indivíduo poderá descartar o resíduo sólido em qualquer local inadequado próximo ou não do empreendimento.

Figura 21 – Redes de Interação aplicada a postos de gasolina.



Fonte: Modificado de Santos, R. (2005, p.77).

A quarta ação, é categorizada como abastecimento do veículo. Esta seria a atividade principal do empreendimento e resulta em diferentes problemáticas, sendo que as mesmas (Emissão de COV; Derrame de produto, Incêndio/ Explosão e Lançamentos de resíduos), já foram discutidas anteriormente. Entretanto, a abordagem dos lançamentos de resíduos neste caso, está relacionada à disposição inadequada de estopas/ Mantas absorventes, que em caso de descarte incorreto, resultam em contaminação de solo, água superficiais e subterrâneas. Neste contexto, todos os postos apresentam local fechado e coberto onde os resíduos sólidos, como embalagens de lubrificantes são armazenados em tambores e sacolas. Além disso, os postos apresentam certificados em relação aos descartes de resíduos sólidos como embalagens plásticas de lubrificante, minimizando os impactos causados pela troca dos mesmos.

Vale ressaltar que a classificação dos resíduos sólidos de classe I e II são definidos NBR 10.004 e editado pela ABNT em 2004. Desta forma, os diferentes tipos de resíduos são agrupados em duas categorias, conforme o seu grau de periculosidade, suas propriedades físicas, químicas e seu potencial patogênico (NOVA AMBIENTAL, 2022). Assim, a classe I, compreende os resíduos perigosos (Inflamáveis, Corrosivos, Reativos, Tóxicos e Patogênicos) e a classe II, compreende os resíduos não perigosos (Classe II A - Não Inertes e Classe II B – Inertes).

Os sistemas de drenagem da pista/ tratamento via CSAO, pode ser considerada uma das ações mais prejudiciais dentro deste empreendimento, pois muitas vezes os postos não realizam a limpeza e o tratamento exigido para este reservatório. Conseqüentemente, são recorrentes os problemas por extravasamento, falta de manutenção e operação inadequada do equipamento, bem como a disposição inadequada do óleo usado, areia e borras da CSAO. Desta forma, todos os postos apresentam caixas separadoras de óleo e água (efluentes líquidos), porém de acordo com as imagens e considerações apresentadas nos relatórios citados anteriormente, os postos 3, 4 e 5 apresentam precariedade (Figura 18 e; 19 f; 20 e), em relação aos procedimentos que devem ser realizados durante a limpeza e descarte dos efluentes ali armazenados.

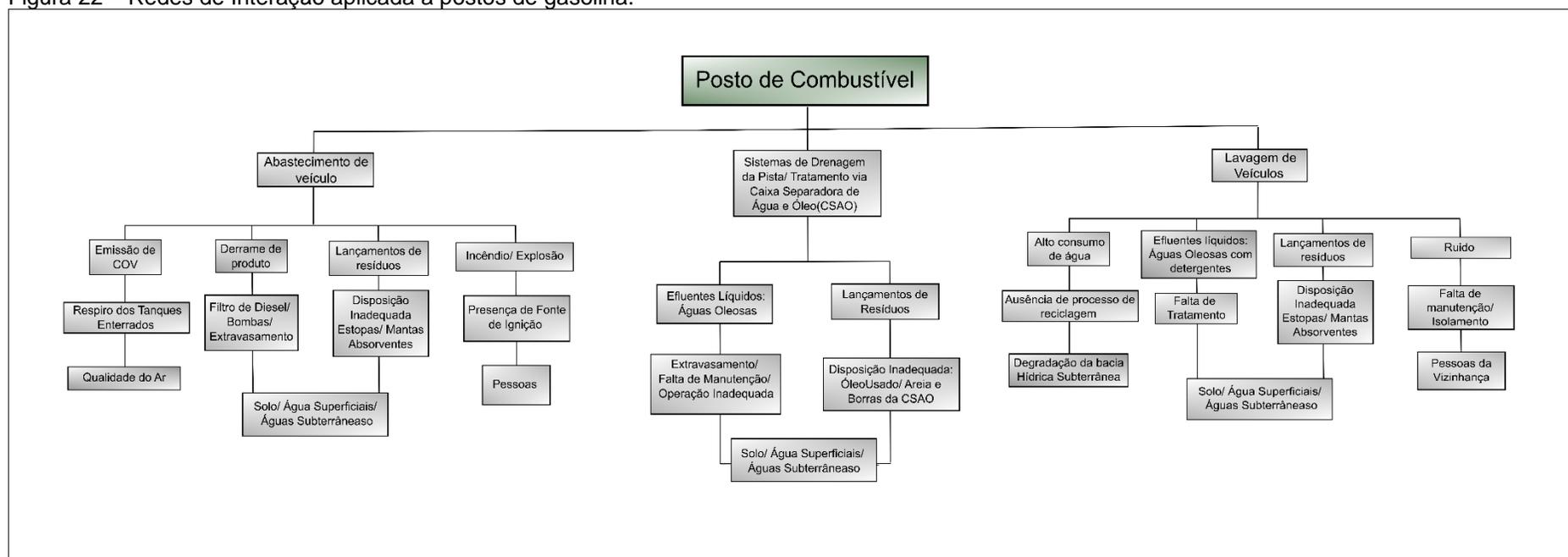
Em contrapartida, o posto 5 apresenta o Certificado de Destinação Final de Resíduos (CDF) de Água com óleo proveniente dos separadores óleo/água. Este documento certifica o recebimento e a respectiva destinação final dos resíduos e rejeitos acima relacionados.

Por fim, a lavagem de veículos, que está associada a 4 (quatro) diferentes problemáticas, sendo estas o alto consumo de água; efluentes líquidos: águas oleosas com detergentes; lançamento de resíduos sólidos e ruídos. Os três primeiros fatores, possuem influência impactante em relação ao solo e águas superficiais e subterrâneas. Para mitigar a contaminação dos meios físicos e bióticos, os postos necessariamente precisam apresentar piso impermeável construído sobre cimento polido, além de apresentarem canaletas que auxiliam no escoamento da água/óleo sobre a superfície do piso. Esta canaleta geralmente é ligada a um reservatório destinado a estes tipos de efluentes.

Apenas o posto 1, não realiza lavagem de carros em seu empreendimento, demonstrando a partir das análises química de água, que a qualidade e preservação da água subterrânea coletada no local, se mostrou adequada em relação a parâmetros como: Temperatura, pH, óleos e graxas minerais, sólidos sedimentáveis. O posto 4, realiza a lavagem de veículos em seu empreendimento, porém de forma terceirizada. A água utilizada na lavagem é proveniente de um poço de captação de água subterrânea. O posto 2 e 5 apresenta um sistema de drenagem comum, que deveria ser utilizado em todos os postos de combustíveis. Este sistema de drenagem é composto por um compartimento coletor de sedimentos e fluídos, localizado no centro da área, além de canaletas que circundam a entrada da edificação por toda sua extensão. Este sistema encaminha os fluidos gerados a uma CSOL.

Vale ressaltar que ao avaliar os documentos, nenhum dos postos apresentaram problemas relacionados a derrame de produto; incêndio e explosão, ruído ou falta de manutenção/ Isolamento.

Figura 22 – Redes de Interação aplicada a postos de gasolina.



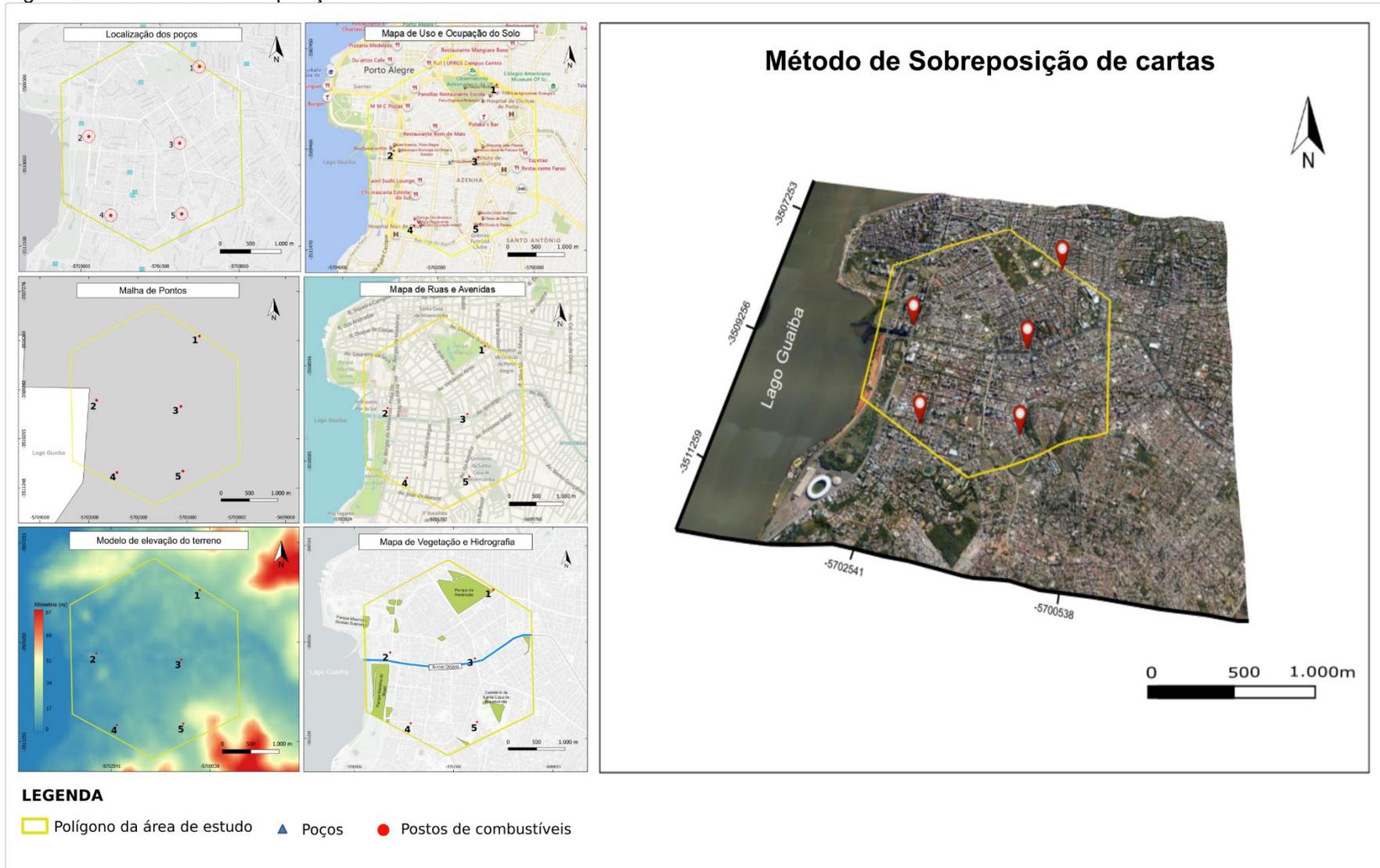
Fonte: Modificado de Santos, R. (2005, p.77).

#### **4.4 Método de Sobreposição de Cartas**

Como já salientado anteriormente, o método de sobreposição de cartas consiste na elaboração de diferentes cartas geográficas, ou seja, mapas temáticos que evidenciam informações locais, como comércios, poços de água subterrânea, vegetação, localização da área de estudo etc. (Figura 23).

De acordo com a Resolução CONAMA n.º 273/2000, para que seja realizada a abertura de postos de combustíveis considera-se parâmetros como localização do empreendimento; indicação da situação do terreno em relação ao corpo receptor e cursos d'água; identificação do ponto de lançamento do efluente das águas domésticas e residuárias após tratamento; tipos de vegetação existente no local e seu entorno; caracterização das edificações existentes num raio de 100 m como escolas, hospitais ou estabelecimentos comerciais; caracterização hidrogeologia com definição do sentido de fluxo das águas subterrâneas, identificação das áreas de recarga, localização de poços de captação destinados ao abastecimento público ou privado registrados nos órgãos competentes no raio de 100 m; caracterização hidrogeológica do terreno da região onde se insere o empreendimento com análise de solo, contemplando a permeabilidade do solo e o potencial de corrosão. Desta forma, alguns desses dados solicitados foram utilizados para elaboração de mapas.

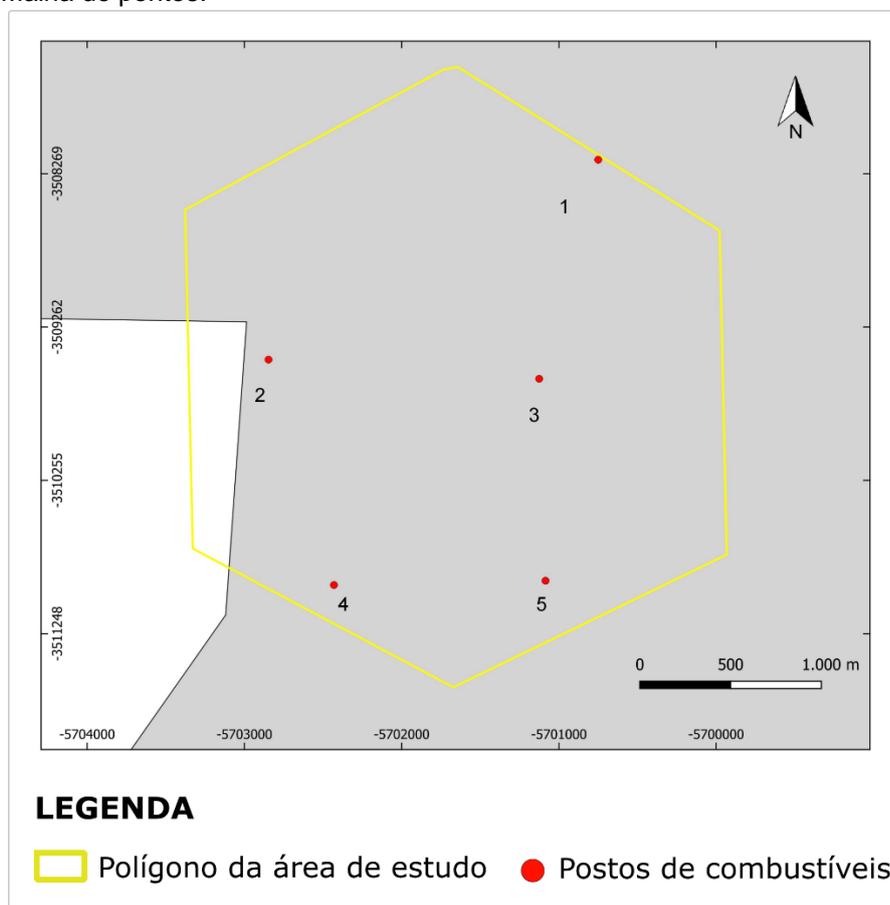
Figura 23 – Método de Sobreposição de Cartas.



Fonte: Autora. Complemento QuickMapServices do software QGIS e Google Earth.

A avaliação do impacto ambiental a partir do método de sobreposição de mapas, inicia-se com a malha de pontos (Figura 24)

Figura 24 – Malha de pontos.



Fonte: Autora. Complemento QuickMapServices do software QGIS

O referido mapa aponta, a localização dos postos de combustíveis dentro do espaço geográfico, os mesmos foram escolhidos estrategicamente, sendo levado em consideração as ruas e avenidas onde se estabelecem, já que quanto maior fluxo de carros, maior será a possibilidade de contaminação e impacto sobre o meio. Assim, os postos localizam-se próximos a avenidas principais como demonstra a Figura 25 a seguir:



Tabela 8 – Edificações próximas aos postos analisados.

Postos de Combustível	Edificações existentes próximas aos postos de combustíveis em um raio de até 100m
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazém da Redenção (76 m)</li> <li>• Botânico Buffet Vegetariano (65 m)</li> <li>• Café do Brique (62 m)</li> <li>• Capela do Divino Espírito Santo (44 m)</li> <li>• Clínica Estrázula de Psicologia (41 m)</li> <li>• <i>Equilibrium</i> Restaurante (67 m)</li> <li>• Feira Orgânica Redenção (95 m)</li> <li>• FAE - Feira de Agricultores Ecologistas (55 m)</li> <li>• Hospital Pronto Socorro de Porto Alegre (80 m)</li> <li>• Parque da Redenção (100 m)</li> <li>• Sabor do Brick Restaurante (73 m)</li> <li>• 08 Torneiras de Chopp (86 m)</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hotel <i>Intercity</i> Porto Alegre (66 m)</li> <li>• Secretaria Municipal de Obras e Viação (74 m)</li> <li>• <i>Trend City Center Office</i></li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arroio Dilúvio (75 m)</li> <li>• Instituto Geral de Perícias IGP/RS (100 m)</li> <li>• Instituto Espírita Dias da Cruz (72 m)</li> <li>• Toca do Músico (66 m)</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coringa Conveniência (Junto ao Posto)</li> <li>• Escola Mundo Educação Infantil (70 m)</li> <li>• Espetinho do Alemão (45 m)</li> <li>• Mig's Restaurante (60 m)</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igreja Brasa (85 m)</li> <li>• S.O.S Drinks &amp; Pastéis (58 m)</li> <li>• Troca Óleo (Junto ao Posto)</li> <li>• Tenda de Deus – Azenha (55 m)</li> <li>• Vegetação pertencente ao Cemitério da Santa Casa de Misericórdia (91 m)</li> <li>• Vison Alves Cabeleireiros (47 m)</li> </ul>

Fonte: Autora.

É possível observar a partir da Tabela 8 e da Figura 26 que todos postos de combustíveis estão discordantes em relação ao solicitado no Art. 5º, inciso I, alínea c, da Resolução CONAMA nº 273/2000. já que dentro de um raio de 100 m no entorno dos postos de combustível existem diferentes tipos de empreendimentos, bem como edifícios e residências. Diversas normas e leis como está anteriormente citada visam minimizar a influência dos postos sobre o meio, considerando seu alto potencial poluidor. Tal afastamento deste empreendimento como outras edificações,

seria uma forma de conter uma possível contaminação do local, pessoas e animais por hidrocarboneto e derivados, bem como acidentes (Exemplo: explosões).

Figura 26 – Mapa de uso e ocupação do solo.



Fonte: Autora. Complemento *QuickMapServices* do software QGIS.

Ao ser apresentado considerações sobre o meio ambiente pensa-se somente nos problemas que são causados em relação a fauna e flora, deixando de lado um fator importante, de que os todos os seres vivos, estão imersos neste meio. A área de estudo não compreende uma área de floresta ou mata, porém apresenta áreas de convívio comum (áreas de lazer), como parques, onde vegetação nativas do bioma pampa e de outros biomas podem ser encontradas. Além disso, parte do Arroio Dilúvio apresenta-se dentro da área de estudo, assim como a mesma se localiza próximo ao Lago Guaíba, sendo este um dos principais lagos do estado.

Neste contexto, no mapa de vegetação e hidrografia (Figura 27), é possível observar que os postos de combustíveis 1 e 2 se apresentam mais próximos à vegetação e os recursos hídricos superficiais do que os outros postos analisados. A situação é preocupante devido a diversos fatores. Um deles é o fato de que a

poluição gerada pelos veículos a partir da queima do carbono existente nos compostos de hidrocarboneto afetam a qualidade do ar, que por consequência mistura-se com a evaporação da água, ocasionando o aumento na precipitação de chuvas ácidas. A contaminação do ar, também ocasiona doenças respiratórias, diminuição de espécies tanto da fauna quanto da flora. Outro problema que também deve ser considerado, são os casos de enchentes, que em grandes centros são comuns. Os resíduos de combustíveis que foram derramados durante o abastecimento podem ser transportados para rios e lagos, ou se infiltram no solo, transitando assim de contaminação superficial para contaminação subterrânea.

Para mitigar os impactos gerados sobre a vegetação e os recursos hídricos superficiais os postos de abastecimento devem apresentar piso impermeável com bom estado de conservação além de conter canaletas do sistema de contenção da pista de abastecimento que não recebem contribuição das águas pluviais, ligadas a um reservatório subterrâneo, bem como disposto no Art.18 da Portaria FEPAM N.º 82/2020. Desta forma todos os postos analisados cumprem o solicitado pela citada Portaria.

Figura 27 – Mapa de vegetação e hidrografia.



Fonte: Autora. Complemento *QuickMapServices* do software QGIS.

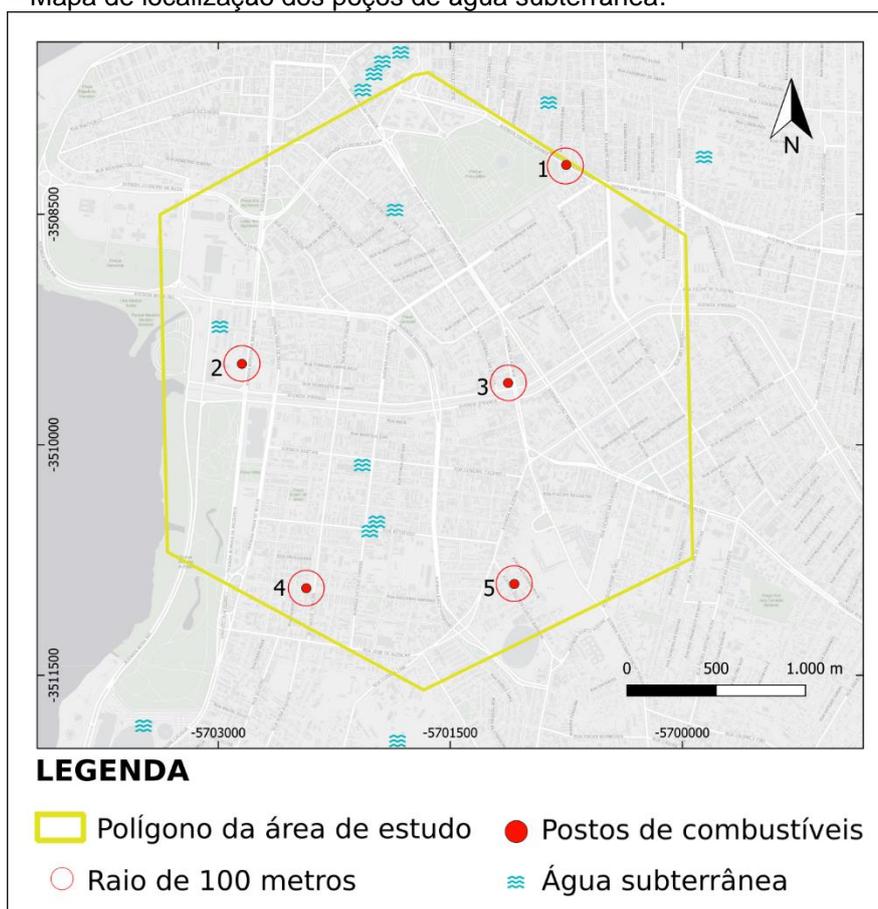
Em relação às águas subterrâneas, a partir da consulta via Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul (SIOUT)<sup>8</sup>, não foi possível identificar poços de água subterrânea dentro do raio de 100m próximos aos postos de combustíveis analisados, como mostra a Figura 28. Entretanto, a partir dos dados disponíveis na plataforma SOL, foi possível caracterizar o fluxo das águas subterrâneas (ANEXO A, B, C, D e E). Os mesmos apresentam diferentes direções de fluxo (Tabela 9). Esse fato pode estar associado a diferentes causas, como a densidade demográfica, tipo de solo e a fontes hídricas próximos ou dentro do local de estudo

Ao correlacionar as duas informações apresentadas na Figura 28 e na Tabela 9, pode-se perceber que a área analisada indica alto risco para possíveis contaminações. Esse argumento se torna válido, quando se considera a hipótese de possíveis plumas de contaminação entrarem em contato com a água subterrânea, e seus componentes solúveis em água adquirem a mesma direção de fluxo, resultando na propagação de contaminantes por toda a área circundante, poluindo não tão somente o solo, a água subterrânea e a vegetação, mas também águas superficiais como o Lago Guaíba e o Arroio Dilúvio que se localizam parcialmente dentro da poligonal de estudo.

---

<sup>8</sup> O SIOUT, é uma plataforma digital de dados ambientais, com o intuito de aperfeiçoar o gerenciamento das concentrações e administração de atos inerentes às outorgas de uso de água. Disponível em: < <http://www.siou.rs.gov.br/#/> >. Acesso em: 03 mar. 2022.

Figura 28 – Mapa de localização dos poços de água subterrânea.



Fonte: Autora. Complemento *QuickMapServices* do software QGIS e dados do SIOUT.

Em relação ao fluxo das águas subterrâneas, foi possível observar a partir dos anexos A, B, C, D e E que cada área apresenta um sentido para o fluxo como demonstrado na Tabela 9, entretendo todos os fluxos seguem em direção ao Lago Guaíba

Tabela 9 – Direção do fluxo de água subterrânea.

Posto de Combustível	Sentido do Fluxo da água subterrânea
1	Norte/ Sul
2	Sudeste/ Noroeste
3	—
4	Sudeste/ Noroeste
5	Noroeste/Sudoeste

Fonte: Autora.

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

São inegáveis os benefícios associados à introdução da avaliação de impacto ambiental como instrumento da política nacional do meio ambiente no Brasil. Apesar de suas limitações, a AIA possibilitou a interação dos múltiplos aspectos ambientais associados aos projetos de desenvolvimento de maneira inédita no País (MUNNO, 2015).

Vale ressaltar que o presente estudo visa colocar em pauta a necessidade da etapa de avaliação de impacto ambiental dentro do licenciamento de diferentes projetos e empreendimentos, já que muitas vezes esta avaliação não é aplicada e caso fosse realizada, poderia minimizar ou até mesmo evitar o acontecimento de diversos problemas causados por contaminação, poluição e degradação do meio ambiente.

Desta forma, o objetivo principal deste trabalho foi analisar a legislação ambiental vigente, utilizando-a como base para a avaliação de impacto ambiental em postos de combustíveis. Assim, a partir da correlação dos métodos AIA, com análise da legislação ambiental brasileira e a utilização dos relatórios técnicos disponíveis online referentes aos postos de combustíveis, foi possível identificar quais setores dentro do empreendimento estão propícios a apresentarem problemas ambientais, devido à falta de fiscalização e descumprimento de normas técnicas e leis que visam mitigar os impactos causados por tal projeto.

Neste sentido, a aplicação dos métodos de avaliação de impacto ambiental, apresentaram resultados satisfatórios, uma vez que as técnicas utilizadas permitiram realizar a análise dos possíveis impactos ambientais negativos, positivos, indiretos e diretos, decorrentes da instalação de empreendimentos como os postos de combustíveis. O uso da matriz e redes de interação, permitiu a identificação dos impactos, a partir de fatores como causa, condição e efeito, possibilitando um pensamento sistemático e hierarquizado sobre as ações que provocam o maior número de impactos (Krag *et al*, 2013). Deste modo, a aplicação do método de Matriz de Leopold, mostrou-se eficaz, tal técnica foi utilizada para analisar os impactos do empreendimento como um todo, a mesma permitiu uma análise criteriosa, em um curto espaço de tempo (CÁCERES *et al*, 2011) facilitando a obtenção de resultados qualitativos e quantitativos, relacionados a área e os

impactos que empreendimento pode causar aos meios ambientais, biofísicos e socioeconômicos (Krag *et al*, 2013).

De forma complementar, os resultados obtidos a partir do método de redes de interação, basearam-se nos impactos causados pelos postos avaliados sobre a área circundante. E por fim, a aplicação do método de sobreposição de cartas, permitiu uma abrangência maior da metodologia AIA, proporcionando uma visão macro das atividades e suas relações com os fatores ambientais (Krag *et al*, 2013), como por exemplo o fato de ser possível georreferenciar os poços de água subterrânea localizados próximos aos postos revendedores de combustíveis e assim correlacionar esta informação com o direção do fluxo de água subterrânea, permitindo identificar possíveis direções de propagação das plumas de contaminação.

Tais plumas de contaminação são de fato um dos elementos mais importantes dentro do contexto e dos objetivos deste trabalho, já que as mesmas se associam a hidrocarboneto como BTEX, PAH's e TPH total que por sua vez são responsáveis pelos diversos problemas ambientais causados pelos postos revendedores de combustíveis. Desta forma, as análises de solo e água em conjunto com a revisão dos laudos e relatórios técnicos disponibilizados pela plataforma SOL, possibilitam ampla compreensão sobre a atual situação dos postos analisados e da poligonal de estudo. Dentre os 5 (cinco) postos analisados, o posto 1 (um) localizado na Av. Osvaldo Aranha, apresentou inúmeras contrariedades. Porém, vale ressaltar que os poços de monitoramento dos 5 (cinco) postos de gasolina avaliados apresentaram contaminações em algum determinado momento.

Ao final desta avaliação, considerou-se que o objetivo (i) “avaliar a situação atual dos postos objeto do estudo de caso deste trabalho em relação à legislação e normas técnicas pertinentes”; sugerido no início do presente estudo, pode ser parcialmente concluído. Em alguns casos, pode-se avaliar os empreendimentos em relação às normas e leis pertinentes, porém devido ao fato deste empreendimento apresentar um alto potencial poluidor, é necessário que existam inúmeras normas e técnicas a serem seguidas. O curto espaço de tempo associado a poucos dados técnicos disponíveis referentes aos postos analisados, tornaram tal objetivo inviável neste momento.

Portanto, baseando-se em argumentos apresentados ao longo do trabalho, pode-se concluir que apesar de existirem inúmeras leis e normas que visam mitigar os impactos gerados por diferentes projetos e empreendimentos, o Brasil ainda carece de órgãos fiscalizadores mais eficazes e ações voltadas para a educação ambiental. Ao realizar a revisão bibliográfica, pode-se constatar que as contrariedades apresentadas nos postos analisados individualmente, são resultado muitas vezes da má gestão do empreendimento, o que acaba favorecendo os altos índices de acidentes ambientais envolvendo postos de abastecimento. Em suma, os métodos de avaliação de impacto foram importantes para avaliar o empreendimento como um todo, sendo possível através destes identificar os setores mais suscetíveis a propagação de poluentes e contaminantes, como os setores de troca de óleo e armazenamento de combustível.

Assim, ao final do presente estudo considera-se algumas sugestões para trabalhos futuros, como a utilização de métodos menos subjetivos, baseados em critérios quantitativos e bem definidos (dados matemáticos e probabilísticos) como método de simulação, bem como utilizar ferramentas geofísicas e geológicas (testemunhos, sondagens, análises geoquímicas, entre outros), afim de se obter maior quantidade de dados e realizar uma análise mais aprofundadas dos poços de monitoramento.

Por fim, a fim de indicar e propor medidas de controle visando a minimização dos riscos na área de estudo, a seguir serão elencadas algumas ações mitigadoras destinadas a preservação e conservação do meio ambiente (urbano ou rural):

1. Incentivo a elaboração de um Sistema de Gestão Ambiental dentro do empreendimento, agregando planejamento estratégico os mesmos;
2. Disponibilizar treinamentos para os funcionários, visando aumentar o conhecimento acerca dos procedimentos adequados, fomentando o envolvimento dos mesmos com o compromisso ambiental do estabelecimento;
3. Aplicar metodologias que visem a prevenir contra a contaminação da água e assim reduzir os custos que provavelmente seriam gastos com a remediação de danos ambientais. Esta iniciativa poderia ser tomada tanto pelo gestor do empreendimento quanto por órgãos públicos;

4. Instruir funcionários e proprietários em relação processos de avaliação de impactos ambientais, incentivando uma rotina técnico-administrativa dentro empresa como instrumento de gestão ambiental
5. A construção de qualquer tipo de empreendimento considerado poluidor, deveria seguir rigorosamente a legislação ambiental, obedecendo especificações técnicas aumentando a proteção do meio ambiente no geral e facilitando as medidas mitigadoras
6. Fomentar projetos de educação ambiental, direcionado os mesmos a diferentes públicos, a fim de trazer mais conhecimentos e discussões sobre empreendimentos altamente poluidores (ALMEIDA. S, 1996; LORENZETT *et al.*, 2011; CÁCERES *et al.*, 2011; ROCHA, 2015).
7. Sugere-se uma alteração nas leis e normas técnica referentes aos tanques de combustíveis subterrâneos e seus equipamentos, devido ao seu alto risco poluidor ao solo e águas superficiais e subterrânea relacionados a vida útil do equipamento, que varia de 15 á 25 anos, incentivando assim, o uso tanques de combustíveis aéreos, que são mais “simples” em termos de manutenção e não possuem contato direto com o solo e outros componentes.

## CAPÍTULO 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, S. A.; ARYA, D. S. **Environmental impact assessment: available techniques, emerging trends**. Discovery Publishing House, 2000.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma: Construção de tanque atmosférico subterrâneo em aço-carbono**. Rio de Janeiro. Terminologia (NBR-13.312), 1995, 11 p.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro. Terminologia (NBR-10.004), 2004.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma: Posto de serviço — Seleção dos equipamentos para sistemas para instalações subterrâneas de combustíveis**. Rio de Janeiro. Terminologia (NBR-13.786), 2005, 03 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/sprtew/recursos\\_hidricos.asp](http://www.ana.gov.br/sprtew/recursos_hidricos.asp)

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Engecorps/Cobrape – Brasília: ANA: Engecorpos/ Cobrape, 2010. Volume 1 e 2.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Quantidade de postos revendedores de combustíveis automotivos, por bandeira, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2019 (Tabela)**. ANP, 2020. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5809-anuario-estatistico-2020>

AHMAD, B; WOOD, C. **A comparative evaluation of the EIA systems in Egypt, Turkey and Tunisia**. Environmental impact assessment review, v. 22, n. 3, p. 213-234, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(02\)00004-5](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(02)00004-5)

ALABURDA, J e NISHIHARA, L. **Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços**. *Revista de Saúde Pública* [online]. 1998, v. 32, n. 2, pp. 160-165. 2001. ISSN 1518-8787. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101998000200009>.

ALMEIDA, L. **Geologia Ambiental**. Brasília: NT Editora, 2015.

ALMEIDA, S. S. de. **Identificação, Avaliação de Impactos Ambientais e uso da Flora em Manguezais Paranses**. Bo/. MI/s. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciênc. da Terra 8, 1996

ALMEIDA, M; MONTAÑO, M. **The effectiveness of environmental impact assessment systems in São Paulo and Minas Gerais**. Ambiente & Sociedade

[online]. São Paulo, v. 20, n. 02, pp. 77-104. 2017. ISSN 1809-4422. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC235R2V2022017>.

ALMEIDA, S. R; SANTOS, V.M. L; TORRES, G. P. B. **Avaliação de impactos ambientais do processo de produção de etanol utilizando método derivado da Matriz de Leopold.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET. V. 18 n. 4 Dez 2014, p.1443-1459. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Santa Maria. ISSN 2236 1170.

ALMEIDA, R. S. R e SILVA, V. P. R. **Avaliação multissistêmica dos impactos ambientais negativos do lixão do município de Ingá-PB.** Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 6, n.1, pp. 89-102, janeiro/julho. 2018. ISSN: 2447-8822.

ALVES, E. R. **Avaliação de impacto ambiental como instrumento para tomada de decisão.** Orientadora: Profa. Paula Caroline dos Santos Silva. 2015. Monografia (Tecnólogo em Gestão Ambiental) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente -FAEMA, Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, Ariquemes-RO, 2015

AMIR, S. **Local environmental sensitivity program (LESA): a program to improve the preparation of environmental impact statements.** In: LANDSCAPE PLANNING, New York/USA, v. 2, n. 4. 1976.

ARAÚJO, S. C. **O Licenciamento ambiental no Brasil: Uma análise jurídica e jurisprudencial.** Orientador: Profa. Dra. Tarin Cristino Frota Mont'Alverne. 2012. Dissertação de Mestrado (Título de Mestre em Direito) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Direito Constitucional, Fortaleza, 2012.

ARCHELA, E *et al.* **Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos.** Revista GEOGRAFIA (Londrina), v .12, n. 1, 2003.

BABINSKI, M *et al.* **U-Pb and Sm-Nd geochronology of the Neoproterozoic Granitic Gneissic Dom Feliciano Belt, Southern Brazil.** Journal of the South. In: Journal of South American Earth Sciences, v,10, Issue 3, p. 263-274, 1997. ISSN: 0895-9811

BACCI, D. L. C. **A contribuição do conhecimento geológico para a educação ambiental.** Pesquisa em Debate, edição 11, v.6, n.2, 2009. ISSN 1808-978X. Disponível em: [http://www.pesquisaemdebate.net/docs/pesquisaEmDebate\\_11/artigo\\_7.pdf](http://www.pesquisaemdebate.net/docs/pesquisaEmDebate_11/artigo_7.pdf)

BARBIERI, J. C. **Avaliação de Impacto Ambiental na Legislação Brasileira.** Revista de Administração de Empresas [online], São Paulo, v. 35, n. 2, pp. 78-85. 1995. ISSN 2178-938X. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000200010>

BARREIROS, M. A. F; ABIKO, A. K. **Avaliação de impactos de vizinhança utilizando matrizes numéricas.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 23-38, jul./set. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do

Ambiente Construído. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000300090>.

BARROS, D. A *et al.* **Breve análise dos instrumentos da política de gestão ambiental brasileira.** Política & Sociedade, Florianópolis, v.11, n.22, p.155-179, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7984.2012v11n22p155>

BIOTA – GEOM GESTÃO AMBIENTAL. **Laudo Técnico das condições de conservação, operação e eficiência dos sistemas de impermeabilização, contenção e drenagem de fluidos.** 2017. Disponível em: <https://secweb.procergs.com.br/sra/>

BIOTA – GEOM GESTÃO AMBIENTAL. **Laudo Técnico das condições de conservação, operação e eficiência dos sistemas de impermeabilização, contenção e drenagem de fluidos.** 2018. Disponível em: <https://secweb.procergs.com.br/sra/>

BISSET, R. **Methods for Environmental Impact Assessment: A selective Survey with case Studies.** In: Biswas, A. K & Geping, Q ed. Environmental impact assessment for developing countries. United Nations University. 1987.

BITENCOURT, M. F. & NARDI, L. V. S. **Tectonic setting and sources of magmatism related to the Southern Brazilian Shear Belt.** Revista Brasileira de Geociências, v.30, n.1, p. 184-187. 2000.

BRAGA, B *et al.* **Introdução à Engenharia ambiental.** 2.ed. São Paulo: Pearson Perntice Hall, 2005.

BRANCALHONE E BRANCALHONE LTDA-ME. **Laudo de estanqueidade posto Mach Comercio de Combustíveis Ltda.** 2020. Disponível em: <https://secweb.procergs.com.br/sra/>

BRASIL. Decreto-lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975. **Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, ano 1975, n. 154º, p. 10289, col. 1, 14 ago. 1975

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, ano 1981, Seção 1, p. 16509, 2 set. 1981

BRASIL. Lei nº 9.605, de 31 de agosto de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, ano 1998, Seção 1, p. 1, 13 fev. 1998

BRITO, F. V *et al.* **Estudo da Contaminação de Águas Subterrâneas por BTEX oriundas de postos de distribuição no Brasil.** Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador. 2005.

- BORGES, L. A. C; REZENDE, J. L. P. D; PEREIRA, J. **Evolução da Legislação Ambiental do Brasil**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, [S.l.], Maringá, v. 2, n. 3, p. 447-466, 2009. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/1146/852>
- CÁCERES, P. G. G *et al.* **Sistema de Gestão Ambiental em postos revendedores de combustível como ferramenta para o gerenciamento de recursos hídricos no município de Curitiba – PR**. XIV World Water Congress. Curitiba- PR. 2011.
- CALDAS, F. V. **Estudo de impacto ambiental em empreendimentos dutoviários: Análise da elaboração, acompanhamento e monitoramento durante a fase da construção**. 2006. 177 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Gestão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.
- CAVALCANTE, L. G; LEITE, A. O. S. **Aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões**. 2016. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 111-124, jun. 2016
- CARVALHO, D. L; LIMA, A. V. **Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos**. In: Anais do XVI Encontro nacional dos Geógrafos. Porto Alegre: 2010.
- CATUNDA, A.C. M.M *et al.* **O licenciamento ambiental dos postos revendedores de combustíveis no município de Parnamirim-RN**. Revista GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 6, nº 2, p. 11-32, 2011. ISSN: 1984-2430.
- CERRI, L. E.S *et al.* **Estudo geológico-geotécnico em área de instalação de posto de combustível em Rio Claro (SP)**. Revista Geociências (UNESP), v. 22, N. Especial, p. 105-116, 2003. São Paulo.
- CREMONEZ, F. E. **Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil**. Revista Monografias Ambientais – REMOA, v.13, n.5, dez. 2014, p.3821-3830. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Santa Maria. ISSN 2236 1308. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236130814689>
- COELHO, A. S. **Agenda internacional para o desenvolvimento sustentável**. Reflexões em Biologia da conservação, v.2, p. 53- 72, 2020. ISBN 978-65-88888-03-2.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Mapa dos Sistemas Aquíferos 1: 250 000. CPRM**. Projeto Plano Diretor de Mineração da Região Metropolitana de Porto Alegre – PDM. 2006. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17387>
- CAMPOS, P. **Avaliação de impactos ambientais- Etapas de planejamento e elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental**. Universidade do Estado de Minas Gerais Faculdade de Engenharia. 2014.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 355/2017, de 19 de julho de 2017. **Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, ano 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 001/1986, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, ano 1986, Seção 1, p. 2548-2549, 17 fev. 1986

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 273/2000, de 29 de novembro de 2000. **Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, ano 2001, Seção 1, p. 20-23, 8 de jan. de 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 420/2009, de 29 de dezembro de 2009. **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, ano 2009.

CORSEUIL, H. **Enhanced Degradation of Monoaromatic Hydrocarbons in Sandy Aquifer Materials by Inoculation Using Biologically Active Carbon Reactors.** PhD dissertation, Ann Arbor, MI, EUA, 1992.

COSTA, B. S. S *et al.* **Diagnóstico ambiental e análise temporal do Córrego Bananal, município Gurupi, Tocantins.** *Âmbiência Guarapuava (PR)* v.15 n.1 p. 173 - 193 Jan/abr. 2019 ISSN 1808 – 0251.

COSTA, M. V; CHAVES, P. S. V; OLIVEIRA, F. C. **Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará.** *Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação.* In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Uerj. Rio de Janeiro. 2005.

COSTA, V. P. P *et al.* **Métodos de avaliação de impactos ambientais: vantagens e desvantagens.** In: I Congresso internacional de Meio Ambiente e sociedade-CoNiMAS e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. ISSN: 2526-186X. Campina Grande -PB.2019

CUNHA, R.L. **Apostila do Curso de Resíduos Sólidos Perigosos.** Instituto de Desenvolvimento Humano e Gestão Ambiental - IDHGE. Rio de Janeiro. 2006

DAL FORNO, R. G. **Avaliação da poluição do solo por derivados de petróleo e sua remediação.** 2006. Orientadores: Prof. Dr. Francisco José Pereira de Campos Carvalho e Prof. Dr. Eduardo Felda Gobbi. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2006.

DANTAS, R. M. L. **Movimentos que impulsionaram a avaliação de impactos ambientais no Brasil.** In: IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX. Recife. 2009.

DE BARROS, D *et al.* **Caracterização Ambiental dos Postos de revenda de combustível no Rio de Janeiro.** Águas Subterrâneas, [S. l.], 2012. e-ISSN 2179-9784. Disponível em:  
<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23410>

DELANEY, Patrick. **Fisiografia e Geologia de Superfície da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.** Publicação Especial da Escola de Geologia de Porto Alegre, p. 1-105.1965

DICIONARIO ONLINE DE PORTUGUÊS. **Significado de decreto-lei.** Dicio, 2021. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/decreto-lei/>

DRUMM, F. C *et al.* **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, v. 18, n. 1, abr. 2014, p. 66-78. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria. ISSN 2236 1170. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117010537>

DUARTE, C. G. D. **Enrique what does the academic research say about impact assessment and environmental licensing in Brazil?** Ambiente & Sociedade [online]. São Paulo, v. 20, n. 01, pp. 261-292. 2017. ISSN 1809-4422. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20150268R1V2012017>.

EBISEMIJU, F. S. **Environmental impact assessment: making it work in developing countries.** Journal of Environmental Management, v. 38, n. 4, p. 247-273, 1993. ISSN 0301-4797. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/jema.1993.1044>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Clima.** Embrapa. 1986 e 1988. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999

ERICKSON, J. **Environmental geology: facing the challenges of our changing Earth.** New York U.S.A. 2002

FEDRA, K. **Expert systems for environmental screening. An application in the lower Mekong basin.** 1991.

FERNANDES, L. A. D *et al.* **Evolução Tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-Rio-Grandense: Parte I - uma contribuição a partir do registro geológico.** Revista Brasileira de Geociências, v. 25, n. 4. P, v. 25, n. 4. p.351-374 (1995) a.

- FERON, G. L. **Avaliação da vulnerabilidade e do risco de contaminação de aquíferos por postos de combustível localizados na região central de Canoas-RS**. Orientador: Pedro Antônio Roehe Reginato. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenheiro Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso Engenharia Ambiental, Porto Alegre, 2010.
- FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para liberação comercial do plantio de transgênicos: uma contribuição ao estado da arte no Brasil**. Orientador: Prof. Dr. Aristides A. Rocha. 2010. Tese de Doutorado (Título de Mestre em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, Programa de Pós- Graduação em Saúde Pública. São Paulo. 2010.
- FLAWN, P. *Environmental Geology*. New York U.S.A Pub. Harper Row, 313p. 1970
- FONTANA, Rodrigo Cybis. **Itinerários Geológicos de Porto Alegre: práticas de geoconservação em sítios urbanos**. Orientação: Prof. Dr. Rualdo Menegat. 2012. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharel em Geologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Geologia, 2012.
- FOGAÇA, P. H. C. **Contaminação do lençol freático por hidrocarbonetos na região de Avaré – SP**. Orientação: Prof. Dr. Paulo Cesar Lodi. 2015. Dissertação de Mestrado (Título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Curso de Engenharia Civil, 2015.
- FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
- FRANTZ, J. C. **SHRIMP U-Pb zircon ages of granitoids from southernmost Brazil: constrains on the temporal evolution of the Dorsal de Cangucu Transcurrente Shear Zone and Eastern Dom Feliciano belt**. In: South American Symposium on isotope geology, IV, Salvador, Short Papers, Salvador SBG, p. 174-177. 2003.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER. Portaria nº 82/200 de 16 de novembro de 2020. **Dispõe sobre critérios, diretrizes gerais e os procedimentos a serem seguidos no Licenciamento Ambiental de empreendimentos do ramo Comércio Varejista de Combustíveis, no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, ano 2020
- FURTADO, Z. N. C. **Investigação confirmatória de contaminação do subsolo por hidrocarbonetos em um posto de combustíveis em Araçatuba-SP**. Águas Subterrâneas, [S. l.], 2006. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23046>.
- GEAB CONSULTORIA AMBIENTAL Ltda-Me. **4º Relatório de aplicação de produtos remediadores monitoramento analítico e encerramento da remediação**. 2020. Disponível em: <https://secweb.procergs.com.br/sra/>

GEAB CONSULTORIA AMBIENTAL Ltda-Me. **Relatório Técnico e Fotográfico**. 2020. Disponível em: <https://secweb.procergs.com.br/sra/>

GEOAWESOMENESS. **GIS**. *Geoawesomenes*, 2021. Disponível em: <https://geoawesomeness.com/knowledge-base/gis/>

GIBOTTI JÚNIOR, M. **Subsídios geológico-geotécnicos para a implantação de tanques de armazenagem subterrânea de combustíveis: estudo de caso em um solo da Formação Rio Claro**. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Rio Claro, 1999.

GLASSON, J; SALVADOR, N. **EIA in Brazil: a procedures–practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK**. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 20, n. 2, p. 191-225, 2000. ISSN 0195-9255. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(99\)00043-8](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(99)00043-8)

GOMES, R. L. G e TEIXEIRA, N.N. **Caracterização do meio físico para avaliação ambiental de área de instalação de posto de combustível**. *Revista de Geografia (UFPE)* v. 28, n°. 2, p. 109-125, 2011.

GUIGUER, N. **Poluição das águas subterrâneas e do solo causada por vazamento em postos de abastecimento**. Waterloo Hydrogeologic, Canadá, 1996.

GUIGUER, N. **Poluição das águas subterrâneas e do solo causada por vazamentos em postos de abastecimento**. Waterloo Hydrogeologic, Inc. 356p., 2000

HARTMANN, L. A *et al.* Advances in SHRIMP geochronology and their impact on understanding the tectonic and metallogenic Evolution of Southern Brazil. **In: Australian Journal of Earth Sciences**, v.47, Issue 5, p. 829-844. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1440-0952.2000.00815.x>

HASENACK, H. **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre: Geologia, Solos, Drenagem, Vegetação/Ocupação e Paisagem**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008.

HAYASHI, C e SILVA, L. H. A. **A gestão ambiental e sustentabilidade no Brasil**. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v.11, n. 7, p.37-51, 2015. ISSN 1980-0827 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17271/1980082711720151222>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População rural e urbana**. IBGE Educa, 2021. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens%20conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidade e Estados**. IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a amazônia, cerrado e pantanal. Demandas e propostas: metodologias de avaliação de impacto ambiental – 37.** Brasília: IBAMA, 2001

IRWIN, R *et al.* **Environmental Contaminants Encyclopedia.** National Park Service, Water Resources Division, 1998.

JOB, J. M. **Os desafios geológicos que uma cidade enfrenta: Um estudo dos obstáculos naturais à expansão urbana de Porto Alegre.** Orientador: Prof. Dr. Rualdo Menegat. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Curso de Geologia, Porto Alegre, 2017.

JUSTUS, J. O *et al.* **Geomorfologia.** In: Projeto RADAMBRASIL. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. p 313-404

KANE, J *et al.* **KSIM: A methodology for inter-active resource policy simulation.** In: *Water Resources Research*, USA, v. 9, n ° 1. 1973.

KELLER E. **Environmental Geology.** 8<sup>th</sup> Ed., Prentice Hall, 562 pp. 1999

KROG, M. N. *et al.* **Avaliação Qualitativa de Impactos ambientais considerando as etapas de limpeza e preparo do terreno em plantios florestais no Nordeste Paraense** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.37, n.4, p.725-735, 2013.

LAMOREAUX, J.W **Environmental Geology A Volume in the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology, Second Edition.** New York U.S.A, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8787-0>

LEE, N; GEORGE, C (Ed.). **Environmental assessment in developing and transitional countries: principles, methods and practice.** John Wiley & Sons, 2013.

LEITE, M. M. **Análise comparativa dos sistemas de avaliação de impacto ambiental.** Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 273-293. ISBN 9788578792824. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/bxj5n/pdf/lira-9788578792824-12.pdf>

LEINZ, V. & AMARAL, S. E. **Geologia Geral.** São Paulo: Cia Editora Nacional, 1998.

LEMONS, K & PORTER, A. **A Comparative Study Of Impact Assessment Methods In Developed And Developing Countries.** *Impact Assessment*, 10:3, 57-65. 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07349165.1992.9725812>

LEOPOLD, M *et al.* **A procedure for evaluating environmental impact.** Washington/USA, Geological Survey, Circ. N° 645. 1971.

- LOHANI, B., J.W. Evans, H. Ludwig, R.R. Everitt, Richard A. Carpenter, and S.L. Tu. 1997. **Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia**. Volume 1 - Overview. 356
- LORENZETT, D. B. *et al.* **A gestão de Resíduos em Postos de Abastecimento de Combustível**. Revista Gestão Industrial, v.06, n.02: p.110 – 125, 2010, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa – PR. ISSN: 1808-0448.
- MAVROULIDOU, M.; HUGHES, S. J.; HELLAWELL, E. E. **Developing the interaction matrix technique as a tool assessing the impact of traffic on air quality**. Journal of Environmental Management, n. 84, p. 513–522, 2007
- MANCINI, T. M. **Métodos de caracterização de áreas potencialmente contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp – Rio Claro, 2002.
- MARQUES, C. E. B *et al.* **O licenciamento ambiental dos Postos de revenda varejista de combustíveis de Goiânia**. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2003.
- MARQUES, E. M e GUERRA, A. J. T. **Solos Contaminados por Hidrocarbonetos de Petróleo**. 2012. Disponível em: <http://sie.unb.br/ugb/sinageo/7/0109.pdf>
- MARTINHA, D. D. **Metodologias utilizadas na avaliação de impacto ambiental**. Revista Varia Scientia Agrárias, v. 04, n.01, p. 145-158, 2013.
- MARTINS, T. S; JUNIOR, G. N. R. C. **Avaliação de Impacto Ambiental: Uma Revisão Sistemática sob a Ótica Metodológica**. *E&S - Engineering and Science*, [S. l.], v.7, n.2, p. 29-41, 2018. ISSN: 2358-5390. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/6616>.
- MATTA, M. A. S **Avaliação de Impacto Ambiental - AIA**. Universidade Federal do Pará Secretaria Especial de Especial de Educação - I Curso de Especialização em Gestão Hídrica e Ambiental. Belém do Pará. 2007
- MC HARG, I.L. **Design with nature**. New York-USA, Natural History Press. 1969.
- MEDEIROS, R.D. **Proposta metodológica para Avaliação de Impacto Ambiental aplicada a projetos de usinas eólio-elétricas**. Dissertação de Mestrado – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.
- MEDINA, A.I *et al.* **Geologia ambiental: contribuição para o desenvolvimento sustentável**. In: Tendências tecnológicas Brasil 2015: geociências e tecnologia mineral. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. p.35-56. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1283>
- MEDINA, N. M. **Dados históricos da educação ambiental no Brasil**. 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/1415782-Artigo-breve-historico-da-educacao-ambiental-nana-mininni-medina.html>.

MENEGAT, R *et al.* **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 1998.

MENEGUZZO, I. S; BORSZOWSKI, P. R. **A geologia Ambiental no curso de tecnologia em gestão ambiental**. Revista TechnoENG, Paraná, vol. I, 2ª Edição. 2010. ISSN 2178-3586.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário**. 7. ed. rev., atual. e reform. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011. 1647 p.

MINDRISZ, C. A. **Avaliação da contaminação da água subterrânea de poços tubulares por combustíveis fósseis**. Tese de Doutorado. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. USP.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resíduos Perigosos**. 2021. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos.html>

MOISA, R.E. **Avaliação de Passivos Ambientais em postos de serviço através do método de análise hierárquica de processo**. Orientador: Prof. Dr. Georges Kaskantzis Neto. 2005. Dissertação de Mestrado (Mestre em Ciências (M.Sc.) em Engenharia de Processos Químicos) - Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Engenharia, Setor de Tecnologia, Curitiba, 2005.

MONOSOWSKI, E. **Políticas ambientais e desenvolvimento no Brasil**. Cadernos Fundap: Planejamento e Gerenciamento Ambiental, São Paulo, v. 9, n. 16, p. 15- 24, 1989.

MORAES, Ciro; D'AQUINO, Carla. **Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias**. In: 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul. 2016, Araranguá. 2016

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de Impacto Ambiental – AIA**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1985.

MOREIRA, I.V.D. **Origem e síntese dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental (AIA)**. In: *Manual de Avaliação de Impactos Ambientais*, Curitiba/PR, Seção 3100, SUREHMA, 1992.

MOREIRA, K. S *et al.* **A evolução da legislação ambiental no contexto histórico brasileiro**. Research, Society and Development, v. 10, n. 2, e14010212087, 2021. ISSN 2525-3409. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12087>

MORGAN, R. K. **Environmental impact assessment: the state of the art**. Environment Impact Review, v. 3, n.1, p 5-14, 2012.

MOURA, N. S.V; DIAS, T.S. **Elaboração do Mapa Geomorfológico do município de Porto Alegre- RS**. Ciência e Natureza, Edição especial, v. 34, n.2, p. 219-233. 2012. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>

MUNNO, C. M. **Análise do monitoramento pós estudo de impacto ambiental no estado de São Paulo**. Orientador: Prof. Dr. Nemésio N. B. Salvador.2005. Dissertação de Mestrado (Título de Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, Curso de Engenharia Urbana, São Carlos,2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Alternatives for Ground Water Cleanup**. NRC. National Academy Press, Washington, 1994. ISBN: 978-0-309-04994-8. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/2311>.

NOVA AMBIENTAL. **A Diferença Entre os Resíduos Classe I e Classe II. Tratamentos de resíduos industriais e Destinação Final**. São Paulo. 2022. Disponível em: <https://www.novaambiental.com.br/a-diferenca-entre-os-residuos-classe-i-e-classe-ii/>

OLIVEIRA, B. A. **Avaliação de vulnerabilidade e perigo à contaminação das águas subterrâneas do município de Caçapava do Sul -RS**. Orientador: Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich. 2017.Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenharia Ambiental e Sanitarista) - Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Caçapava do Sul, 2017.

OLIVEIRA, F. C; DE MOURA, H. J. T **Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará**. Revista Pretexto, v. 10, n. 4, art. 5, p. 79-98, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.21714/pretexto.v10i4.498>

OLIVEIRA, L. I & LOUREIRO, C. O. **Contaminação de aquíferos por combustíveis orgânicos em Belo Horizonte: Avaliação Preliminar**. In: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, n. 1, 1998. Disponível em: <https://aquassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22287>.

PALIGI, A *et al.* **Avaliação da contaminação em áreas de postos de distribuição de combustíveis no estado do Rio Grande do Sul/ RS utilizando técnicas de modelagem e análise de compostos orgânicos segunda etapa: coleta de amostras**. In: VII Jornada de Iniciação Científica- Meio Ambiente - FZBRS/FEPAM, 23-26 de agosto de 2011 . Porto Alegre, RS.

PEREIRA, J. A. A.; BORÉM, R. A. T. **Análise e avaliação de impactos ambientais**. Curso de Pós- Graduação Lato Sensu (Especialização) à distância: Avaliação da Flora e Fauna em Estudos Ambientais. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2007. 145 p.

PHILIPP, R. P. **A evolução geológica e tectônica do batólito Pelotas no Rio Grande do Sul**. Orientador: Prof. Dr. Rômulo Machado. 1998. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Pós- Graduação em Geoquímica e Geotectônica, São Paulo, 1998.

PHILIPP, R. P *et al.* **O Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul**. In: M. Holz & L.F. De Ros. eds., Geologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Centro de Investigação do Gondwana-Instituto de Geociências, UFRGS, p.133-160. 2000.

PHILIPP, R P *et al.* **O magmatismo granítico Neoproterozoico do Batólito Pelotas no sul do Brasil: novos dados e revisão da geocronologia regional.** Revista Brasileira de Geociências, v.32, n.2, p.277-290, 2002.

PHILIPP, R. P *et al.* **Reavaliação e novos dados geocronológicos (Ar/Ar, Rb/Sr e Sm/Nd) do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul: implicações patogénicas e idade de reativação das zonas de cisalhamento.** Geologia USP, Série Científica. v. 3, p. 71-84, 2003. Disponível em:  
<https://www.revistas.usp.br/guspssc/article/view/27384>

PHILIPP, R. P & CAMPOS, R. S. **Geologia, Petrografia e Litogeoquímica dos Gnaisses, Porto Alegre, RS, Brasil: Implicações Geotectônicas.** Instituto Geociência, v.31, n.2, p. 79-94, 2005. ISSN 1518-2398. Disponível em:  
<https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/19575/pdf>

PHILIPP, R. P; MACHADO, R; CHEMALE JUNIOR, Farid. **A geração dos granitóides neoproterozóicos do batólito Pelotas: evidências dos isótopos de Sr e Nd e implicações para o crescimento continental da porção sul do Brasil.** In: 50 anos de geologia: Instituto de Geociências: contribuições [S.l: s.n.], Porto Alegre, 2007

PHILIPP, R. P. *et al.* **Novos dados geocronológicos do embasamento do Cinturão Dom Feliciano e dos granitóides pós-colisionais Neoproterozoicos da região de Porto Alegre, RS.** Revista Brasileira de Geociências ,2008.

PHILIPP, R. P *et al.* **A memória geológica do centro antigo de Porto Alegre: o registro da evolução urbana nos prédios históricos e no urbanismo da cidade.** Instituto Geociência, v. 36, n. 1, p. 59-77,2009. ISSN 1518-2398. Disponível em:  
<https://doi.org/10.22456/1807-9806.17875>

PIMENTEL, G.; PIRES, S.H. **Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites.** Rev. Adm. pub., Rio de Janeiro, 26 (1): 56-68, jan./mar. 1992

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **Conheça Porto Alegre.** 2021. Disponível em:  
<https://prefeitura.poa.br/gp/projetos/conheca-porto-alegre>.

PORTAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL- RS. **Qual a legislação e as normas incidentes no licenciamento destas atividades?** FEPAM, 2021. Disponível em:  
<http://www.licenciamentoambiental.rs.gov.br/perguntas-mais-frequentes/pergunta/resposta/526>

PORTO, D. C. **Investigação da contaminação do solo e das águas subterrâneas por óleo combustível: Estudo de caso em Ribeirão Preto (SP)- Empresa Viação Garcia.** Orientador Prof. Dr. Maurício Moreira Santos. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenheiro Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curso Superior de Engenharia Ambiental, Londrina, 2014

ProECO SOLUÇÕES AMBIENTAIS. **Relatório de Vistoria do Posto de Combustíveis.**2020. Disponível em: <https://secweb.procergs.com.br/sra/>

- RAMAGE, L. Hidrogeoquímica do sistema aquífero granular cenozoico do município de Porto Alegre, RS.** Orientador: Ari Roisenberg e Antônio Pedro Vieiro. 2005. Dissertação de mestrado (Título de Mestre em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande de Sul – UFRGS, Instituto de Geociências Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, 2005.
- ROISENBERG, C et al. Caracterização geoquímica e gênese dos principais íons das águas subterrâneas de Porto Alegre, RS.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 4, p.137-147. 2003
- REBOUÇAS, A. C. Diagnóstico do setor de hidrologia.** Associação Brasileira de águas subterrâneas. São Paulo. 1996
- ROCHA, S. P. B. Um modelo para avaliação de impactos ambientais em postos de distribuição de combustíveis.** Orientador: Profª Denise Dumke de Medeiros. 2005. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2005.
- ROCHA, E. C; CANTO, J. L; PEREIRA, P.C. Avaliação de impactos ambientais nos países do Mercosul.** Ambiente & Sociedade [online]. 2005, v. 8, n. 2, pp. 147-160. 2006. ISSN 1809-4422. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2005000200008>
- ROCHA, W. O et al. Avaliação de impacto ambiental em postos de abastecimento de combustíveis no município de Cuiabá, Mato Grosso.** In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador- BA. 2013
- ROCHA, E. A. P. Gerenciamento de riscos em posto de abastecimento de combustível de empresa de transporte.** Orientador: Prof. Esp. Luciano Rubim Franco. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Especialista Engenheiro de Campo) Universidade Federal do Espírito Santo, 2015
- SANTOS, R.J.S. A Gestão Ambiental em Posto Revendedor de Combustíveis como Instrumento de Prevenção de Passivos Ambientais.** 2005 (Tese de Mestrado) - Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, 2005
- SANTOS, I. D. C. Avaliação de impacto ambiental e a responsabilidade do Brasil diante da degradação ao meio ambiente.** Interfaces Científicas - Direito, [S. l.], Aracaju v. 1, n.2, p.67–74, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.17564/2316-381X.2013v1n2p67-74>
- SANTOS, M. V et al. Diagnóstico ambiental de postos de combustíveis em processo de remediação de área contaminada no município de Porto Alegre.** Revista de Iniciação Científica – CIPPUS, v. 9, n. 1, 2021. ISSN: 2238-9032. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18316/cippus.v9i1.8217>
- SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** [S.l: s.n.], 2013.

SANCHÉZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008

SANCHEZ, R. **A avaliação de impacto ambiental e as normas de gestão ambiental da série ISO 14000: características técnicas, comparações e subsídios à integração**. Orientador: Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto. 2011. Dissertação (Mestre em Ciências de Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, Escola de engenharia de São Carlos, São Carlos, 2011.

SANTANA, A. **Avaliação dos aspectos e impactos ambientais do posto de combustível varejista de Rio Verde- Go**. Orientador: Weliton Eduardo Lima de Araújo. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenheiro Ambiental) Universidade de Rio Verde, Curso de Engenheiro Ambiental, Goiás, 2013.

SASSAMAN, R. W. **Threshold of concern a: a technique for evaluating environmental impacts and amenity values**. In: Journal of Forestry, v. 79, Issue 2, february 1981, p. 84–86. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jof/79.2.84>

SELAI – SERVIÇO DE LICENCIAMENTO DE ATIVIDADES INDUSTRIAIS EM IMPLANTAÇÃO. **Relatório de Fiscalização nº 203/2019**. 2019. Disponível em: <https://secweb.procergs.com.br/sra/>

SARLET, I; FENSTERSEIFER, T. **Algumas notas sobre a dimensão ecológica da dignidade da pessoa humana e sobre a dignidade da vida em geral**. In: TRENNEPOHL, T.; TRENNEPOHL, C. Direito ambiental atual. 1a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 83-100.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Litoestratigrafia Folha SH.22- Porto Alegre**. GeoSBG. 2021. Disponível em: <https://geoportal.cprm.gov.br/geosgb/>

SERVIÇO GEOLOGICO DO BRASIL. **Mapa Geológico do Rio Grande do Sul 1:750.000**. GeoSBG. Projeto Geologia do Brasil ao Milionésimo – Programa Geologia do Brasil, 2006. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia\\_basica/cartografia\\_regional/mapa\\_ri\\_o\\_grande\\_sul.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografia_regional/mapa_ri_o_grande_sul.pdf)

SEUPOSTO.COM. **Reservatório de Contenção para Tanques (Sump de Tanque) – Senior**. 2022. Disponível em: <https://www.seuposto.com/reservatorio-de-contencao-para-tanques-sump-de-tanque>

SILVA, C. C. A; BARBOSA, J. B. M. **Utilização da ferramenta sensoriamento remoto para diagnóstico de impactos ambientais**. Revista científica da escola de engenharias e ciências exatas- Tecnologia & Informação, Rio Grande do Norte, v.1, n.1, p.21-32, 2013

SILVA, D. J. **Levantamento Geológico em meios aos impactos ambientais**. In: III Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar e I Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. UNIFIMES. Goiás. 2018.

SILVA, L. M. B., SILVA, J. P., & BORGES, M. A. L. **Do global ao contexto nacional: evolução da política ambiental brasileira.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Vol. 6, Nº 14, p. 593-608 - 31 dez. 2019. ISSN 2359-1412. Disponível em: <https://doi.org/10.21438/rbgas.061401>

SILVA, P. J. **Estrutura para identificação e avaliação de impactos ambientais em obras hidroviárias.** Orientador: Prof. Giorgio Brighetti. 2004. 1 v. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SILVA, R.L.B *et al.* **Estudo da contaminação de poços rasos por combustíveis orgânicos e possíveis consequências para a saúde pública no Município de Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil.** Cadernos de Saúde Pública [online]. 2002, v. 18, n. 6, pp. 1599-1607. 2002. ISSN 1678-4464. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2002000600014>.

SISTEMA ONLINE DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL. **SOL.** 2022. Disponível em: <https://secweb.procergs.com.br/sra/>. Acesso em: 19 jul. 2021.

SISTEMA DE OUTORGA DE ÁGUA DO RIO GRANDE DO SUL. **SIOUT RS** 2022. Disponível em: <http://www.siout.rs.gov.br/#/>. Acesso em: 3 mar. 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia.** SBG, 1984. Disponível em: < [http://sbg.sitepessoal.com/anais\\_digitalizados/1984RIO%20DE%20JANEIRO/CBG.1984.vol.11.pdf](http://sbg.sitepessoal.com/anais_digitalizados/1984RIO%20DE%20JANEIRO/CBG.1984.vol.11.pdf) >

SOUZA, C. F; MÜLLER, D. M. **Porto Alegre e sua Evolução Urbana.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. 68-69p.

SOUZA, C. P. **Avaliação e valoração dos impactos ambientais no processo de operação de postos revendedores de combustíveis.** Orientadores: Prof<sup>a</sup>. Denize Dias Carvalho, D.Sc. e Prof. Josimar Ribeiro de Almeida, D. Sc. 2009. Dissertação (Mestre em Ciências (MSc)) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Rio de Janeiro, 2009.

SOUZA, D. M. de; LUIZ, J. G. **Radar de penetração no solo aplicado à análise ambiental de posto de combustíveis pós-remediação.** Águas Subterrâneas, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 143–153, 2017. Disponível em: <https://aquassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28797>

SOUZA, L. **Legislação ambiental brasileira: avanços, retrocessos e fragilidades.** Reflexões em Biologia da conservação, v.2, p. 210- 238, 2020. ISBN 978-65-88888-03-2.

SOUZA, R. N. **A simplified matrix of environmental impacts to support an intervention program in a small-scale mining site.** Journal of Cleaner Production, v. 19, p. 580-587, 2011.

SOUZA, T *et al.* **Relatório 2019- Divisão de Emergências Ambientais DEAMB.** FEPAM, 2020. Disponível em:

[http://www.fepam.rs.gov.br/emergencia/DEAMB\\_Relatorio\\_2019.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/emergencia/DEAMB_Relatorio_2019.pdf)

SORENSEN, J. C. **A framework for identification and control of resource degradation and conflict in the multiple use of the coastal zone.** 1971.

SOTERO, A *et al.* **Implantação de medidas de atendimento a emergências ambientais no varejo de combustíveis: Aspectos conceituais.** In: XXII – Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 23 a 25 de outubro de 2002. Curitiba – PR.

ST ARQUITETURA E MEIO AMBIENTE Ltda. **Relatório Técnico de Pista de Abastecimento, Troca de Óleo, Área de Lavagem e Caixa CSOL.** 2019.

Disponível em: <https://secweb.procergs.com.br/sra/>

STAMM, H. R. **Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: Estudo de caso de uma usina termelétrica.** Orientadora Profa. Dra. Sandra Sulamita Nahas Baasch. 2003. Tese de Doutorado (Título de Doutor em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Florianópolis, 2003

SUREHMA/ GTZ. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA).** Secretaria Especial do Meio Ambiente, Curitiba: 1992. 281 p.

SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA. **Linha do tempo: um breve resumo da evolução da legislação ambiental no Brasil.** STJ, 2010. Disponível em: <https://stj.jusbrasil.com.br/noticias/2219914/linha-do-tempo-um-breve-resumo-da-evolucao-da-legislacao-ambiental-no-brasil>

SUWANTEEP, K *et al.* **Environmental impact assessment system in Thailand and its comparison with those in China and Japan.** Environmental Impact Assessment Review, v. 58, p. 12-24, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.02.001>

TIBURTIUS, E. R. L *et al.* **Contaminação de águas por BTXS e processos utilizados na remediação de sítios contaminados.** Quim. Nova, v. 27, n.3, p. 441-446, 2004. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422004000300014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000300014)

THOR, E.C. *et al.* **Forest environmental impact analysis- a new approach.** In: Journal of Foreshy, USA, p.11-78. 1978.

TOMMASI, L.R. (1994). **Estudo de Impacto Ambiental.** São Paulo. CETESB. p. 354.

TRICARD, I. **As discontinuidades nos fenômenos de erosão.** Notícia geomorfológica, São Paulo/SP, v.6, n° 12, p. 3-14. 1966.

VARA, D. **Transporte é responsável por dois terços das emissões de poluentes em Porto Alegre.** Agência RBS. Gaúcha Zero Hora (GZH), 2016. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2016/01/transporte-e-responsavel-por-dois-tercos-das-emissoes-de-poluentes-em-porto-alegre-4958106.html>

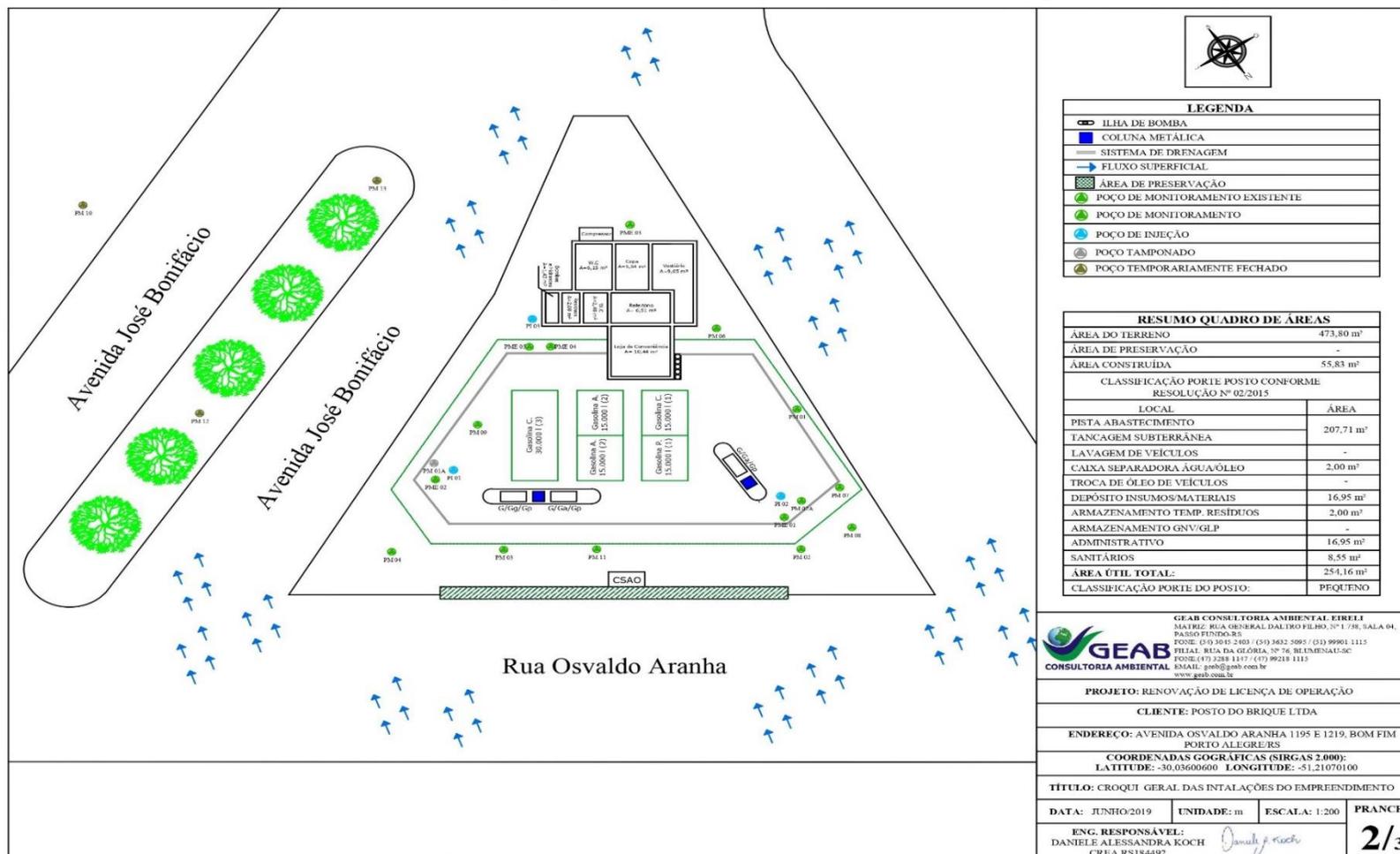
VIANA, D. B. **Avaliação de riscos ambientais em áreas contaminadas: uma proposta metodológica.** Orientadores: Alessandra Magrini e Cláudio Fernando Mahler. 2010. Dissertação de Mestrado (Título de Mestre em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Engenharia em Planejamento Energético, COPPE, Rio de Janeiro, 2010.

VIERA, A. V. R. **Avaliação dos possíveis impactos ambientais negativos decorrentes da instalação do aterro sanitário industrial e dos lagos de resíduos de Bauxita: Parque industrial -ALUMAR/ALCOA São Luís- MA.** Orientador: Lázaro Valentin Zuquette. 2001. Dissertação de Mestrado (Título de Mestre em Geotecnia) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Paulo, São Carlos, 2001.

YAMADA, D. T. **Caracterização geológico-geotécnica aplicada à instalação de postos de combustíveis em Rio Claro (SP).** Orientador: José Eduardo Zaine. 2004. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2004.

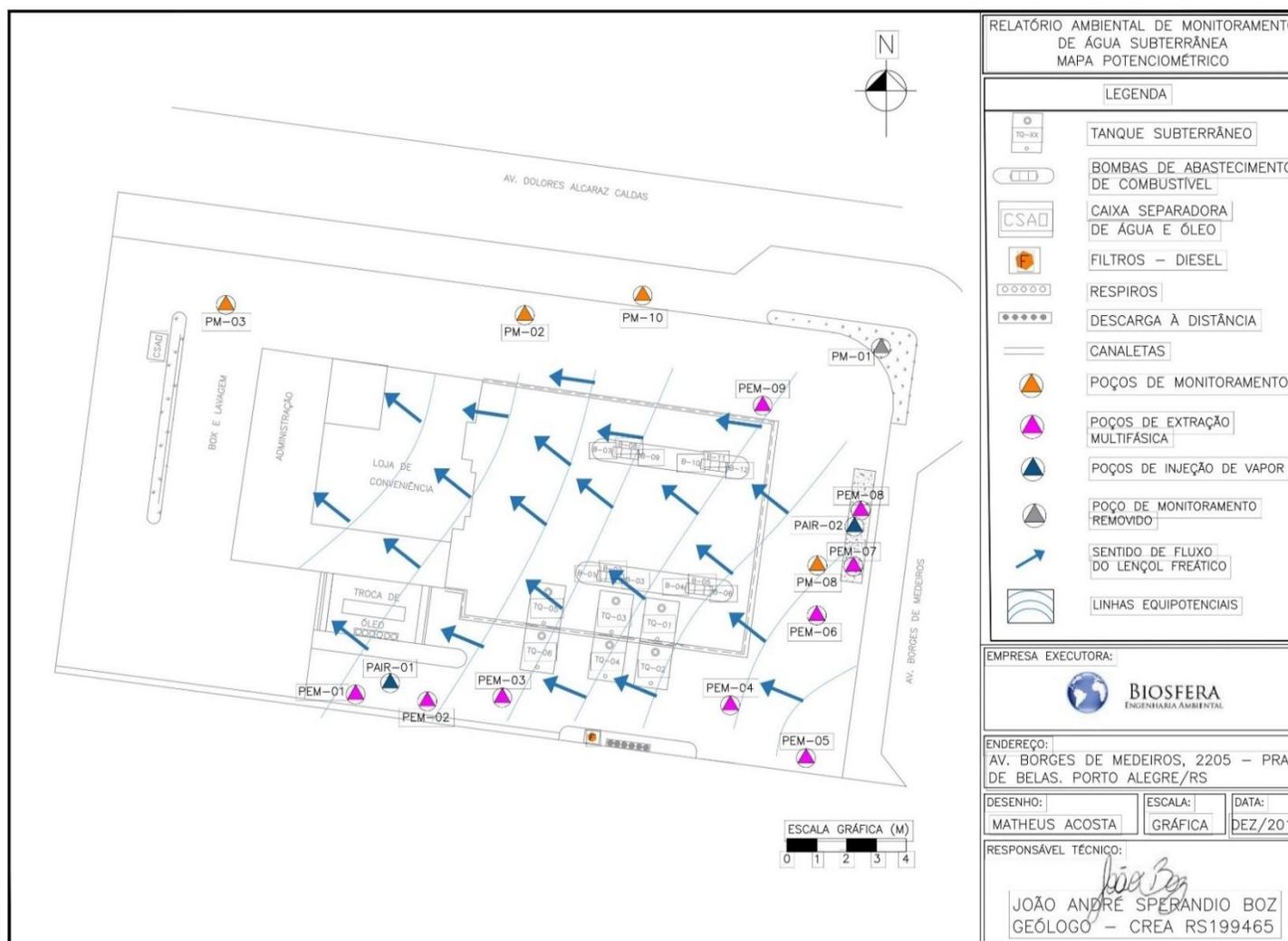
CAPÍTULO 7 – ANEXOS

ANEXO A – Croqui evidenciando a repartição do estabelecimento e sentido do fluxo de água subterrânea (Posto 1).



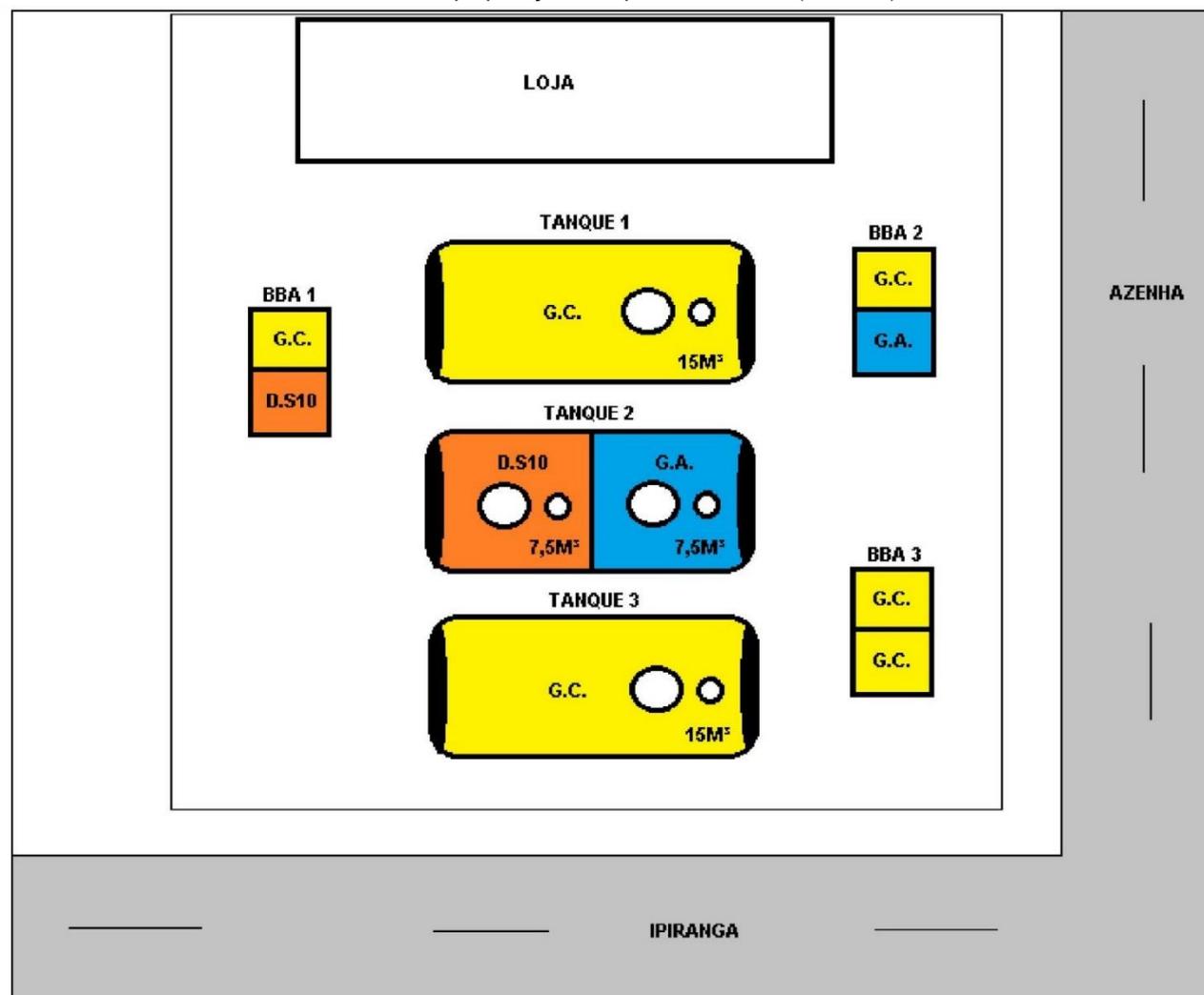
Fonte: GEAB Consultoria Ambiental (2020)

**Anexo B** — Croqui evidenciando a repartição do estabelecimento e sentido do fluxo de água subterrânea (Posto 2).



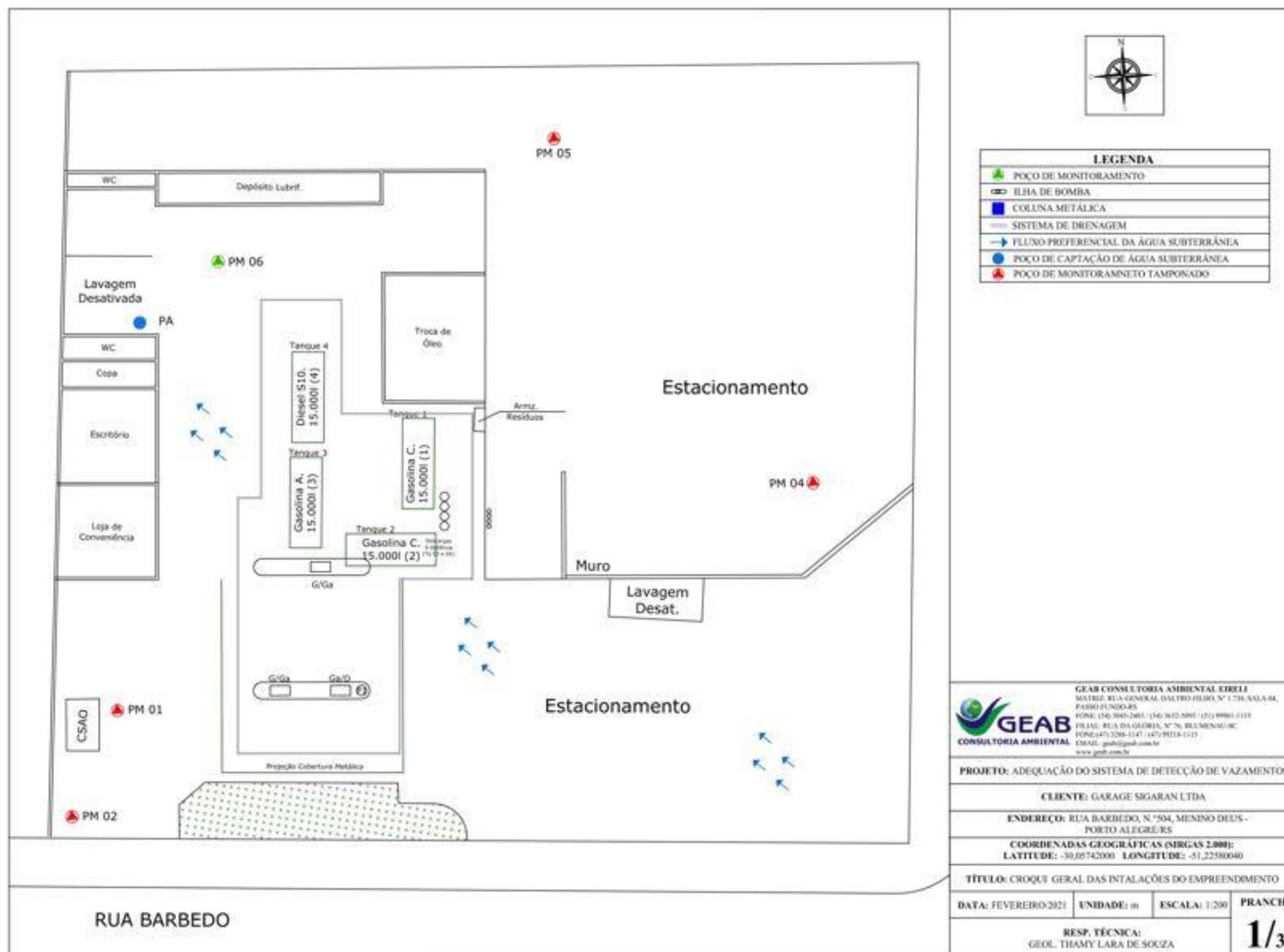
Fonte: Biosfera Engenharia Ambiental

Anexo C — Croqui posição tanques e bombas (Posta 3).



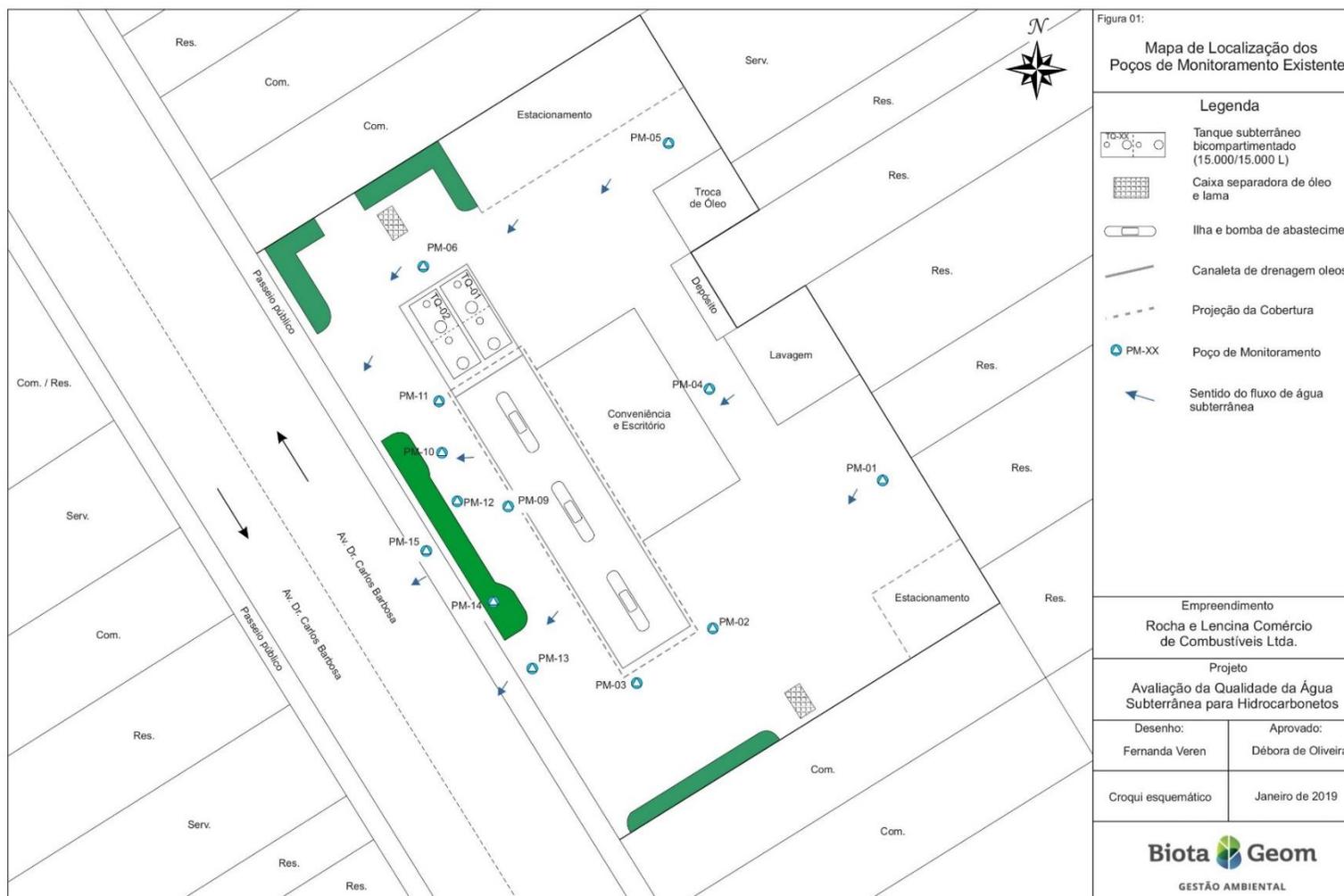
Fonte: Brancalhone e Brancalhone Ltda – ME (2020)

Anexo D — Croqui evidenciando a repartição do estabelecimento e sentido do fluxo de água subterrânea (Posto 4).



Fonte: GEAB Consultoria Ambiental (2020)

**Anexo E** — Croqui evidenciando a repartição do estabelecimento e sentido do fluxo de água subterrânea (Posto 5).



Fonte: Biota – GEOM Planejamento & Consultoria.