

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ADELLE CANDEIA DA FONSECA

**MAPEAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR POSTOS DE
DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS EM JOÃO PESSOA - PB**

João Pessoa - PB

2018

ADELLE CANDEIA DA FONSECA

**MAPEAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR POSTOS DE
DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS EM JOÃO PESSOA - PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba como um dos pré-
requisitos para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Dr. Aline Flávia Nunes Remígio
Antunes

João Pessoa - PB

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F676m Fonseca, Adelle Candeia da.

Mapeamento de Impactos Ambientais Causados por Postos de Distribuição de Combustíveis em João Pessoa - PB / Adelle Candeia da Fonseca. - João Pessoa, 2018.
63 f. : il.

Orientação: Aline Flávia Nunes Remígio Antunes.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Áreas contaminadas. 2. Geoprocessamento. 3. Impactos ambientais. 4. Meio ambiente. I. Antunes, Aline Flávia Nunes Remígio. II. Título.

UFPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

ADELLE CANDEIA DA FONSECA

MAPEAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR POSTOS DE DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS EM JOÃO PESSOA - PB

Trabalho de Conclusão de Curso em 01/11/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Aline Flávia Remígio Antunes APROVADO
Aline Flávia Remígio Antunes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Fábio Lopes Soares APROVADA
Fábio Lopes Soares
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Hamilton José Almeida Filgueira APROVADO
Hamilton José Almeida Filgueira
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
Prof.ª Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
Matrícula Siape: 1668619
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico à Deus, que me trouxe até aqui, e aos meus pais, Vanda e Darcílio, que nunca pouparam esforços para que este momento fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por guiar meus passos em todas as áreas da minha vida de forma infinitamente melhor do que eu jamais pudesse ter planejado.

À minha família, em especial à minha mãe, Vanda Candeia, meu pai, Darcílio Macêdo e meu irmão, Danilo Candeia, por sempre acreditarem em mim, fazendo todo o possível para a realização dos meus objetivos e incentivando-me em todos os momentos.

Ao meu namorado, Luiz Lambert, por trazer leveza em todos os momentos difíceis e por sempre ter me ajudado e me encorajado a não desistir. À Socorro Lambert, pelo apoio e ajuda.

À minha orientadora Aline Remígio que tanto ajudou e incentivou este trabalho, sempre agregando inúmeros conhecimentos. Como, também, aos professores Fábio Lopes e Hamilcar Filgueira por aceitarem participar da banca e por suas contribuições valiosas.

A todos os professores que já passaram por minha vida, desde os primeiros anos na escola até às universidades que passei até chegar aqui (UFCG e UFPB). Agradeço em especial a todos aqueles que me deram a oportunidade de contribuir com a pesquisa e extensão ao longo desses anos: professores Romualdo Menezes e Ricardo Peixoto na área de materiais e Veruschka Escarião e Aline Remígio na área de geotecnia ambiental.

À equipe Caixa Econômica Federal da unidade GIHAB/JP, em especial aos meus queridos ex-chefes Roberta Medeiros, Hilmara Mascena e Leonardo Eudes, que tanto me ensinaram sobre geoprocessamento, que foi o pontapé para que este trabalho fosse possível.

A todos os amigos e amigas que fiz ao longo do curso de Engenharia Civil e que juntos passamos por projetos intermináveis e provas muito difíceis, mas sempre nos ajudando e contribuindo para que nossos objetivos fossem realizados.

Obrigada a todos!

“Se as coisas são inatingíveis... ora!
Não é motivo para não querê-las...
Que tristes os caminhos, se não fora
A presença distante das estrelas!”

Mario Quintana

RESUMO

A contaminação do solo e das águas por combustíveis derivados do petróleo traz riscos à saúde da população e degrada o meio ambiente. Esses materiais são potencialmente contaminadores devido, principalmente, a vazamentos nos tanques de armazenamento subterrâneo nos postos de distribuição de combustíveis. Nesse sentido, as geotecnologias auxiliam cada vez mais na preservação de recursos naturais, visto que o geoprocessamento é uma importante ferramenta de auxílio à estudos voltados à conservação do meio ambiente, a partir da precisão e velocidade com que se pode trabalhar com diferentes tipos de informações, além da vantagem de integrar esses dados e poder visualizá-los. Assim, o presente trabalho teve como objetivo elaborar mapas para representar áreas com potencial de contaminação por postos de distribuição de combustíveis, atualmente autorizados pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), na cidade de João Pessoa - PB, bem como identificar possíveis impactos ambientais. Fez-se o georreferenciamento de 115 dados, os quais foram correlacionados com *shapefiles* disponibilizados pela Prefeitura Municipal de João Pessoa e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Com a criação de diversos mapas, observou-se que ocorre desrespeito à legislação em relação às distâncias entre postos de combustíveis e poços de águas subterrâneas utilizadas para abastecimento público, corpos hídricos, APP's, beira-mar e Mata do Buraquinho. Notou-se também que uma grande área da cidade pode ser investigada, quando fruto de operações bancárias, quanto ao potencial poluidor causado pelos postos. Com isso, conclui-se que a utilização de geotecnologias pode auxiliar de diversas maneiras na conservação dos recursos naturais e meio ambiente e espera-se que esse estudo possa servir, futuramente, como auxílio para o gerenciamento de possíveis áreas contaminadas por postos de combustíveis na cidade de João Pessoa – PB.

Palavras-chave: Áreas Contaminadas. Geoprocessamento. Impactos Ambientais. Meio Ambiente.

ABSTRACT

Contamination of soil and water by petroleum-derived fuels poses risks to the population's health and degrades the environment. These materials are potentially contaminants due mainly to leaks in the underground storage tanks at the fuel distribution points. In this sense, geotechnologies increasingly assist in the preservation of natural resources, since geoprocessing is an important tool to aid studies on the conservation of the environment, based on the precision and speed with which to work with different types of information, besides the advantage of integrating this data and being able to visualize them. Thus, the present work had the objective of elaborating maps to represent areas with potential contamination by fuel distribution points, currently authorized by the National Petroleum Agency (ANP), in the city of João Pessoa - PB, as well as to identify possible environmental impacts. The data were georeferenced, which were correlated with shapefiles made available by the Municipality of João Pessoa and the Brazilian Institute of Geography and Statistics. With the creation of several maps, it was observed that there is a disrespect to the legislation regarding the distances between fuel stations and wells of groundwater used for public supply, water bodies, APP's, waterfront and Mata do Buraquinho. It was also noted that a large area of the city can be investigated, as a result of banking operations, as to the polluting potential caused by the stations. It is concluded that the use of geotechnologies can help in a number of ways the conservation of natural resources and the environment, and it is hoped that this study may serve, in the future, as an aid to the management of possible areas contaminated by fuel stations in the city of João Pessoa - PB.

Keywords: Contaminated Areas. Geoprocessing. Environmental Impacts. Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Possíveis fontes de contaminação em postos de combustíveis.....	19
Figura 2 – Exemplo de entorno para verificar potencial de contaminação para imóveis que serão avaliados.....	29
Figura 3 – Fluxograma para avaliação de contaminação em imóveis.....	30
Figura 4 – Fluxograma de coleta de dados.....	32
Figura 5 – Representação da busca de coordenadas geodésicas.....	35
Figura 6 – Comparativo entre imagens em diferentes datas com o auxílio da ferramenta “imagens históricas” do Google Maps, no qual: a) Imagens de julho – 2017; b) Imagens de novembro – 2012.....	36
Figura 7 – Localização e atributos dos postos de distribuição de combustíveis em plataforma SIG.....	37
Figura 8 – Representação de Área de Preservação Permanente a partir de cursos d’água a partir da ferramenta Buffer.....	38
Figura 9 – Representação de raios de interferência de 500 metros utilizando a ferramenta Buffer.....	39
Figura 10 – Representação interseções utilizando a ferramenta <i>Intersect</i>	40
Figura 11 – Representação dos dados exportados para formato KMZ.	41
Figura 12 – Localização dos postos de combustíveis em João Pessoa – PB.....	45
Figura 13 – Localização dos postos de combustíveis em João Pessoa - PB exportada para o Google Earth.....	46
Figura 14 – Áreas de Preservação Ambiental em João Pessoa - PB.....	47
Figura 15 – Áreas de Preservação Permanente em João Pessoa - PB exportadas para o Google Earth.	48
Figura 16 – Correlação entre poços de águas subterrâneas utilizadas para abastecimento e postos de combustíveis em João Pessoa - PB.....	49
Figura 17 – Distância de 10 m entre postos de combustíveis e escolas municipais.....	50
Figura 18 – Distância mínima de 200 metros entre postos de combustíveis em João Pessoa – PB.	51
Figura 19 – Distância de 500 metros a partir de postos de combustíveis em João Pessoa - PB.	52
Figura 20 – Sobreposição de postos de combustíveis na litosfera da cidade de João Pessoa - PB.	53
Figura 21 – Quadras possíveis de investigação quanto ao potencial poluidor de postos de combustíveis em João Pessoa - PB.....	54
Figura 22 – Possíveis impactos ambientais causados por postos de combustíveis em João Pessoa - PB.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Poços de águas subterrâneas utilizadas para abastecimento.....	34
Tabela 2 – Georreferenciamento de postos de combustíveis em João Pessoa – PB.	42

LISTA DE SIGLAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo.
APP	Área de Preservação Permanente.
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CEP	Código de Endereçamento Postal.
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica.
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
FEBRABAN	Federação Brasileira de Bancos.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
LIC	Levantamento de Índícios de Contaminação.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
PMJP	Prefeitura Municipal de João Pessoa.
PSRA	Política de Responsabilidade Socioambiental.
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental.
SIG	Sistema de Informações Geográficas.
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas.
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente.
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente.
UF	Unidade da Federação.
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator.</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	16
2.1.1	Atividades Potencialmente Contaminadoras	16
2.1.2	Contaminação por Postos de Distribuição de Combustíveis	17
2.1.3	Materiais Contaminantes	20
2.1.4	Gerenciamento de Áreas Contaminadas	21
2.2	GEOPROCESSAMENTO	23
2.3	ASPECTOS AMBIENTAIS DA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB	25
2.4	ESTUDO ECONÔMICO	26
2.4.1	Agentes Financiadores	27
2.4.2	Avaliação de Imóveis em Locais com Potencial Contaminante	28
2.4.3	Impactos Econômicos	31
3	METODOLOGIA	32
3.1	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	32
3.2	OBTENÇÃO DE DADOS	33
3.3	ESPACIALIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS	34
3.4	CRUZAMENTO DE INFORMAÇÕES EM AMBIENTE SIG	37
3.5	EXPORTAÇÃO DOS RESULTADOS PARA O GOOGLE EARTH	40
4	RESULTADOS	42
4.1	GEORREFERENCIAMENTO DO BANCO DE DADOS	42
4.2	ELABORAÇÃO DE MAPAS	45
4.2.1	Postos de Combustíveis	45
4.2.2	Áreas de Preservação Ambiental	46
4.2.3	Poços de Águas Subterrâneas	48
4.2.4	Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000	49
4.2.1	Solos	52
4.2.2	Impactos Econômicos	53

4.2.3	Impactos Ambientais.....	55
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	60
7	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Com a expansão da indústria automobilística houve grande aumento do uso dos combustíveis fósseis. Com isso, ocorreu também o desenvolvimento desse segmento econômico, que hoje é comercializado pelos postos de distribuição de combustíveis (VICHI e MANSOR, 2009). Porém, devido ao potencial poluidor dessa fonte energética, é preciso reduzir o seu uso e tentar mudar a matriz energética mundial, porém, enquanto os combustíveis fósseis ainda são utilizados, necessita-se garantir pelo menos que não haja vazamentos para o meio ambiente.

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, classifica o setor de comércio de combustíveis e derivados de petróleo como de alto potencial poluidor. Por esse motivo, é necessário a preocupação em relação à contaminação do solo e das águas subterrâneas, principalmente nas grandes cidades, já que as áreas contaminadas causam danos à saúde humana, ao meio ambiente, restrições no desenvolvimento urbano e redução no valor imobiliário desses locais. Com isso, busca-se cada vez mais por soluções para conservar os recursos naturais e minimizar riscos à população e à natureza.

No Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001) existe uma metodologia para esse gerenciamento: primeiramente, delimita-se uma região de interesse de estudo; depois, ocorre a identificação de áreas potencialmente contaminadas e seu mapeamento em base cartográfica para uso posterior nas etapas seguintes, o que pode ser feito a partir da coleta de dados existentes e de fotografias aéreas, por exemplo; em seguida, faz-se uma avaliação preliminar, ou seja, um levantamento de informações existentes dessas áreas, por meio de um levantamento histórico das atividades desenvolvidas nos locais ou nos dados sobre o meio físico; por fim, realiza-se a investigação confirmatória com o objetivo principal de confirmar ou não a existência de contaminação nas áreas suspeitas por meio da realização de análises específicas. Após essas etapas, em caso de contaminação comprovada, ocorre a remediação da área.

No quesito econômico, a Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN) desenvolveu o Normativo SARB nº 14 (FEBRABAN, 2014), que prevê diretrizes e procedimentos para as práticas socioambientais das instituições financeiras nos seus negócios e nas relações com partes interessadas. Assim, a partir de uma política de responsabilidade socioambiental, as

instituições bancárias passaram a adotar métodos de identificação de risco de contaminação nos imóveis que sejam produto de operações financeiras, a exemplo da garantia de crédito ou financiamento. Para isso, de forma análoga, é feito o levantamento do histórico de ocupação do imóvel e da vizinhança a partir de documentos existentes, inspeção de campo e entrevista a antigos moradores, vizinhos, uso de fotografias aéreas, mapas, entre outros.

Como forma de auxiliar esses estudos, o geoprocessamento se apresenta como uma ferramenta importantíssima na preservação dos recursos naturais e financeiros, pois permite mapear áreas e correlacioná-las a diversas informações e dados históricos, além de ser uma ferramenta que facilita o cruzamento com outros mapas e locais de interesse, como rios e áreas de preservação ambiental. Essa união de dados e informações são essenciais para poder avaliar extensão, concentração, tipo e dinâmica de contaminação em um possível acidente, bem como criar planos de remediação, se necessário.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar mapas para representar áreas com potencial de contaminação por postos de distribuição de combustíveis na cidade de João Pessoa - PB, bem como identificar possíveis impactos ambientais.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para a obtenção do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- i. Fazer uma revisão bibliográfica acerca do assunto;
- ii. Georreferenciar dados oficiais de postos de distribuição de combustíveis na cidade de João Pessoa – PB;
- iii. Elaborar mapas que mostrem áreas com potencial de contaminação devido à postos de distribuição de combustíveis e;
- iv. Identificar possíveis impactos ambientais a partir dos mapas gerados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Uma área potencialmente contaminada é aquela onde foram ou estão sendo desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras. De forma análoga, área contaminada é aquela comprovada poluição ou contaminação, que pode ser causada por quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural (CETESB, 2001).

Nessas áreas, os contaminantes podem concentrar-se no solo, nas rochas, nos materiais, nas águas subterrâneas e nas estruturas de construções. Eles podem ser transportados e propagados por diferentes vias, como o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas ou superficiais, alterando características ambientais e determinando impactos negativos e/ou riscos ambientais (MARKER, 2008).

A contaminação de águas subterrâneas por derivados de petróleo revelou ser um dos mais graves problemas ambientais em países industrializados, e, por esse motivo, tem merecido cada vez mais atenção da comunidade acadêmica e empresarial no Brasil (DE OLIVEIRA e LOUREIRO, 1998). Diante desse contexto, observa-se que a mesma preocupação existe para o solo.

2.1.1 Atividades Potencialmente Contaminadoras

As atividades potencialmente contaminadoras são definidas, de acordo com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001) como aquelas em que ocorre o manejo de substâncias cujas características físico-químicas, biológicas e toxicológicas podem acarretar danos no caso de contato com os mesmos.

Ainda de acordo com esse manual (CETESB, 2001), algumas das principais fontes poluidoras do solo e das águas subterrâneas são: vazamento de tanques enterrados e sistema de tubulação; valas com barris enferrujados com resíduos tóxicos; percolação no subsolo de antigos vazamentos; resíduos tóxicos abandonados ou lançados sobre o solo. Essas situações causam diversos cenários como: poluição do solo; poluição de água subterrânea; percolação de poluentes na água subterrânea em direção aos rios e córregos; fluxo superficial e subterrâneo

de poluentes em direção a rio e córregos; deposição de metais pesados no fundo dos rios; emissão de gases tóxicos efeitos na vegetação.

Tendo em vista os riscos de poluição associados a essas práticas comerciais, toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis são passíveis de serem empreendimentos potencialmente poluidores. Além dos postos de combustíveis, existem lava jatos e “ferros-velhos”, os quais também têm a utilização de materiais contaminantes derivados do petróleo em suas atividades e, muitas vezes, não têm controle de descarte de resíduos ou coleta de efluentes, indo a água contaminada para o esgoto doméstico, contaminando o solo local e cursos d’água.

Muitos desses estabelecimentos também possuem troca de óleo e/ou uso de outros produtos químicos como lubrificantes, sendo preciso dar uma correta destinação às embalagens dos recipientes utilizados, que contém restos desses resíduos poluidores, as quais devem ser devolvidas aos fornecedores (CETESB, 2001).

Para Rodrigues (2004), postos de combustíveis são potenciais geradores de passivo ambiental, pois muitas vezes possuem instalações antigas, chegando a ter mais de 20 anos, os quais utilizam tecnologias de armazenamento e acessórios de proteção contra vazamentos ultrapassados e que demandam alto investimento para sua modernização.

2.1.2 Contaminação por Postos de Distribuição de Combustíveis

A localização dos postos de distribuição de combustíveis deve obedecer a fatores que garantam boa comercialização dos produtos ofertados como boa acessibilidade das vias, fluxo de possíveis clientes, necessidade de consumo naquela região, favorecimento de exposição do estabelecimento, disponibilidade de terreno ou ponto comercial, entre outros (NEVES e COSTA, 2008).

A Lei 6.938 de 1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), classifica o setor de comércio de combustíveis e derivados de petróleo como de alto potencial poluidor. Porém, observa-se que pouca ou nenhuma importância é dada para a proximidade de locais que necessitam de preservação ambiental, como rios e APP’s.

Pequenos vazamentos em postos de combustíveis podem causar os maiores impactos ambientais, pois podem não ser percebidos e lentamente causam uma grande contaminação no

solo e na água dos lençóis freáticos (ALVES, FARIAS e ARAÚJO, 2009). Além disso, tem o fato de se encontrarem dispersos em todo o território nacional e a quantidade de combustível estocada em cada um deles, se derramada no solo, pode ser suficiente para inviabilizar o consumo de milhões de metros cúbicos de água subterrânea (DE OLIVEIRA e LOUREIRO, 1998)

Ainda segundo o autor, o lançamento acidental de quantidades significativas de combustível no solo é prejudicial, pois pode ser transportado de forma subsuperficial atingindo o lençol freático pela penetração no solo; sofrer retenção nos poros dos solos, causando contaminação perene e a longo prazo e ser transportado de forma horizontal atingindo galerias e cursos d'água. Além disso, pode impactar significativamente a qualidade da água subterrânea no local da contaminação ou até mesmo centenas de metros do local, a partir da dissolução dos componentes, poluindo aquíferos, cursos de água ou poços destinados a extração e abastecimento de água. Assim, em um posto distribuidor, pode ocorrer contaminação devido aos seguintes eventos (DE OLIVEIRA e LOUREIRO, 1998):

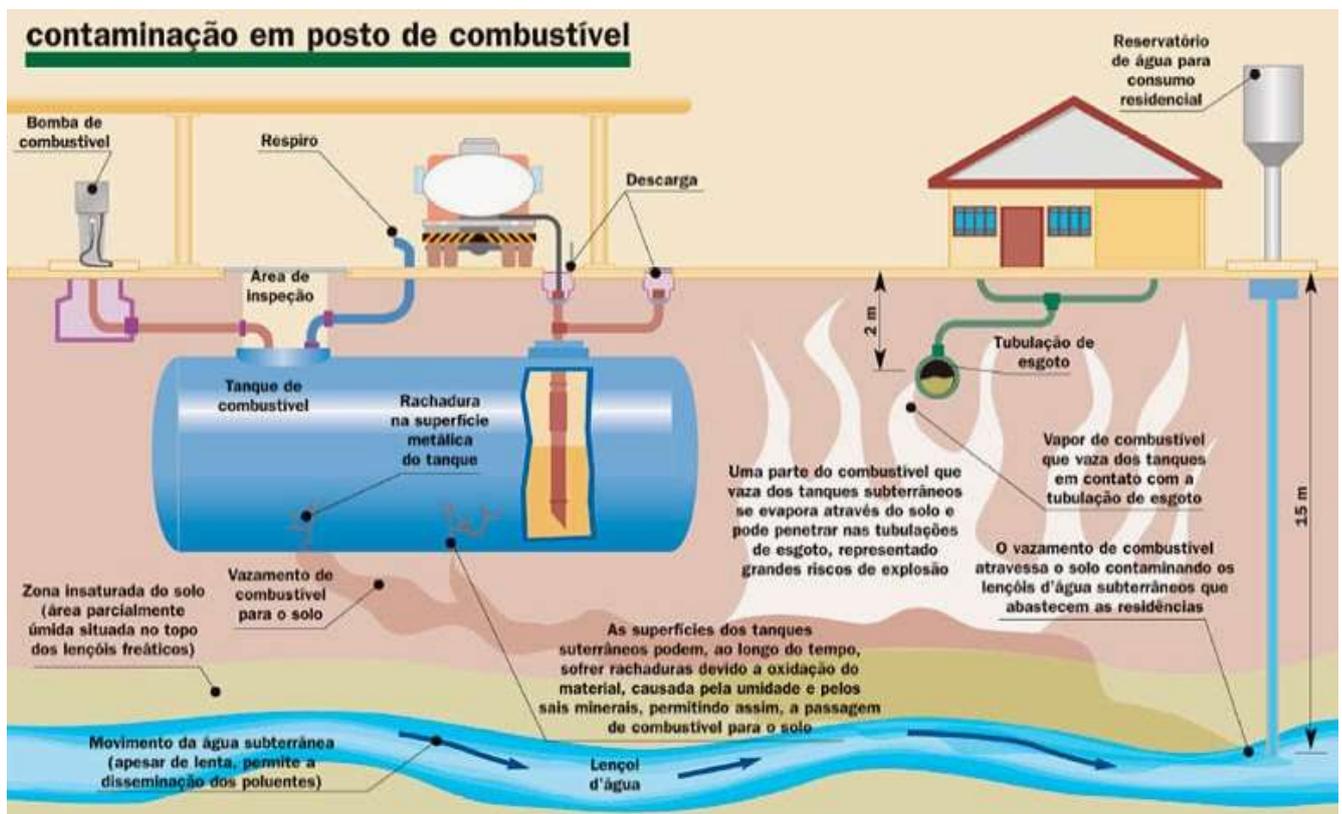
- I) Impactos que podem ocorrer durante muito tempo sem serem percebidos, liberando grande quantidade de combustível no solo, como vazamentos nos sistemas de armazenamento subterrâneo, em decorrência de corrosão dos tanques ou das tubulações fabricados em aço, defeitos de fabricação dos tanques, instalação defeituosa dos tanques e das tubulações ou dos equipamentos de abastecimento.
- II) Impactos de pequena duração e pouca intensidade, como transbordamentos ou derramamentos que acontecem durante as operações de descarga de combustível.

A vida útil de um tanque de armazenamento subterrâneo é da ordem de 15 a 20 anos para a condição deste se encontrar instalado em solos pouco agressivos e em condições normais de operação. Ou seja, tanques com idades superiores a essas são fortes candidatos a ruptura por corrosão (DE OLIVEIRA e LOUREIRO, 1998).

A Figura 01 mostra possíveis fontes de contaminação causadas por postos de distribuição de combustíveis. A contaminação por gases tóxicos prejudica os trabalhadores do estabelecimento, os clientes e a vizinhança residente no local. No nível do solo, a contaminação pode ocorrer durante o processo de enchimento dos tanques ou ainda por meio de embalagens descartadas de forma inadequada, como de óleos lubrificantes, por exemplo. Essa contaminação superficial ainda pode ser transportada pelas águas da chuva e atingir rios e cursos d'água.

No nível subterrâneo, a contaminação pode ocorrer principalmente por meio de rachaduras nos tanques. Com isso, ocorre vazamento do combustível, e este contaminante pode ficar nos vazios do solo ou atingir as águas subterrâneas. Ficando no solo, uma parte pode evaporar e atingir tubulações de esgoto, podendo causar explosões. Atingindo o lençol, os contaminantes se dissolvem e podem atingir enormes distâncias pela pluma de contaminação, e pode ainda prejudicar a qualidade da água utilizada para abastecimento, causando inúmeras doenças.

Figura 1 – Possíveis fontes de contaminação em postos de combustíveis.



Fonte: adaptada de Minzon (2014).

O potencial de contaminação do solo e de águas subterrâneas por vazamentos nesses locais cresce com o tempo de utilização do tanque de estocagem. As maiores dificuldades encontradas na proteção ambiental são a avaliação da extensão, a dinâmica e a concentração das contaminações provocadas por vazamentos, os quais podem ser oriundos das deficiências de infraestrutura, de manutenção e de desgastes nas instalações, bem como da falta de fiscalização de tanques e equipamentos (KRAEMER, 2003).

Esses fatos demonstram a necessidade de monitoramento das instalações dos postos de combustíveis, visto que o funcionamento de diversos estabelecimentos dessa natureza na cidade

de João Pessoa há muito já ultrapassou essa faixa de conservação dos tanques. A regulamentação desses estabelecimentos se dá pelo licenciamento ambiental, que é de extrema importância, já que estabelece mecanismos para o controle ambiental.

2.1.3 Materiais Contaminantes

Os principais materiais contaminantes e derivados do petróleo comercializados nos postos de distribuição de combustíveis são etanol, gasolina, gás natural veicular, óleo diesel e querosene.

Eles são constituídos de hidrocarbonetos - substâncias tóxicas que podem afetar adversamente o meio ambiente e a saúde dos organismos que nele vivem (RODRIGUES, 2004). A gasolina é constituída por hidrocarbonetos mais leves, com cadeias com 5 a 12 átomos de carbono, apresentando assim maior solubilidade, maior volatilidade e menor viscosidade do que o óleo diesel, fatores esses que, somados, conferem à gasolina uma maior mobilidade no solo e, conseqüentemente, um maior potencial de impacto ambiental. Já o óleo diesel contém uma proporção maior de hidrocarbonetos um pouco mais pesados, com 6 a 22 átomos de carbono (DE OLIVEIRA e LOUREIRO, 1998).

Para Santos (2009) e De Oliveira e Loureiro (1998) os principais compostos investigados em vazamentos de derivados da gasolina e do óleo diesel são os de maior toxicidade e mobilidade no meio ambiente, sendo os principais:

- Compostos aromáticos, como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos. São denominados BTEX, poderosos depressores do sistema nervoso central, apresentando toxicidade crônica, mesmo em pequenas concentrações, sendo o benzeno o mais tóxico deles. Trata-se de uma substância comprovadamente cancerígena, podendo causar leucemia se ingerida mesmo em baixas concentrações durante períodos não muito longos de tempo. Uma exposição aguda (altas concentrações em curtos períodos) por inalação ou ingestão pode causar até mesmo a morte de uma pessoa. Enquanto o padrão de potabilidade do benzeno sugerido pelo Ministério da Saúde é de 10 ppb (equivalente a 0,01 mg/L), sua concentração dissolvida em água em contato com gasolina pode chegar a 30.000 ppb.
- Compostos semivoláteis, conhecidos como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs).

2.1.4 Gerenciamento de Áreas Contaminadas

Segundo o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001), o gerenciamento de áreas contaminadas visa reduzir os riscos à população e ao meio ambiente. A metodologia de gerenciamento segue as seguintes etapas:

a) Identificação das áreas contaminadas

Essa etapa tem como objetivo principal a localização das áreas contaminadas, sendo constituído por quatro etapas (CETESB, 2001):

- Definição da região de interesse – Nessa etapa são definidos os limites da região a ser abrangidos pelo gerenciamento e estabelecidos os objetivos principais a ser alcançados por este, considerando os principais bens a proteger, como a qualidade do solo, das águas superficiais, das áreas de preservação ambiental, entre outros. Pode ser um estado, um município, uma área industrial etc.
- Identificação de áreas potencialmente contaminadas – Para essa etapa é feito a identificação de locais onde são ou foram manipuladas substâncias que podem causar danos à saúde e/ou ao meio ambiente, a partir da identificação prévia de determinada atividade potencialmente poluidora. Esse processo é feito a partir da coleta de dados existentes, investigações, fotografias aéreas, recebimento e atendimento de denúncias, entre outros. Esses dados devem ser mapeados em base cartográfica para uso posterior nas etapas seguintes.
- Avaliação preliminar – Essa etapa objetiva a elaboração de um diagnóstico inicial das áreas potencialmente contaminadas, identificadas na etapa anterior, a partir de um levantamento de informações existentes dessas áreas, orientadas pela Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas, disponível nesse citado manual, que devem ser reunidas em um levantamento histórico das atividades desenvolvidas nos locais, ou nos dados sobre o meio físico. A obtenção de dados através de inspeção é feita por meio de observações em campo e entrevistas com pessoas do local, com o objetivo de obter informações como as substâncias utilizadas, o estado geral das instalações, o uso do solo na área e em seus arredores e a existência de bens a proteger. Os dados obtidos devem ser interpretados, visando formular hipóteses sobre as características da fonte de contaminação, as prováveis vias de transporte dos contaminantes, a distribuição espacial

da contaminação e os prováveis receptores ou bens a proteger atingidos. Dessa forma, estabelece-se um modelo conceitual inicial da área, que poderá ser utilizado como base para o planejamento das etapas de investigação confirmatória e detalhada.

- Investigação confirmatória – A etapa de investigação confirmatória encerra o processo de identificação dessas áreas contaminadas e tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de contaminação nas áreas suspeitas, identificadas na etapa de avaliação preliminar. A definição de uma área contaminada ou a comprovação da contaminação ocorrerá pela realização de análises específicas, tomando-se como base o conhecimento adquirido sobre a área nas etapas anteriores e utilizando-se diferentes técnicas de investigação, isolada ou conjuntamente, cuja seleção depende das características específicas de cada área em estudo.

b) Recuperação de áreas contaminadas

Confirmando-se a contaminação, têm-se o processo de recuperação de áreas contaminadas, no qual são adotadas medidas corretivas nessas áreas que possibilitem recuperá-las para uso compatível com as metas estabelecidas a ser atingidas após a intervenção. Para isso, é necessário se ter investigação detalhada, avaliação de risco, investigação para remediação, projeto de remediação, remediação e monitoramento.

O Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001) apresenta mais detalhes e diversas orientações técnicas para a execução das atividades envolvidas nesse tipo de investigação.

Quando há indícios de contaminação, Silva (2003) recomenda que deve ser elaborado um plano de amostragem, execução de sondagens, coleta, análise das amostras e por fim, a interpretação desses dados. Esse trabalho deve ser conduzido por profissionais habilitados e especializados na realização deste tipo de serviço e se recomenda uma sequência de atividades que serão descritas a seguir.

Primeiramente, deve ser elaborado um plano de trabalho que inclua a localização dos pontos nos quais deverão ser executadas as sondagens e a coleta de amostras, e, para isso, deve-se considerar uma hipótese de distribuição dos contaminantes no imóvel investigado. Nessa etapa, são definidos ainda os meios a serem amostrados (solo, água subterrânea e gás do solo), o número, a profundidade e a localização dos pontos de coleta de amostras, as substâncias a

serem analisadas e os respectivos valores limites de concentração e de detecção. Não podendo, portanto, simplesmente estabelecer uma malha de amostragem fixando um número mínimo de sondagens e de amostras a serem coletadas, pois a pluma de contaminante e a extensão da área afetada pode ser maior do que se imagina (SILVA, 2003).

Esse serviço deve ser realizado por uma equipe técnica especializada, no qual as amostras coletadas devem ser devidamente identificadas, acondicionadas em recipientes apropriados e acompanhadas da cadeia de custódia. Os resultados das análises químicas devem ser avaliados em relação aos valores de referência de qualidade dos meios amostrados ou, quando possível, às concentrações naturais encontradas nos solos e nas águas da região do imóvel. A presença de substâncias em concentrações superiores às estabelecidas na lista de valores orientadores indica a presença de contaminação no imóvel. Todas as atividades efetuadas, bem como os resultados obtidos e sua interpretação, devem ser descritos em relatório técnico, no qual deve constar a equipe responsável pela sua elaboração (SILVA, 2003).

Ainda em relação à recuperação de áreas contaminadas, destaca-se a importância de pesquisas e desenvolvimento de novos materiais, a exemplo das geomembranas. O estudo de Valentin (2008) sobre a degradação de geomembrana de polietileno de alta densidade, de 2,5 mm de espessura, frente à gasolina, óleo diesel e álcool combustível mostrou que esse material é uma boa alternativa na prevenção da contaminação por derivados de petróleo no período de aproximadamente um ano. Com isso, nota-se que, da mesma forma que previne a contaminação, ajuda em casos de recuperação de áreas degradadas, podendo evitar que a pluma de contaminação aumente ainda mais.

2.2 GEOPROCESSAMENTO

O crescente uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é um importante avanço em diversos estudos científicos e de grande utilidade em diferentes atividades dos setores públicos e/ou privados, visto ser um inegável suporte devido a facilidade e eficiência no tratamento de informações.

Conhecer as variáveis presentes no meio ambiente, os agentes atuantes e a relação entre eles é primordial para as atividades da engenharia civil. É neste contexto, que as ferramentas SIG ajudam no planejamento, construção, operação e manutenção das diversas áreas da engenharia (REZENDE, 2016). Pode-se destacar a hidrologia, monitoramento ambiental,

abastecimento de água, sistemas de esgoto e drenagem, pavimentação, estradas, topografia, planejamento, avaliação imobiliária, movimentação de terra, entre outros.

O geoprocessamento representa o processamento de dados georreferenciados. Envolve técnicas e conceitos de cartografia, sensoriamento remoto e SIG's, que são ferramentas que manipulam objetos e seus atributos. A utilização do SIG é uma ferramenta importante a ser usada em diversas áreas como no controle e monitoramento ambiental, pois pode proporcionar o armazenamento de imagens, de informações e o cruzamento destes, permitindo assim uma visão ampla e precisa do local em estudo (DE OLIVEIRA, AYRES, *et al.*, 2008).

O mapeamento é uma importante fonte de dados espacializados, pois preserva um histórico que pode ser utilizado para futuros estudos. Além disso, a correta localização geográfica garante uma eficaz forma de estudo ambiental, devido a sobreposição de informações de diversas naturezas.

No caso de comprovada contaminação, o mapeamento serve ainda para avaliar e analisar a extensão, a dinâmica e a concentração dos contaminantes nas proximidades desses postos (SANTOS, 2009)

Em um estudo sobre o geoprocessamento como ferramenta no licenciamento ambiental de postos de combustíveis em Campo Grande – MS De Oliveira *et al.* (2008) fizeram a espacialização dos postos de combustíveis da cidade e cruzou com a hidrografia, APPs e carta geotécnica do município, demonstrando que as técnicas de geoprocessamento representam excelentes resultados no auxílio ao controle e monitoramento do licenciamento ambiental, podendo ser expandida para outras atividades.

Borges *et al.* (2004) realizaram um mapeamento das áreas de conflito com a legislação e de riscos decorrentes da instalação de postos de combustíveis na cidade de João Pessoa - PB em 2004, utilizando SIG e sensoriamento remoto, o qual concluiu que há irregularidades, porém não apresentou o banco de dados utilizado de forma qualitativa ou quantitativa, como também a origem desses dados, bem como nenhum mapa gerado, dificultando outras possíveis análises e comparações.

O estudo de Ferreira *et al* (2006) sobre o SIG aplicado à espacialização de postos revendedores de combustíveis de parte da cidade de João Pessoa verificou a irregularidade da distribuição espacial desses estabelecimentos em relação a Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000 (JOÃO PESSOA, 2000). O banco de dados da pesquisa foi obtido por meio de pesquisas

bibliográficas e abrangeu apenas vinte e quatro estabelecimentos. Embora não tenha uma análise quantitativa, os autores concluíram que alguns postos estavam infringindo a legislação, dentro da área de pesquisa do trabalho, e que as técnicas de geoprocessamento possibilitaram grande eficiência no estudo.

2.3 ASPECTOS AMBIENTAIS DA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB

João Pessoa é a Capital e uma das cidades mais importantes da Paraíba. Pelo último censo realizado pelo IBGE (BRASIL, 2010), esta cidade conta com uma extensão territorial de 211,475 km², população de 723.515 habitantes, com estimativa de 811.598 habitantes para o ano de 2017.

A Mata do Buraquinho, importante resquício de Mata Atlântica da cidade, foi considerada áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira, segundo a Portaria N° 09 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de 23 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007).

O município apresenta um ambiente que se desenvolveu ao longo das bacias de drenagem. Seus principais rios são Gramame, Sanhauá, Paraíba e Jaguaribe, além de outros de menor extensão que foram modificados pela urbanização (FURRIER e BARBOSA, 2016).

Um estudo realizado por Alves, Farias e Araújo (2009) a respeito dos impactos ambientais na bacia hidrológica do rio Jaguaribe, na cidade de João Pessoa, apontou que um dos maiores problemas dessa natureza no local é a presença de postos de combustíveis e oficinas mecânicas, visto que apresentam grande ameaça ao meio ambiente, quando não são monitorados de forma adequada pelos órgãos responsáveis.

De acordo com números atualizados em 2017, segundo Boletim Gerencial (ANP, 2017), o Brasil possuía 41.697 revendedores varejistas de combustíveis líquidos com funcionamento autorizado. Em 2018, existem 115 postos distribuidores de combustíveis atualmente autorizados pela ANP em João Pessoa (ANP, 2018).

No âmbito Estadual, existe a Norma Administrativa n° 120 (PARAÍBA, 2007), que dispõe sobre licenciamento ambiental das atividades de armazenamento e comércio varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool, gás natural veicular e óleos lubrificantes no Estado da Paraíba.

O estudo de Lima (2016) mostrou que, em 2013, o segundo tipo de atividades que mais teve solicitação de licenciamento ambiental na SUDEMA foi a de postos de combustíveis.

Semelhante às legislações de outros estados vizinhos, como Pernambuco e Rio Grande do Norte, a Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000 (JOÃO PESSOA, 2000), objetiva normatizar a localização, construção, instalação e funcionamento de postos revendedores de combustíveis automotores, através de cumprimento de legislação específica de construção e zoneamento urbano, além de restrições mínimas de distâncias:

I – Distância mínima entre os dois postos de gasolina de 200 metros;

II – Distância mínima para hospitais de 100 metros;

IV – Distância mínima para escolas de 10 metros;

V – Distância mínima de 200 metros para boca de túneis, viadutos e rotatórias, quando localizados nas principais vias;

VI – Distância mínima de 200 metros para quartéis;

VII – Possuir no mínimo 25 metros de testada para via pública e;

VIII – Distância mínima de 100 metros para templos religiosos, creches e asilos.

Essa Lei ainda limita a permissão para o funcionamento de Postos de Revenda na área litorânea, onde deve ter uma distância menor do que 500 metros da beira-mar, bem como nas limítrofes de rios afluentes, lagos, lagoas e áreas consideradas de Prevenção Ambiental Permanente. Casos contrários deverão ser precedidos de análise do Conselho Municipal de Proteção Ambiental, cujo parecer será embasado no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), ouvindo se necessário, os órgãos especializados na matéria a nível Federal ou Estadual.

2.4 ESTUDO ECONÔMICO

A necessidade em se analisar os investimentos realizados na área de responsabilidade socioambiental no setor bancário brasileiro, deve-se ao fato de se tratar de um setor que possui significativa representatividade no PIB do país, no qual a expansão de crédito movimenta todos os setores da economia, gerando emprego e renda (VIEGAS, LIMA, *et al.*, 2015).

Monzonni e Vendramini (2015) estudaram a mensuração dos recursos financeiros alocados na economia verde em 2013 e 2014, denominando os setores potencialmente causadores de impacto ambiental, determinado pela Lei 6.938 de 1981 (BRASIL, 1981), como de alto potencial poluidor, conforme apresentado anteriormente.

Este estudo mostrou que os montantes de recursos financeiros desembolsados para esses setores foram de R\$ 408 bilhões de reais em 2013 e R\$ 365 bilhões em 2014. Os saldos dos financiamentos, por sua vez, representaram 33,5% e 33,2% do total dos financiamentos nos anos de 2013 e 2014, respectivamente.

2.4.1 Agentes Financiadores

Os bancos são instituições que fornecem crédito, por meio de financiamento, para o desenvolvimento de diversos empreendimentos. Porém, para haver a liberação desse capital, são levados em conta diversos fatores previamente cadastrados em relação ao cliente na forma de pessoa física ou jurídica e ainda em relação ao bem, gleba ou imóvel que se almeja.

Considerando a importância da responsabilidade socioambiental, fez-se necessário a criação de uma série de arcabouços legais capazes de corresponsabilizar a instituição financeira que financiar cliente ou projeto caso ocorra descumprimento da legislação socioambiental vigente ou cause um dano ambiental relevante (FEBRABAN, 2015).

Pela Resolução nº 4.327 de 2014 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2014), as instituições financeiras autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil devem designar um diretor responsável pelo cumprimento da Política de Responsabilidade Socioambiental (PRSA), a qual contém princípios e diretrizes que norteiam as ações de natureza socioambiental nas negociações entre as partes interessadas, garantindo sua divulgação e mantendo a documentação relativa à disposição do Banco Central.

Ainda de acordo com essa Resolução, o risco socioambiental deve ser identificado pelas instituições como um componente das diversas modalidades de risco a que estão expostas. O gerenciamento desse risco deve: considerar sistemas, rotinas e procedimentos que possibilitem identificar, classificar, avaliar, monitorar, mitigar e controlar o risco socioambiental presente nas atividades e nas operações da instituição; registrar os dados referentes às perdas efetivas em função de danos socioambientais, pelo período mínimo de cinco anos, incluindo valores, tipo, localização e setor econômico objeto da operação; realizar avaliação prévia dos potenciais

impactos socioambientais negativos de novas modalidades de produtos e serviços, inclusive em relação ao risco de reputação; utilizar procedimentos para adequação do gerenciamento do risco socioambiental às mudanças legais, regulamentares e de mercado.

Um estudo realizado por Lauro (2016) sobre a responsabilidade civil e ambiental de agentes financiadores mostrou que uma instituição financeira pode responder, como poluidora indireta, pela reparação ou ainda indenização de algum dano ambiental causado pela atividade ou projeto financiado no caso de concessão de financiamentos, cuja finalidade de aplicação do recurso é de fácil identificação pelo agente financeiro.

Já Machado (2016) estudou sobre a responsabilidade civil dos bancos pelos danos causados ao meio ambiente pelas empresas financiadas, demonstrando como o risco ambiental tornou-se mais um risco legal, havendo a possibilidade de responsabilização. Assim, essas instituições assumem uma posição de destaque na preservação do meio ambiente a partir do momento em que cumprem a função de gestores ambientais, já que controlam recursos financeiros destinados a atividades que podem resultar em impactos sobre os recursos naturais.

2.4.2 Avaliação de Imóveis em Locais com Potencial Contaminante

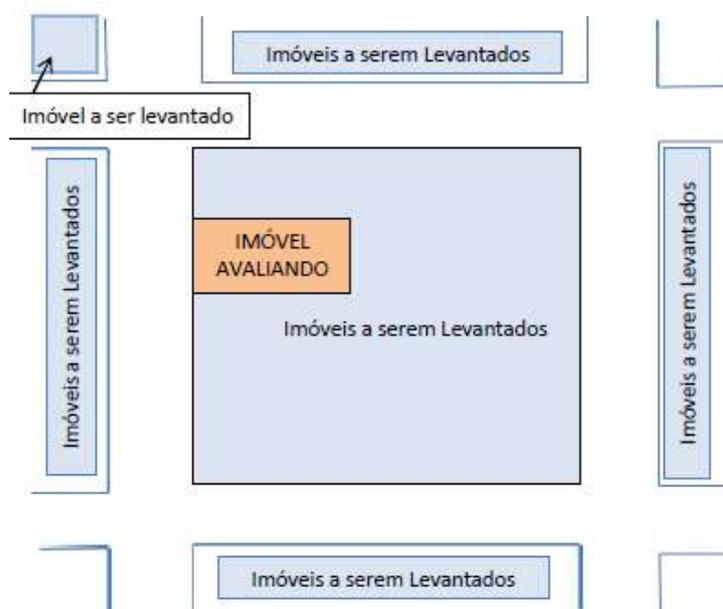
Com o objetivo de criar um posicionamento e dar suporte aos bancos na integração das questões socioambientais, a FEBRABAN desenvolveu o Normativo SARB nº 14 (FEBRABAN, 2014), que prevê diretrizes e procedimentos para as práticas socioambientais das instituições financeiras nos seus negócios e relações com partes interessadas.

Este Normativo formaliza, em seu Art. 1º, o programa de autorregulação bancária com o objetivo de implementar uma política de responsabilidade socioambiental no qual as instituições bancárias devem adotar métodos de identificação de risco de contaminação nos imóveis que sejam produto de operações financeiras, como garantia de crédito ou financiamento, por exemplo, considerando essa variável na tomada de decisão (FEBRABAN, 2014).

Para os imóveis que passem no critério de relevância (não estar localizado em APP, terras de ocupação indígena, entre outros), as instituições devem adotar um documento padrão intitulado Levantamento de Índícios de Contaminação em Imóveis Urbanos (LIC), que tem por objetivo apontar indícios de contaminação em imóveis urbanos com a finalidade de agilizar a aceitação das garantias nos bancos e reduzir o custo para o cliente (FEBRABAN, 2014).

Assim, uma das exigências é que se analise o entorno do imóvel a ser avaliado e se ateste potencial de contaminação, ou não. Uma situação possível desse cenário é representada na Figura 2.

Figura 2 – Exemplo de entorno para verificar potencial de contaminação para imóveis que serão avaliados.



Fonte: FEBRABAN (2014).

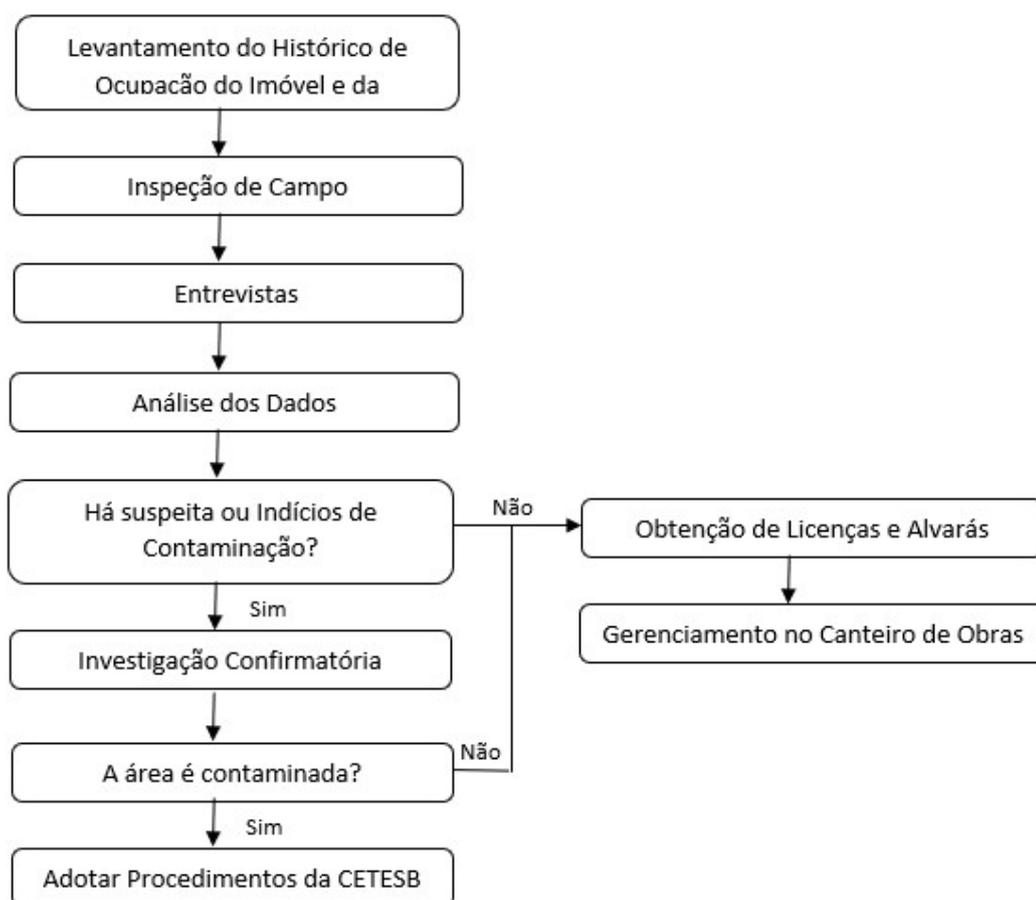
As operações que forem identificadas como de significativo risco socioambiental, nos termos do Normativo, serão submetidas à avaliação com base em critérios mais consistentes e passíveis de verificação, tal como, quando aplicável, a licença ambiental emitida pelo órgão membro do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) ou documento equivalente (FEBRABAN, 2014).

De acordo com este Normativo, quem preenche e assina o LIC é a empresa avaliadora, no qual o avaliador tem a responsabilidade de preenchê-lo de forma verídica e imparcial. Porém, as empresas avaliadoras não têm responsabilidades legais em caso de existência de contaminação não identificada no momento do levantamento, visto que o preenchimento do questionário se dá com base em observações visuais em campo e informações públicas (ex. Cadastro, foto aérea etc.) que podem não ser suficientes para uma conclusão definitiva. Ou seja, o objetivo do uso do LIC é a identificação de indícios.

O LIC é apenas o levantamento de indícios. Para saber se o imóvel está realmente contaminado é necessária confirmação por meio de uma investigação que deve ser realizada por consultoria especializada com análise química de solo e água subterrânea.

Com o objetivo de melhor detalhar este tema, Silva (2003) elaborou um guia para avaliação do potencial de contaminação em imóveis que mostra as etapas básicas e indica ações a serem tomadas para evitar problemas em caso de contaminação do solo ou das águas subterrâneas, resumido na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma para avaliação de contaminação em imóveis.



Fonte: adaptado de Silva (2003).

De acordo com esse guia, o levantamento do histórico de ocupação do imóvel e da vizinhança deve ser feito a partir do levantamento de documentos existentes na prefeitura, cartórios de registro de imóveis, juntas comerciais, mapas, fotografias aéreas, inspeção de campo, entrevista a antigos moradores, vizinhos, entre outros.

O uso de fotografias aéreas, imagens de satélites e a utilização de mapas de uma determinada região de interesse é de grande importância já que permite a identificação e localização de áreas potencialmente contaminadas, tais como áreas de indústrias, de armazenamento de produtos, de tratamento e de disposição de resíduos e de antigos depósitos de resíduos potencialmente contaminantes. O uso de mapas e fotografias aéreas para estes estudos apresenta como principal vantagem a possibilidade de obter dados históricos de locais que não podem mais ser resgatados devido à ausência de registros, ou que não podem ser obtidos por meio de entrevistas ou, ainda, que não deixaram registro em documentações (SILVA, 2003).

2.4.3 Impactos Econômicos

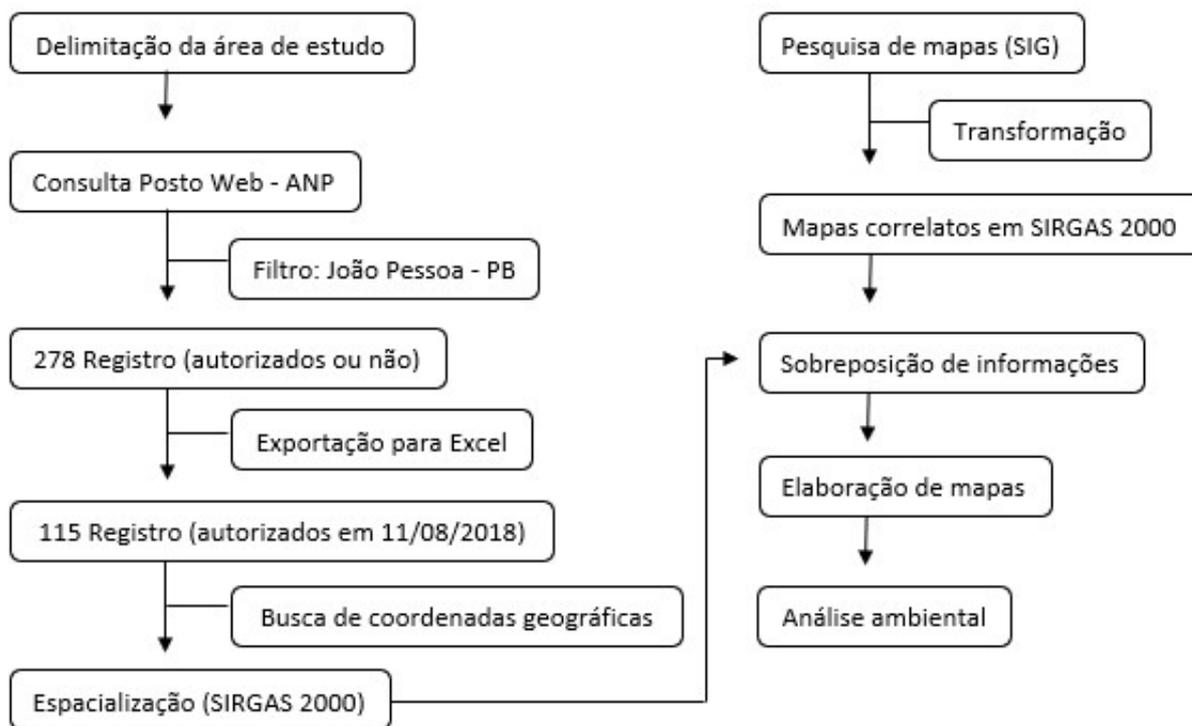
De acordo com Marker (2008), utilizar áreas contaminadas para fins habitacionais pode colocar em risco os moradores do empreendimento imobiliário, além de gerar conflitos de cunho legal e financeiro. Os impactos oriundos da contaminação podem ocorrer de imediato ou ao longo de muitos anos, seja por meio de contato direto com os poluentes, utilização de água subterrânea contaminada (por exemplo, para irrigação de hortas ou o próprio abastecimento), ou por via aérea a partir de gases nocivos emanados do subsolo.

As consequências de se ignorar uma área contaminada são catastróficas para todos os seres humanos, a partir dos danos à saúde de trabalhadores, vizinhos e futuros moradores; para o meio ambiente, visto que essa contaminação pode comprometer os recursos naturais em um raio de ação muito maior do foco da contaminação; e para investidores e instituições financeiras, devido a ações administrativas, civis e criminais que podem colocar em risco projetos, inviabilizar investimentos de empreendedores e de instituições financeiras, bem como responsabilizar legalmente os adquirentes de um empreendimento não-conforme com as exigências ambientais, além de comprometer a imagem das empresas envolvidas (MARKER, 2008).

3 METODOLOGIA

O fluxograma representado na Figura 4 caracteriza a sequência de atividades realizadas, as quais serão descritas nos tópicos a seguir.

Figura 4 – Fluxograma de coleta de dados.



Fonte: autora.

3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Escolheu-se a cidade de João Pessoa - PB para o presente estudo de acordo com os seguintes critérios:

- É a capital e uma das cidades mais importantes do estado da Paraíba;
- Possui um grande número de postos de distribuição de combustíveis;
- Disponibilidade de informações e mapas georreferenciados.

3.2 OBTENÇÃO DE DADOS

A base de dados escolhida para extração de dados oficiais foi a “Consulta Posto Web” (ANP, 2018), a qual fornece uma lista oficial com dados cadastrais e a situação dos revendedores varejistas de combustíveis automotivos em todo Brasil. Escolheu-se filtrar os postos da cidade de João Pessoa - PB.

Após essa filtragem, verificou-se um total de 278 registros, sendo atualmente autorizados ou não (ANP, 2018). Optou-se por exportar os dados de todos os revendedores atualmente autorizados pela ANP em formato de planilha eletrônica e se utilizou como filtro a cidade de João Pessoa - PB na data 11/08/2018, onde foram disponibilizados 115 dados.

Para a realização do mapeamento, consideraram-se os dados que atualmente encontram-se desativados, visto que embora não se tenha mais funcionamento, há o risco de ter ocorrido alguma contaminação. Já para os dados “repetidos”, que têm cadastros e datas diferentes, mas se entende que o potencial de contaminação é referente ao endereço, que é igual para ambos, considerou-se a mesma coordenada geográfica para ambos os cadastros, visto que possuem o potencial de contaminação local.

Um dos materiais auxiliares utilizados nessa etapa foi disponibilizado pela Diretoria de Geoprocessamento da cidade de João Pessoa (JOÃO PESSOA, 2017), a qual forneceu os seguintes arquivos: quadras do município, Mata do Buraquinho, rede hidrológica, localização das escolas municipais e limite do município. Além desses, utilizaram-se os mapas com dados do nordeste brasileiro sobre hidrogeologia disponibilizado pelo IBGE (BRASIL, 2018). Todos esses arquivos foram compatibilizados para o *datum* SIRGAS 2000, que é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, atualmente adotado pelo IBGE.

Outra fonte de informação foi o trabalho de Barbosa (2007) que apresenta 30 pontos georreferenciados de poços utilizados para abastecimento público na zona urbana da cidade de João Pessoa – JP, conforme Tabela 1. Esses poços, administrados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) em 2007, foram especializados com *datum* SIRGAS 2000.

Tabela 1 – Poços de águas subterrâneas utilizadas para abastecimento.

ID	X (UTM)	Y (UTM)
1	289065	9208948
2	296723	9206868
3	296492	9205764
4	298093	9206912
5	297765	9207629
6	291208	9206170
7	292125	9206314
8	291973	9204766
9	292052	9205424
10	296416	9203774
11	296625	9202814
12	296804	9204114
13	288947	9206626
14	294688	9207664
15	296319	9209110
16	297223	9209424
17	292366	9207508
18	289129	9209696
19	288378	9211034
20	288813	9211316
21	297429	9213188
22	294388	9212518
23	291807	9212272
24	291356	9210440
25	293163	9208688
26	295953	9211160
27	298194	9211098
28	301507	9207556
29	294558	9210856
30	293925	9214966

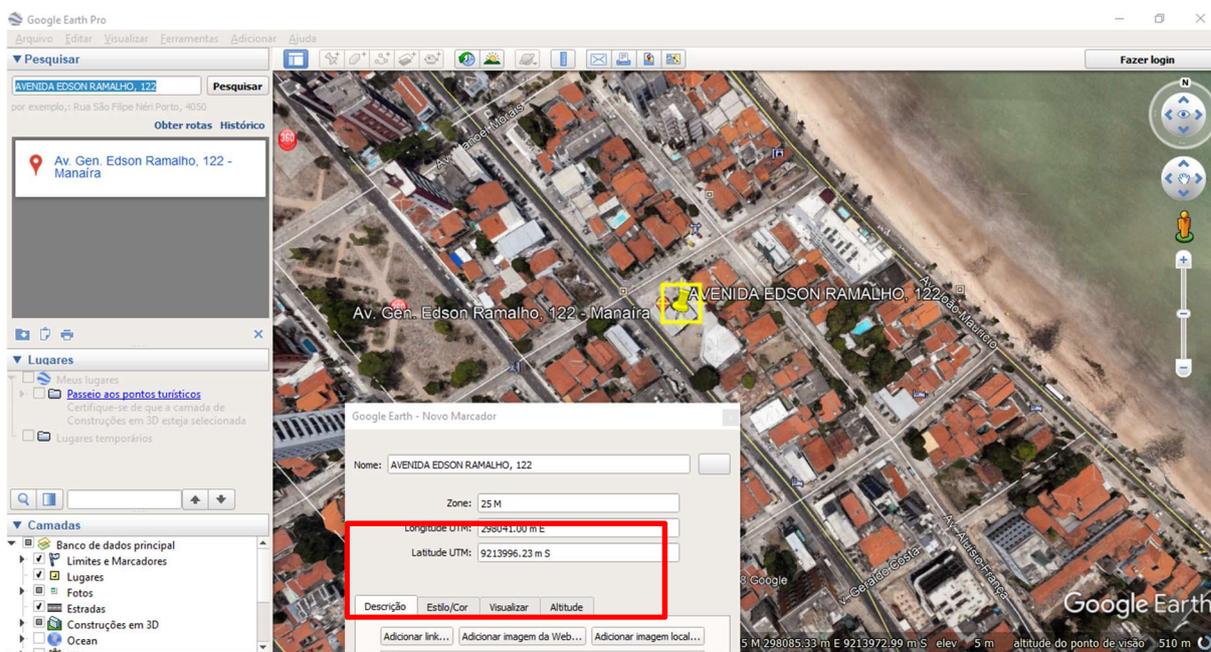
Fonte: adaptado de Barbosa (2007).

3.3 ESPACIALIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Em posse do banco de dados, a ferramenta que foi utilizada para localização dos estabelecimentos foi o *Google Earth* ou *Google Maps*, onde pesquisou-se todos os dados a partir do endereço de cada posto e demais informações disponíveis como bairro, razão social e nome fantasia. A verificação do local foi feita pelo *street view*, que é um recurso disponibilizado pelo *Google Maps* para visualizar imagens de algumas regiões do mundo ao nível do solo. A

partir da ferramenta “adicionar marcador” foi possível obter as coordenadas desejadas, tanto em graus decimais como em *Universal Transversa de Mercator* (UTM). Esta etapa encontra-se representada na Figura 5.

Figura 5 – Representação da busca de coordenadas geodésicas.



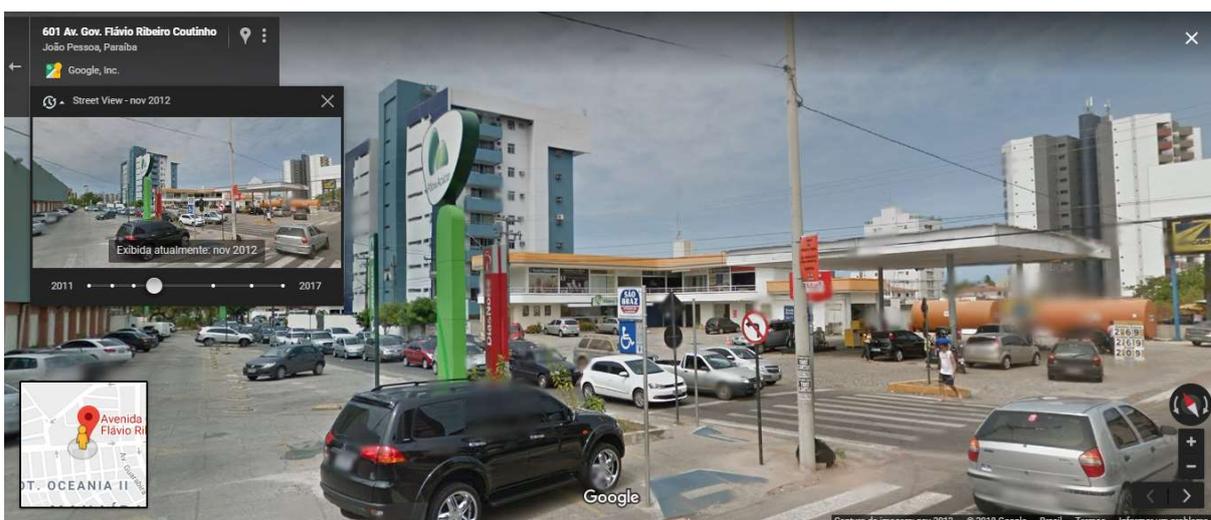
Fonte: adaptado de *Google Earth*.

Como alguns estabelecimentos atualmente não existem mais, utilizou-se a ferramenta “imagens históricas” do Google Maps, a qual permite visualizar as imagens de satélite mais antigas, desde que elas existam, bem como o *street view* do local no ano desejado, caso ele tenha sido capturado, conforme comparativo representado na Figura 6.

Figura 6 – Comparativo entre imagens em diferentes datas com o auxílio da ferramenta “imagens históricas” do Google Maps, no qual: a) Imagens de julho – 2017; b) Imagens de novembro – 2012.



(a)



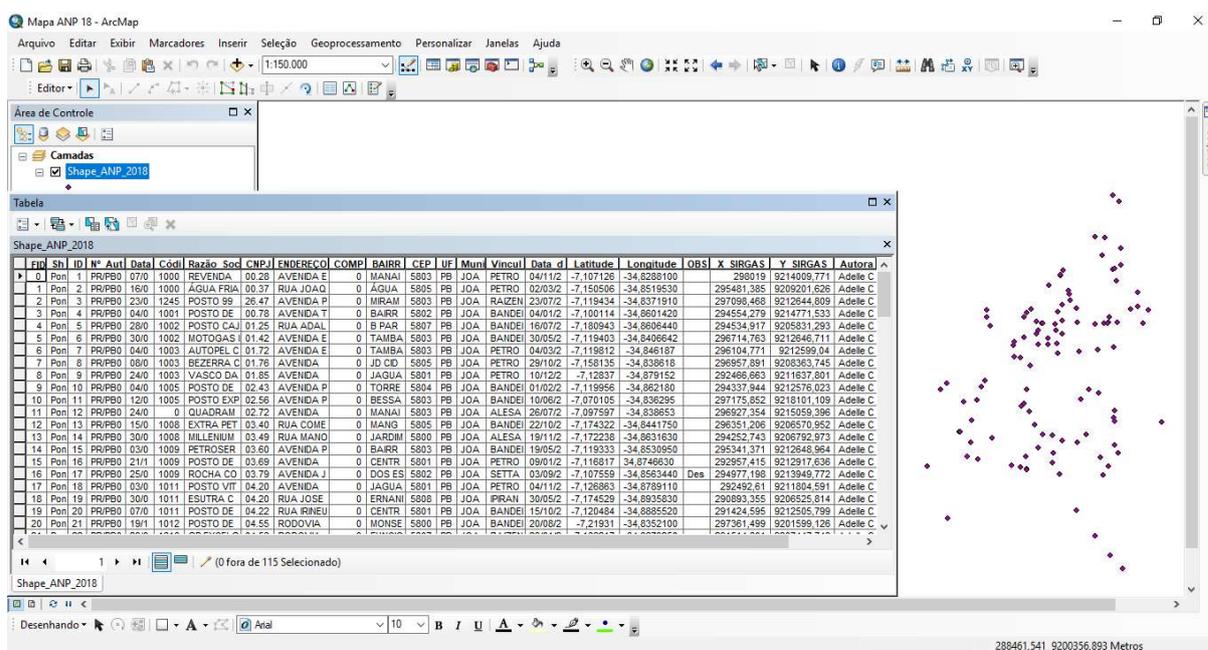
(b)

Fonte: Google Maps.

Gerou-se, então, uma planilha base em formato compatível do Excel, a qual possui as informações advindas da ANP: número de autorização, data da autorização, código simplificado, razão social, CNPJ, endereço, complemento, bairro, CEP, UF, município, vinculação à distribuidor e data de vinculação à distribuidor. Além dessas informações, foram acrescentados os seguintes campos: Id (identificação do dado no estudo), latitude e longitude (coordenadas geográficas em graus decimais), X e Y (coordenadas em UTM), observações (relativas aos dados, como se está desativado ou tem endereço repetido, por exemplo), fonte das informações e autora do trabalho.

A planilha com os dados georreferenciados foi especializada com o auxílio do software ArcGIS 10.3 na sua versão *free trial*, no qual se utilizou o sistema de coordenadas UTM, Zona 25, datum SIRGAS 2000. Assim, criou-se um arquivo em formato *shapefile* com cada posto representado por um ponto associado aos seus atributos, conforme representado na Figura 7.

Figura 7 – Localização e atributos dos postos de distribuição de combustíveis em plataforma SIG.



Fonte: autora.

3.4 CRUZAMENTO DE INFORMAÇÕES EM AMBIENTE SIG

O cruzamento de informações permite uma visão integrada de diversos aspectos, assim, de posse do arquivo dos postos gerado em *shapefile*, fez-se o cruzamento com os outros arquivos e informações pesquisados e, dessa maneira, foi possível realizar a sobreposição de dados e obter os mapas que são o objetivo principal desse estudo.

Para definição de APP a partir dos cursos d'água, considerou-se o disposto na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 303 de 2002 (BRASIL, 2002), no seu Artigo 3º, que constitui Área de Preservação Permanente a área situada em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

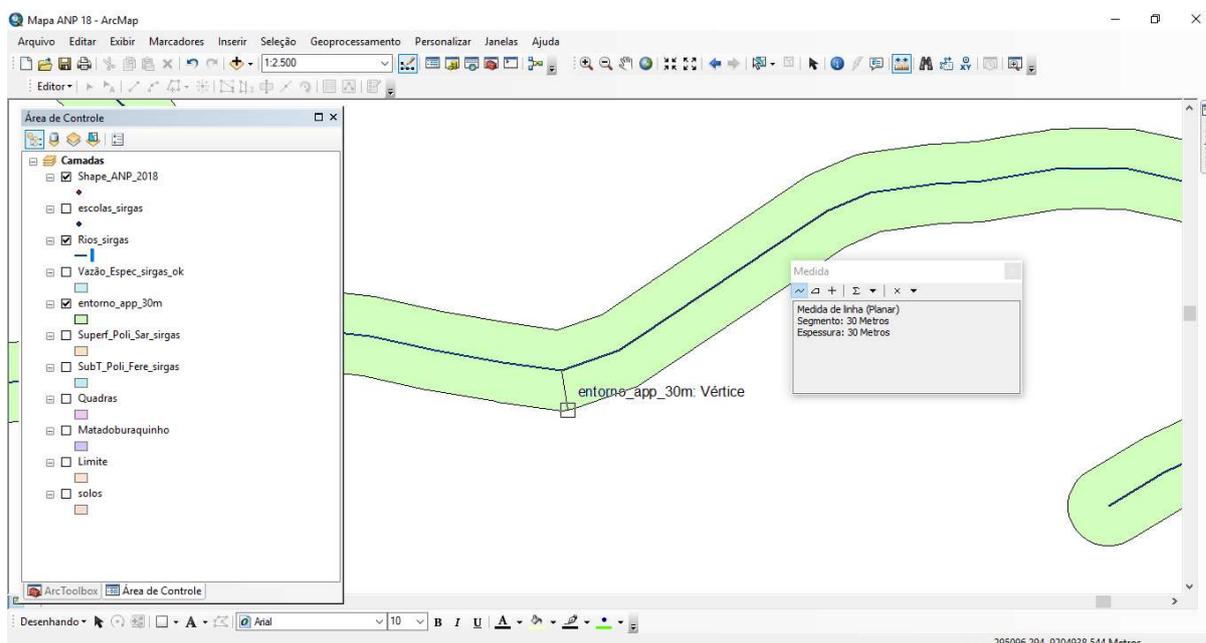
- 30 metros, para o curso d'água com menos de 10 metros de largura;
- 50 metros, para o curso d'água com 10 a 50 metros de largura;

- c) 100 metros, para o curso d'água com 50 a 200 metros de largura;
- d) 200 metros, para o curso d'água com 200 a 600 metros de largura e
- e) 500 metros, para o curso d'água com mais de 600 metros de largura.

O *shapefile* de rios da PMJP apresenta 103 cursos d'água, porém não há a indicação da largura destes, assim, para caracterizar as APP's, considerou-se que todos estavam na faixa mínima, com largura menor do que 10 metros. Logo, adotou-se uma faixa de 30 metros no entorno. No entanto, sabe-se que há rios com maiores larguras, acarretando maiores áreas de APP. Também não foram consideradas os comprimentos das seções transversais dos rios para esse estudo, visto que se trata apenas de um estudo preliminar.

Dessa forma, criou-se uma área de entorno com a ferramenta *Buffer* para todos os cursos d'água disponibilizados pela PMJP, conforme a Figura 8, na qual a linha azul representa o curso d'água e a área verde representa a APP.

Figura 8 – Representação de Área de Preservação Permanente a partir de cursos d'água a partir da ferramenta *Buffer*.



Fonte: autora.

Utilizou-se, também, as recomendações da legislação contida no código de obras do município de João Pessoa, que retrata a Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000 (JOÃO PESSOA, 2000). Essa lei tem como fim normatizar localização, construção, instalação e funcionamento de postos revendedores de combustíveis automotores, através de restrições

mínimas de distâncias, que foram utilizadas como parâmetros na construção de mapas e análise de resultados:

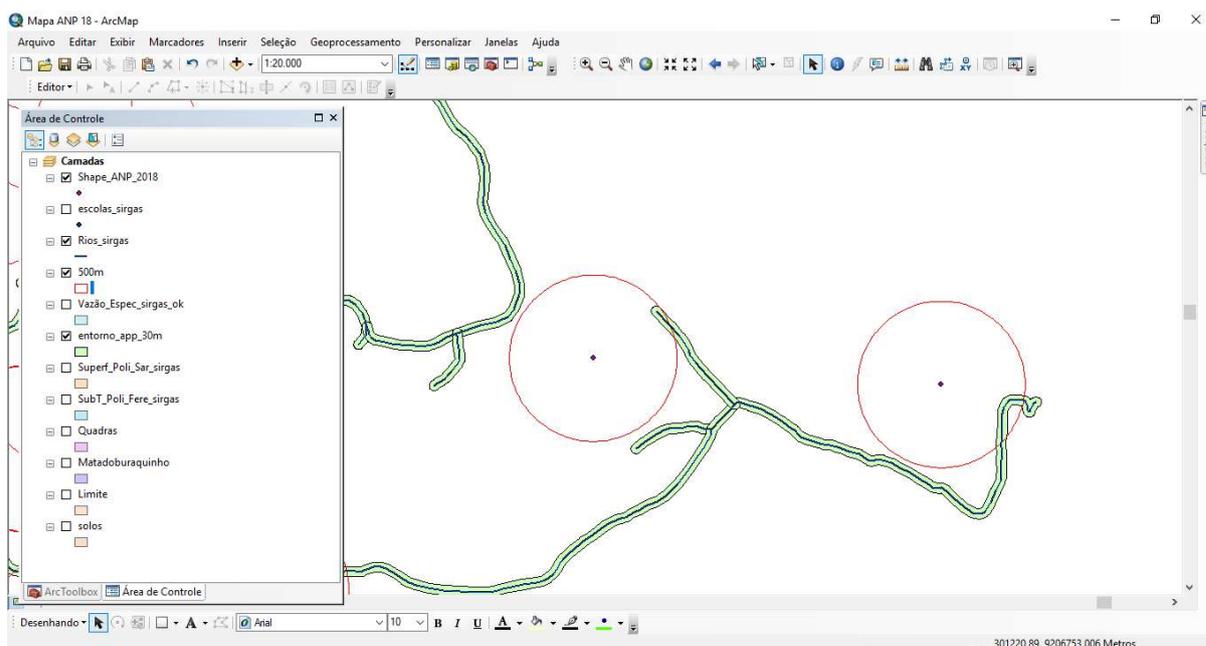
I – Distância mínima para postos de combustíveis de 200 metros;

II - Distância mínima para escolas de 10 metros e;

III - Distância mínima de 500 metros para a beira-mar, limítrofes de rios, afluentes, lagoas, lagoas e áreas consideradas de Prevenção Ambiental Permanente (APP).

Para relacionar os dados em estudos com essas distâncias mínimas estabelecidas, foram feitos círculos a partir da ferramenta *Buffer* (área de entorno de um objeto, no caso da Figura 9, representada pela área verde ao redor da linha azul, que representa os cursos d'água).

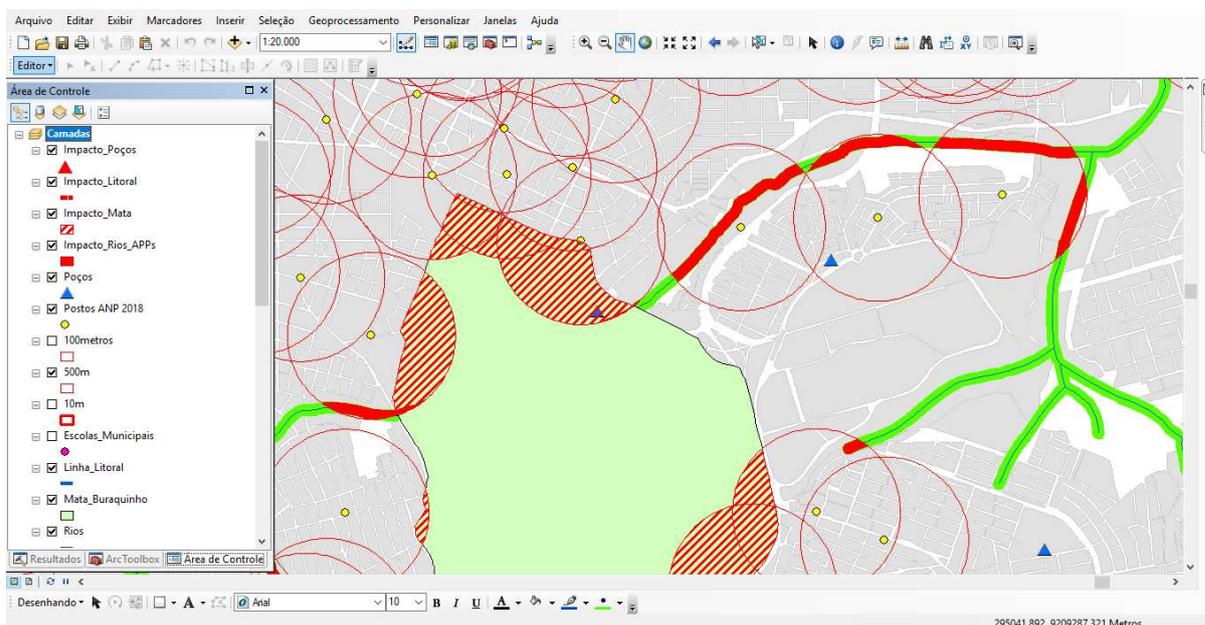
Figura 9 – Representação de raios de interferência de 500 metros utilizando a ferramenta Buffer.



Fonte: autora.

Para intersecção de elementos, utilizou-se a ferramenta *Intersect*, que permite gerar pontos, linhas e polígonos provenientes da intersecção entre diferentes objetos. Pode ser visto na Figura 10 um exemplo de utilização dessa ferramenta.

Figura 10 – Representação interseções utilizando a ferramenta *Intersect*.

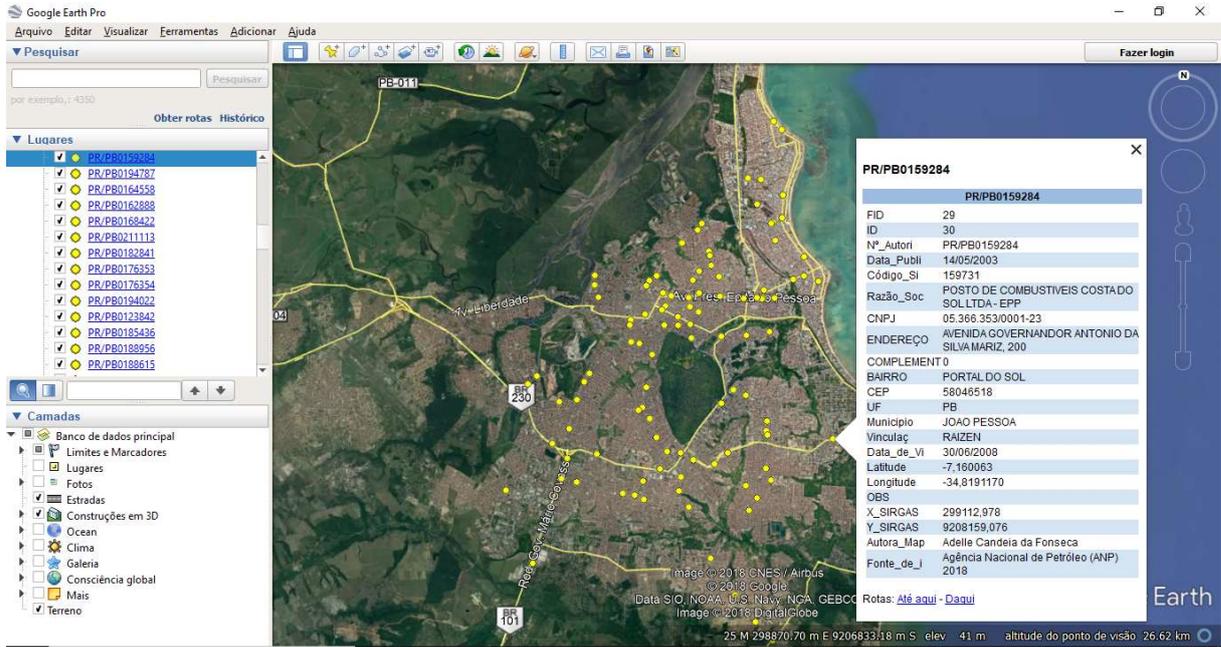


Fonte: autora.

3.5 EXPORTAÇÃO DOS RESULTADOS PARA O GOOGLE EARTH

Afim de facilitar a visualização, todos os resultados obtidos foram exportados para o formato *KMZ*, compatível com o software *Google Earth*, através da ferramenta *Layer to KMZ*. Essa forma de visualização de dados também facilita o acesso aos dados, por ser uma ferramenta de aprendizagem muito mais fácil, intuitivo e com grande facilidade de obtenção, pois é gratuita. Assim, a Figura 11 representa a estrutura desses arquivos, sendo os pontos amarelos os postos de combustíveis segundo o banco de dados da ANP.

Figura 11 – Representação dos dados exportados para formato KMZ.



Fonte: adaptado de *Google Earth*.

4 RESULTADOS

4.1 GEORREFERENCIAMENTO DO BANCO DE DADOS

A Tabela 02 apresenta as coordenadas geográficas dos postos de distribuição de combustíveis da cidade de João Pessoa - PB referentes ao dia 11/08/2018 (ANP, 2018). Dos 115 postos atualmente autorizados pela ANP, georreferenciados com o auxílio do Google Earth, observou-se que quatro se encontram atualmente desativados e dois tem o endereço “repetido”, ou seja, têm cadastros e datas de autorização diferentes, porém no mesmo endereço. Eles foram identificados pelas mesmas coordenadas, por se considerar o potencial de contaminação no endereço, que é igual para ambos.

Tabela 2 – Georreferenciamento de postos de combustíveis em João Pessoa – PB.

ID	X (UTM)	Y (UTM)	Observação
1	298019,000	9214009,771	
2	295481,385	9209201,626	
3	297098,468	9212644,809	
4	294554,279	9214771,533	
5	294534,917	9205831,293	
6	296714,763	9212646,711	
7	296104,771	9212599,04	
8	296957,891	9208363,745	
9	292466,663	9211637,801	
10	294337,944	9212576,023	
11	297175,852	9218101,109	
12	296927,354	9215059,396	
13	296351,206	9206570,952	
14	294252,743	9206792,973	
15	295341,371	9212648,964	
16	292957,415	9212917,636	
17	294977,198	9213949,772	Desativado
18	292492,61	9211804,591	
19	290893,355	9206525,814	
20	291424,595	9212505,799	
21	297361,499	9201599,126	
22	291514,601	9207447,748	
23	294451,098	9213146,873	
24	293080,027	9206056,974	
25	294020,646	9211671,977	
26	291271,938	9212903,583	
27	294383,533	9212284,318	

ID	X (UTM)	Y (UTM)	Observação
28	294637,636	9207360,395	
29	296225,613	9211416,051	
30	299112,978	9208159,076	
31	295294,099	9213279,336	
32	296722,594	9206186,322	
33	293572,918	9207036,75	
34	290251,262	9209100,005	
35	295321,355	9207245,365	
36	293503,729	9212704,829	
37	294219,197	9207573,053	Desativado
38	291270,22	9213215,932	
39	301190,734	9208001,355	
40	292791,308	9211054,011	
41	294939,951	9214090,866	
42	295414,385	9211358,161	Endereço já cadastrado
43	290609,746	9208245,154	
44	296969,572	9211553,847	
45	296974,662	9208672,952	
46	293276,998	9213255,949	
47	296552,932	9216475,527	
48	293576,539	9211666,641	
49	293596,681	9212285,897	
50	296532,504	9212638,463	
51	292945,414	9208994,365	
52	293747,64	9212631,046	
53	293781,182	9207599,921	
54	293485,513	9212155,374	
55	298033,932	9213390,56	
56	294410,119	9211718,566	
57	291050,675	9209769,601	
58	297153,047	9206773,479	
59	296476,782	9205780,299	
60	290065,179	9207747,489	
61	294563,504	9214812,826	
62	295861,041	9209651,767	
63	296998,432	9208226,204	
64	293572,918	9207036,75	Endereço já cadastrado
65	294203,76	9206342,054	
66	288630,926	9206204,835	
67	295280,244	9204192,151	
68	291207,984	9210041,347	
69	297691,582	9213271,191	
70	293077,337	9206039,488	
71	295739,641	9207616,917	
72	294667,663	9212125,969	

ID	X (UTM)	Y (UTM)	Observação
73	294459,192	9211275,345	
74	292947,55	9211999,781	Desativado
75	293048,307	9213089,776	
76	296979,434	9207149,282	
77	289221,794	9209644,476	
78	289541,912	9203859,074	
79	296997,381	9215092,412	Desativado
80	297073,264	9214512,483	
81	290833,9	9209183,593	
82	296128,776	9216500,83	
83	290402,782	9206626,32	
84	296790,736	9202183,141	
85	296265,72	9209483,169	
86	292822,598	9208905,379	
87	293213,305	9210708,311	
88	293035,734	9206623,322	
89	298281,554	9212626,603	
90	292523,444	9211096,611	
91	296106,854	9203039,007	
92	296906,665	9218360,076	
93	295737,226	9207613,036	
94	297281,33	9215985,227	
95	290561,915	9207281,116	
96	293772,56	9212615,772	
97	289498,786	9209905,554	
98	298508,08	9213231,393	
99	294063,483	9214336,428	
100	296750,366	9212889,408	
101	290068,942	9207745,845	
102	297274,187	9215249,571	
103	295414,385	9211358,161	
104	293193,315	9208642,429	
105	292784,28	9206170,796	
106	293430,831	9208045,567	
107	294005,72	9211948,321	
108	296690,745	9212602,262	
109	294643,472	9213443,186	
110	292403,073	9206220,113	
111	294665,666	9212731,97	
112	295028,737	9213633,315	
113	293055,766	9209648,279	
114	294683,549	9214991,383	
115	296451,95	9215667,381	

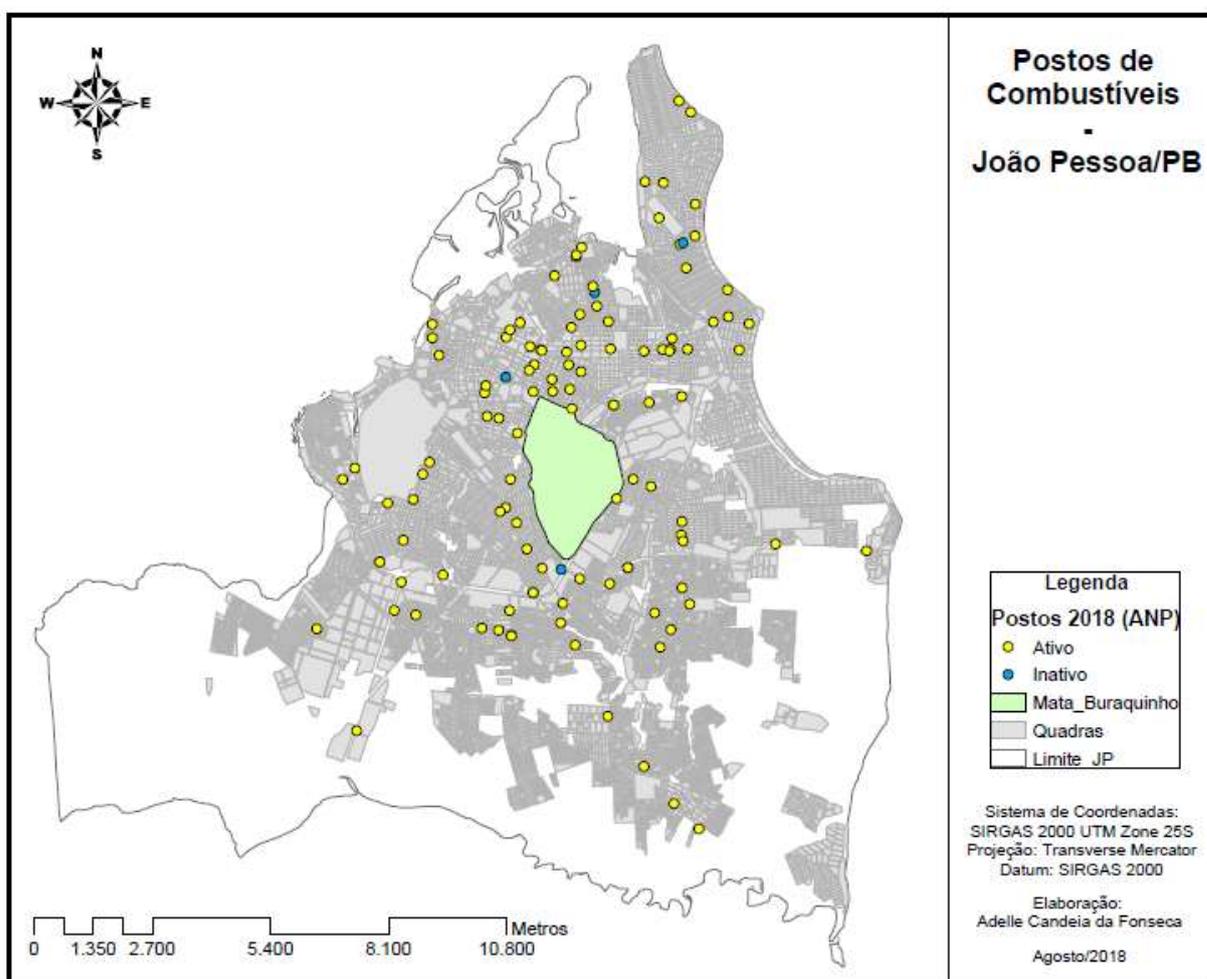
Fonte: autora.

4.2 ELABORAÇÃO DE MAPAS

4.2.1 Postos de Combustíveis

A Figura 12 retrata a distribuição dos postos de distribuição dos 115 Postos de Combustíveis da Cidade de João Pessoa, autorizados pela ANP em agosto de 2018, sendo eles ativos (total de 111, representado pela cor amarelo) ou inativos (total de 4, representados pela cor azul).

Figura 12 – Localização dos postos de combustíveis em João Pessoa – PB.



Fonte: adaptado de João Pessoa (2017). **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

O mesmo mapa foi exportado para formato *KMZ*, compatível com o *Google Earth*, para visualização sobreposta a imagens de satélite atuais, conforme Figura 13.

Figura 13 – Localização dos postos de combustíveis em João Pessoa - PB exportada para o Google Earth.



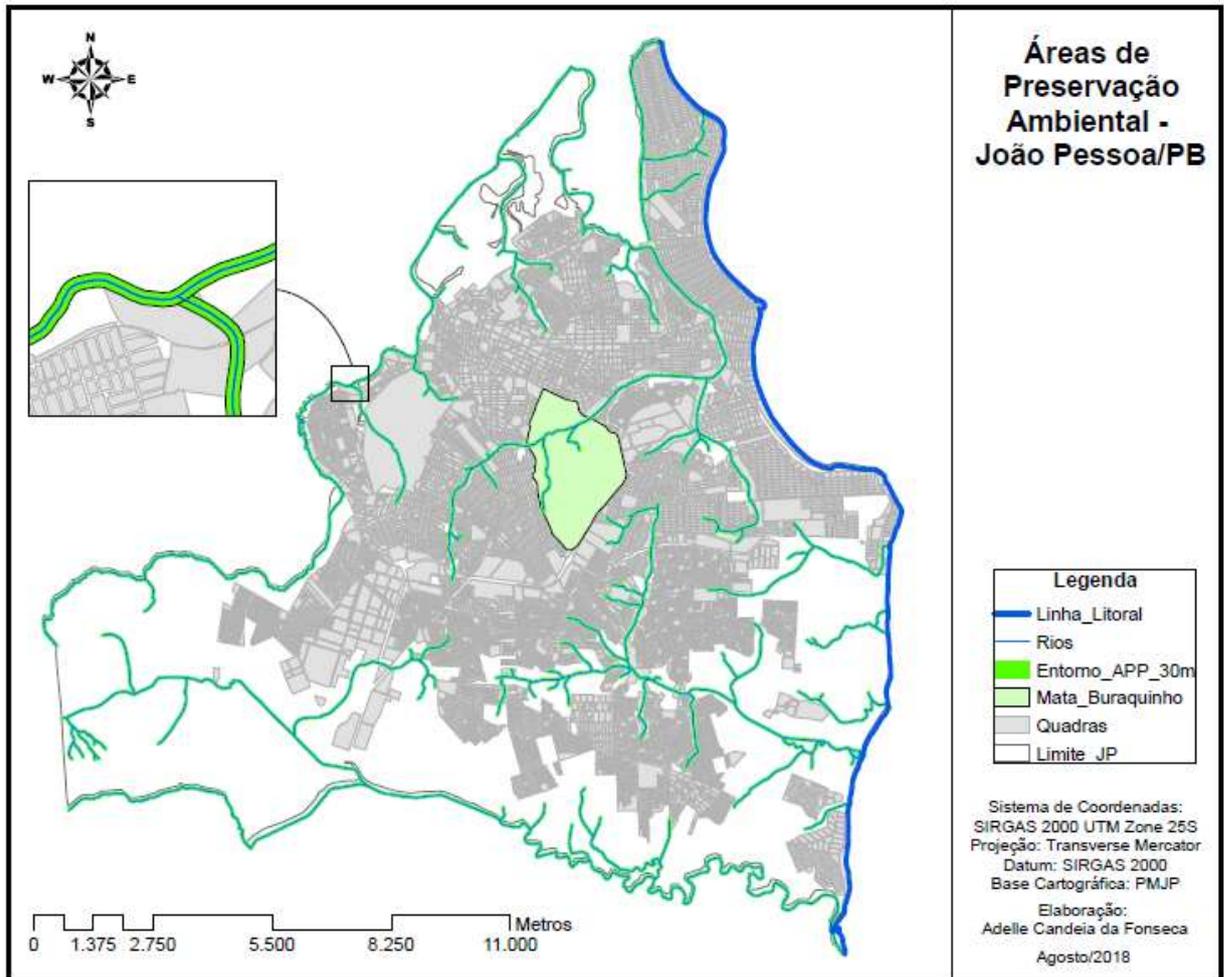
Fonte: adaptado de *Google Earth*. **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

4.2.2 Áreas de Preservação Ambiental

Para simular as APP's das margens dos rios que cortam a cidade, conforme recomendações da Resolução CONAMA n° 303 de 2002 (BRASIL, 2002), simulou-se uma área de contorno de 30 metros para os cursos d'água previamente disponibilizado em *shapefile* pela PMJP. Essa consideração foi feita pois não foi possível determinar a largura dos mesmos e, por isso, considerou-se o cenário de mínimo impacto, em que todos estavam na faixa mínima de largura da seção transversal pela Resolução acima citada, ou seja, menor do que 10 metros.

A Figura 14 traz a representação dessas APPs, representadas na cor verde, contornando os cursos d'água, bem como a Mata do Buraquinho, considerada área prioritária para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira pela Portaria do MMA N° 09, de 23 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007), também fornecida em *shapefile* pela PMJP. Também se representou a beira mar da cidade por meio de uma linha azul espessa na parte leste do município, feito a partir do *shapefile* do limite municipal, que também foi fornecido pela PMJP.

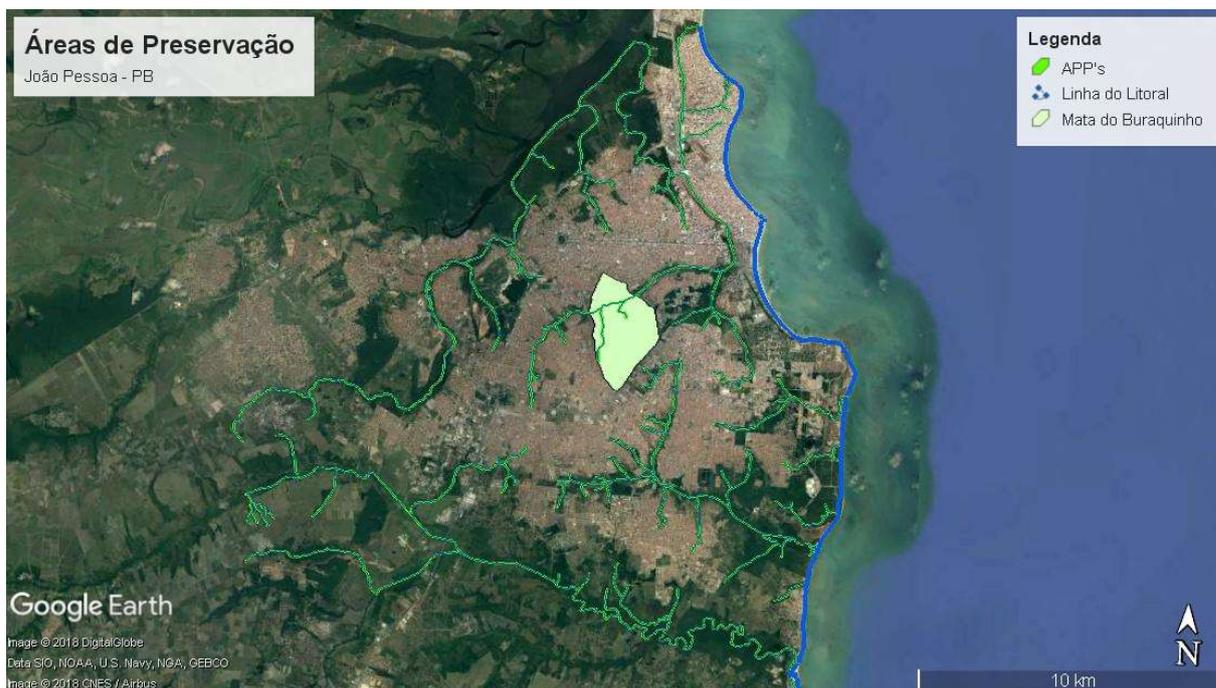
Figura 14 – Áreas de Preservação Ambiental em João Pessoa - PB.



Fonte: adaptado de João Pessoa (2017). **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

O mesmo mapa foi exportado para formato *KMZ*, compatível com o *Google Earth*, para visualização sobreposta em imagens de satélite atuais, conforme Figura 15.

Figura 15 – Áreas de Preservação Permanente em João Pessoa - PB exportadas para o Google Earth.

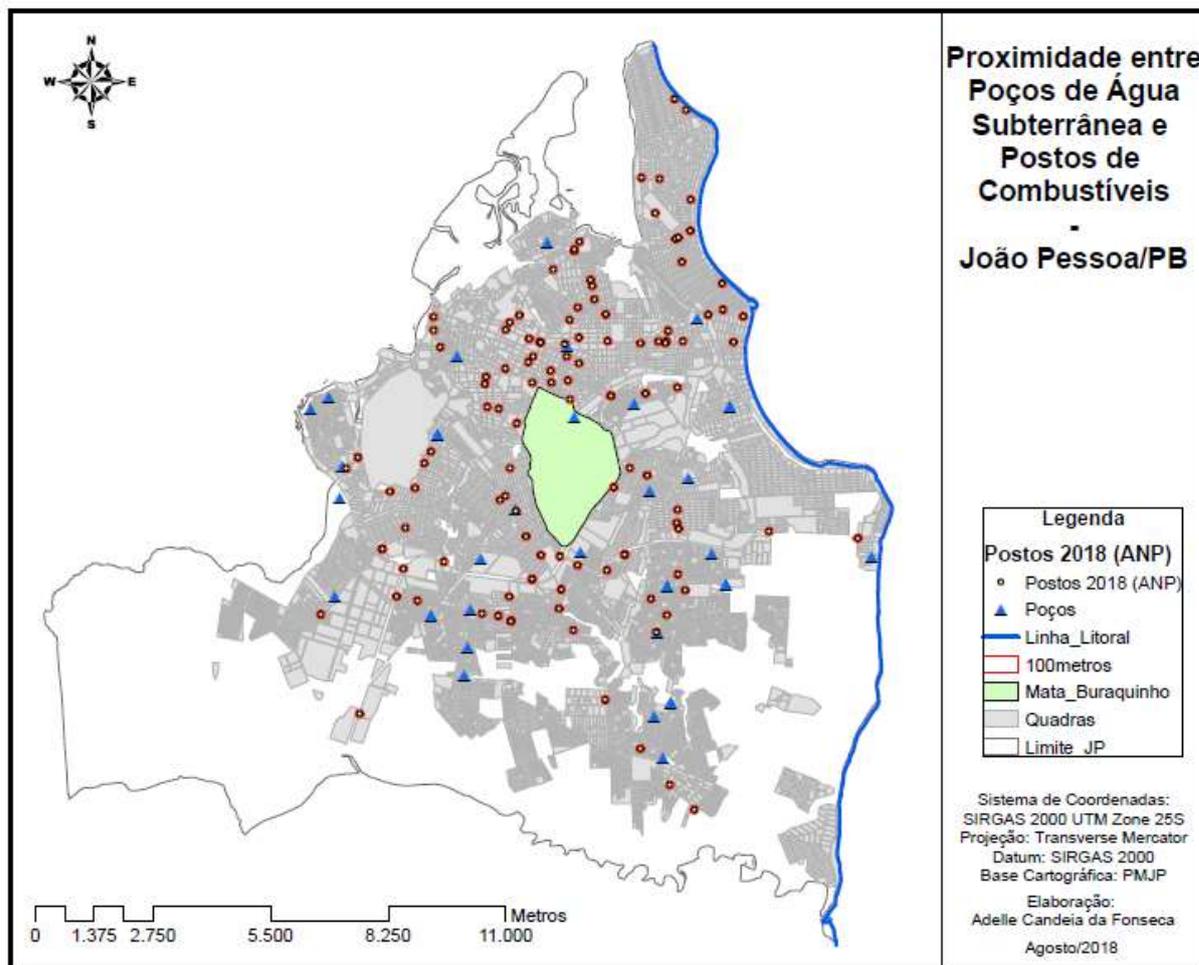


Fonte: adaptado de *Google Earth*. **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

4.2.3 Poços de Águas Subterrâneas

De acordo com o trabalho de Barbosa (2007), que georreferenciou poços utilizados para abastecimento público na zona urbana da cidade de João Pessoa – JP, até então administrados pela CAGEPA, elaborou-se um mapa, representado na Figura 16, para relacionar a proximidade destes aos postos de combustíveis em estudo, com o objetivo de observar o impacto da localização dos postos de combustíveis nesses pontos, conforme recomendação da NBR 13.786 de 2005 (ABNT, 2005) de que os postos devem estar distantes das águas do subsolo utilizadas para o abastecimento público de cidades em um raio mínimo de 100 metros. Com isso, observou-se que três postos desobedecem a essa recomendação.

Figura 16 – Correlação entre poços de águas subterrâneas utilizadas para abastecimento e postos de combustíveis em João Pessoa - PB.



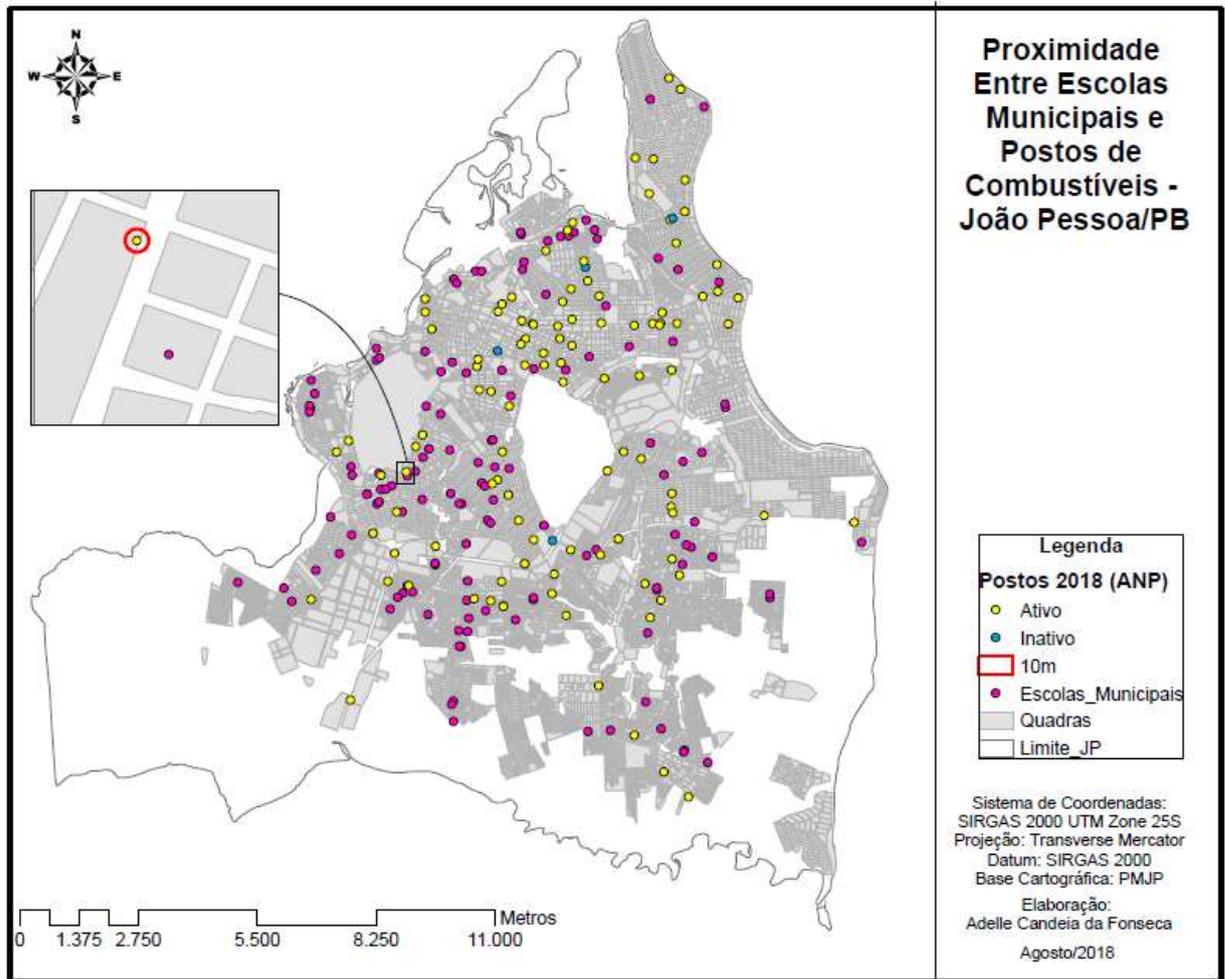
Fonte: adaptado de João Pessoa (2017). **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

4.2.4 Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000

Em consonância com a Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000 (JOÃO PESSOA, 2000), verificou-se o parâmetro da distância entre os postos de combustíveis e escolas, entre os postos entre si e a distância para beira mar e APP's.

Em relação as escolas, considerou-se o *shapefile* das escolas municipais da cidade de João Pessoa disponibilizado pela PMJP, onde fez-se círculos de 10 metros de raio em todos os postos, afim de verificar se havia alguma escola nessa região de proteção especificada pela Lei acima citada. A Figura 17 retrata essa correlação. Verificou-se que a distância mínima de 10 metros foi respeitada por todos os postos deste estudo.

Figura 17 – Distância de 10 m entre postos de combustíveis e escolas municipais.

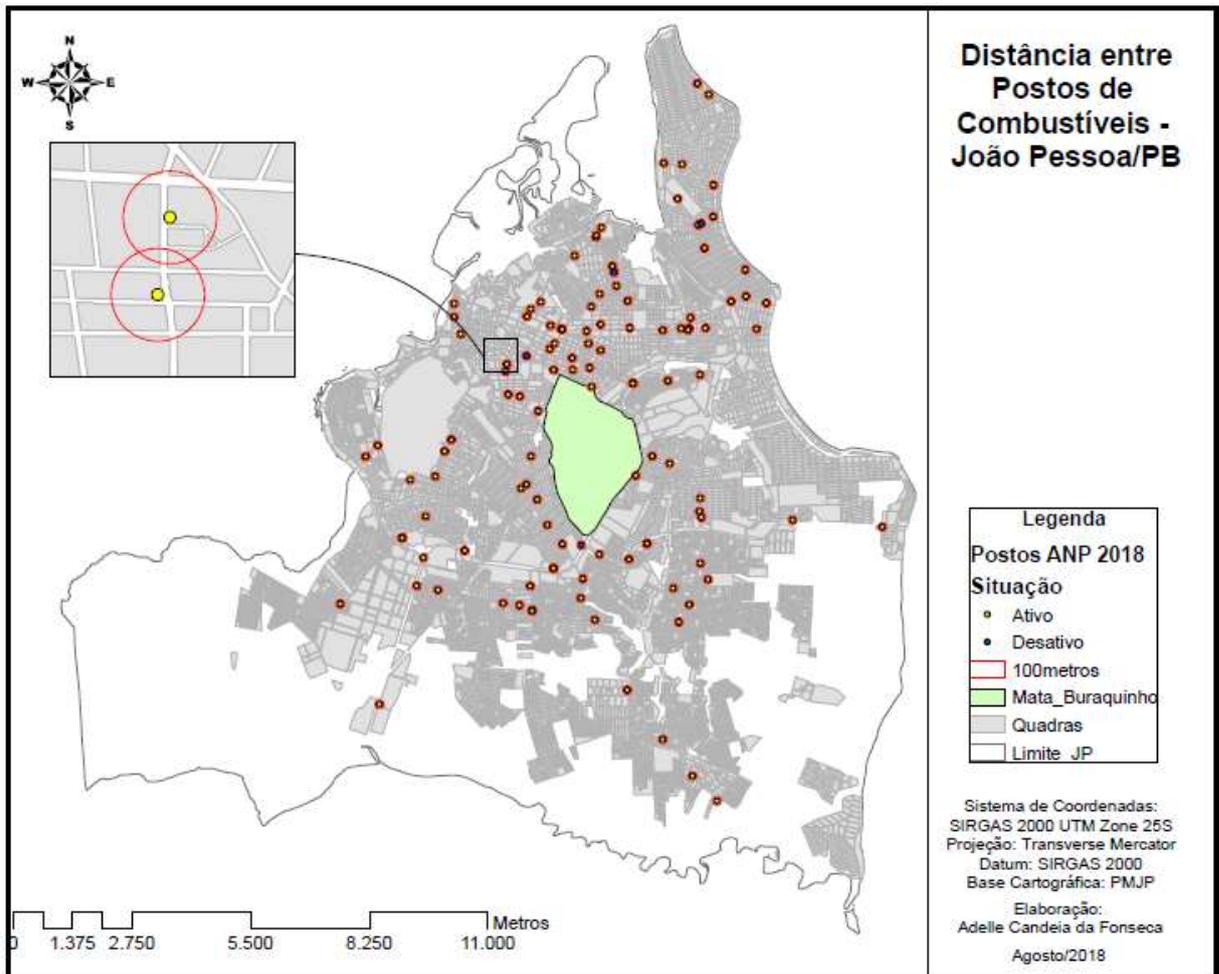


Fonte: adaptado de João Pessoa (2017). **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

Em relação à distância dos postos entre si, a Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000 (JOÃO PESSOA, 2000), recomenda que estejam distantes pelo menos duzentos metros. Assim, criou-se um raio de cem metros para cada posto, pois se dois raios se cruzam, afirma-se de uma forma ampla e preliminar, que ambos estão desrespeitando essa recomendação. Porém, seria necessário investigar a data de autorização de ambos para elaboração de uma análise mais aprofundada.

Assim, de acordo com a Figura 18, e considerando apenas os postos em atividade, visto que essa restrição ocorre, principalmente, por quesitos econômicos relacionados a concorrência de mercado, observa-se que 19 deles não obedecem a esse critério.

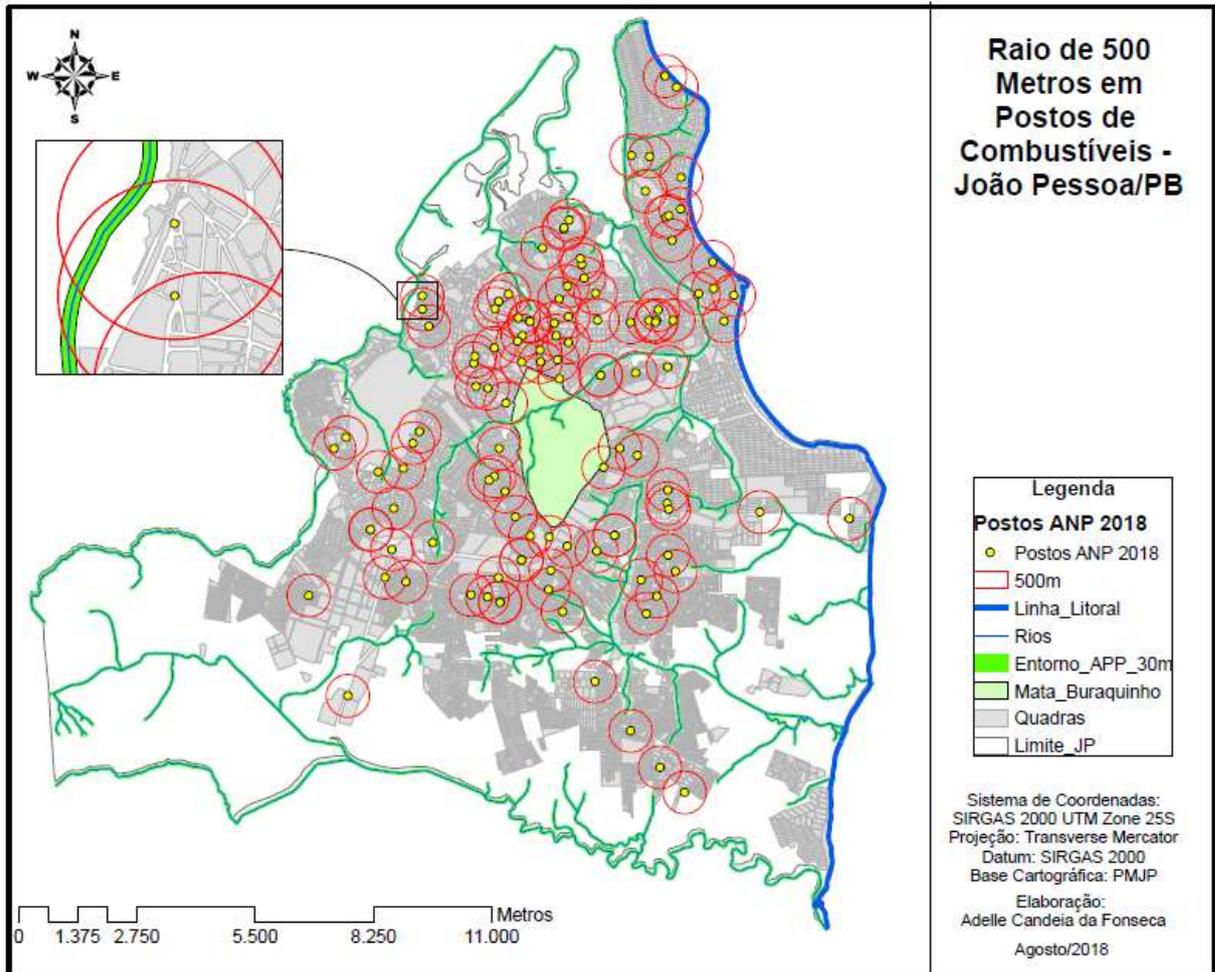
Figura 18 – Distância mínima de 200 metros entre postos de combustíveis em João Pessoa – PB.



Fonte: adaptado de João Pessoa (2017). **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

Por fim, estudou-se o parâmetro da proximidade dos postos de combustíveis à corpos hídricos, beira mar e APP's. A Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000 (JOÃO PESSOA, 2000), determina que os postos devem estar distantes destes em um raio de pelo menos 500 metros. Assim, a Figura 19 mostra essas correlações. Acrescentou-se a proximidade a Mata do Buraquinho, por se tratar de uma importante área de conservação brasileira pela Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007). Os *shapefiles* dos rios e Mata do Buraquinho foram disponibilizados pela PMJP.

Figura 19 – Distância de 500 metros a partir de postos de combustíveis em João Pessoa - PB.



Fonte: adaptado de João Pessoa (2017). **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

Verificou-se que 7 locais de funcionamento autorizados desrespeitaram a distância para a linha do litoral e 45 desrespeitam para as APP's ao redor dos cursos d'água. Embora a Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000 (JOÃO PESSOA, 2000), não faça menção direta a Mata do Buraquinho, observou-se que 10 postos possuem uma distância menor do que 500 metros até ela.

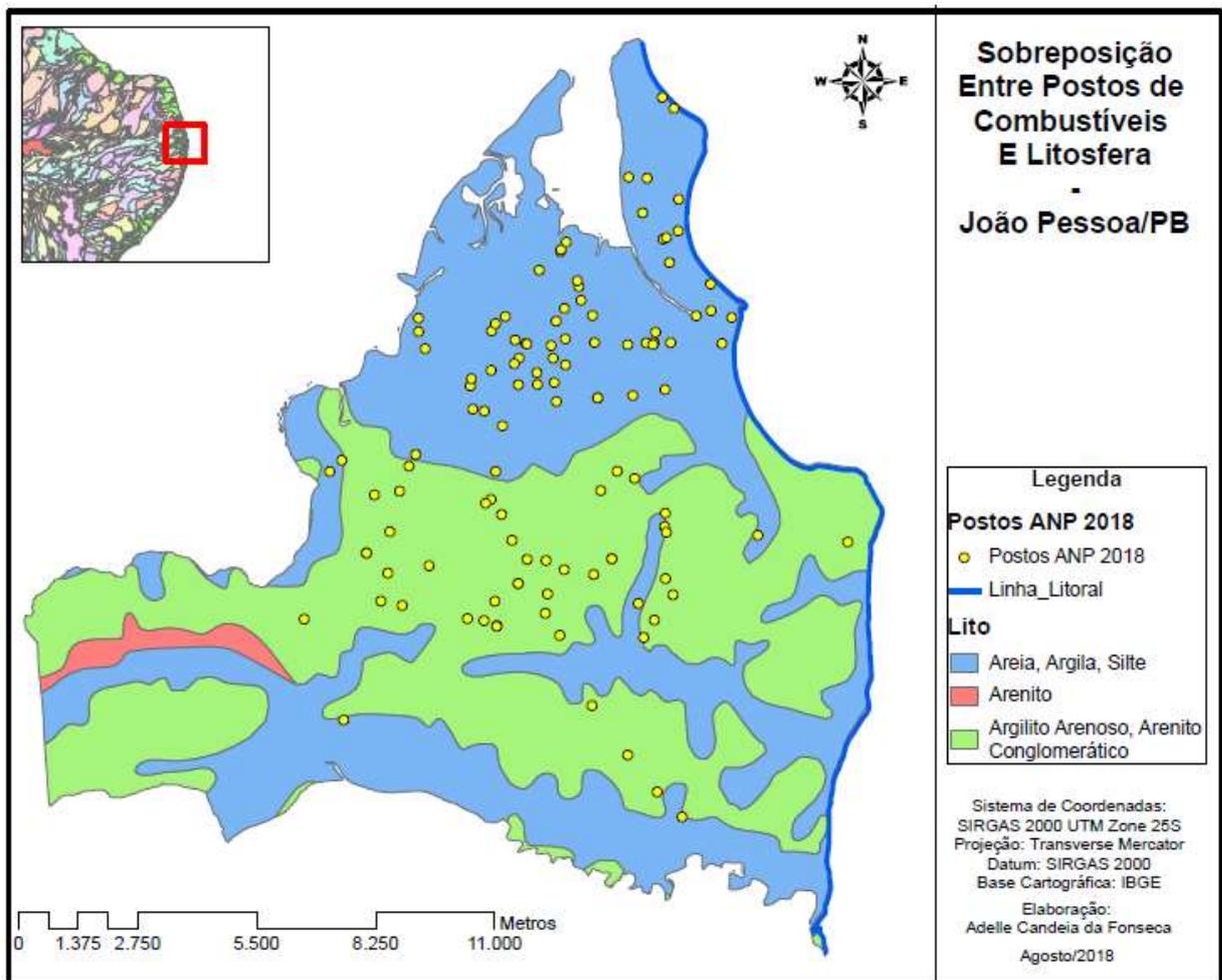
4.2.1 Solos

O mapa hidrogeológico da região nordeste disponibilizado pelo IBGE (BRASIL, 2018), encontra-se no município de João Pessoa três tipos litológicos gerais: areia, silte e argila; arenito; argilito arenoso e arenito conglomerado. Fez-se a sobreposição dos dados dos postos de combustíveis sobre essas macrorregiões, disponibilizada na Figura 20, e verificou-se que 71

deles se encontram sobre a categoria “areia, silte e argila”, 44 sobre a região “argilito arenoso e arenito conglomerado” e nenhum sobre a região caracterizada por “arenito”.

A priori, não se pode fazer análises aprofundadas a respeito desses resultados, mas servem como uma avaliação preliminar e base para futuros estudos, visto que em caso de contaminação é necessário ensaios específicos no local.

Figura 20 – Sobreposição de postos de combustíveis na litosfera da cidade de João Pessoa - PB.



Fonte: adaptado de Brasil (2018). **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

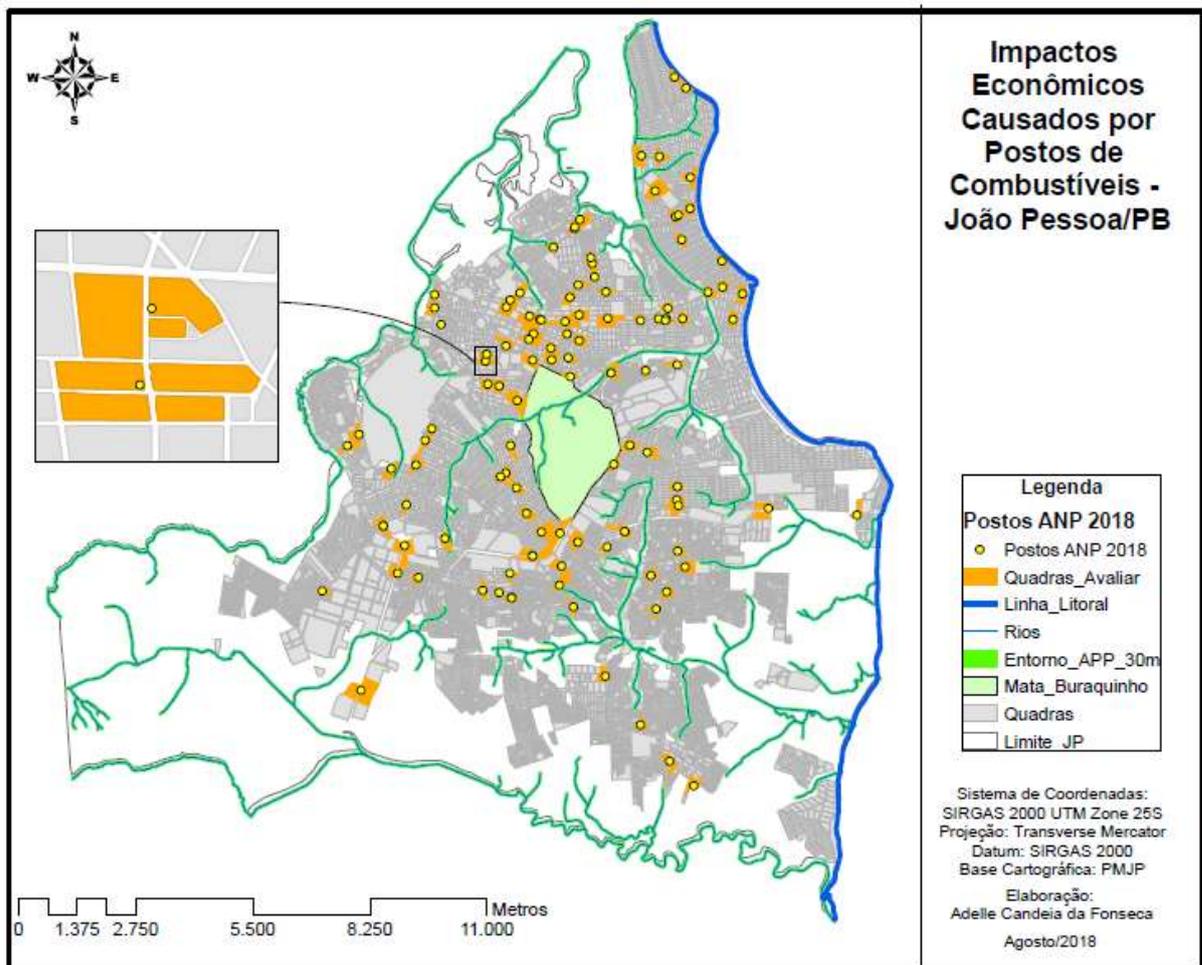
4.2.2 Impactos Econômicos

Baseado no Normativo SARB nº 14 (FEBRABAN, 2014) que exige a análise do entorno de imóveis a serem avaliados para atestar potencial de contaminação, foram identificadas, de forma aproximada, quadras do município de João Pessoa que possivelmente sejam investigadas devido à proximidade a postos de combustíveis para efeito de atividades bancárias, como

garantia de operações, avaliação imobiliária, crédito imobiliário, entre outros. O *shapefile* base das quadras do município foram disponibilizadas pela PMJP.

A Figura 21 ilustra um possível cenário dessa situação, sendo destacado em cor laranja as das quadras enquadradas nesse contexto. Observa-se que essas quadras foram estimadas em aproximadamente 448 quadras e, juntas, somam cerca 5620.915 m², o que representa grande impacto na economia, visto que diversos terrenos e imóveis dependerão da legalidade dos postos no entorno para serem ou não negociados com bancos brasileiros, inclusive porque muitas dessas regiões se encontram em áreas que possuem um alto valor imobiliário.

Figura 21 – Quadras possíveis de investigação quanto ao potencial poluidor de postos de combustíveis em João Pessoa - PB.

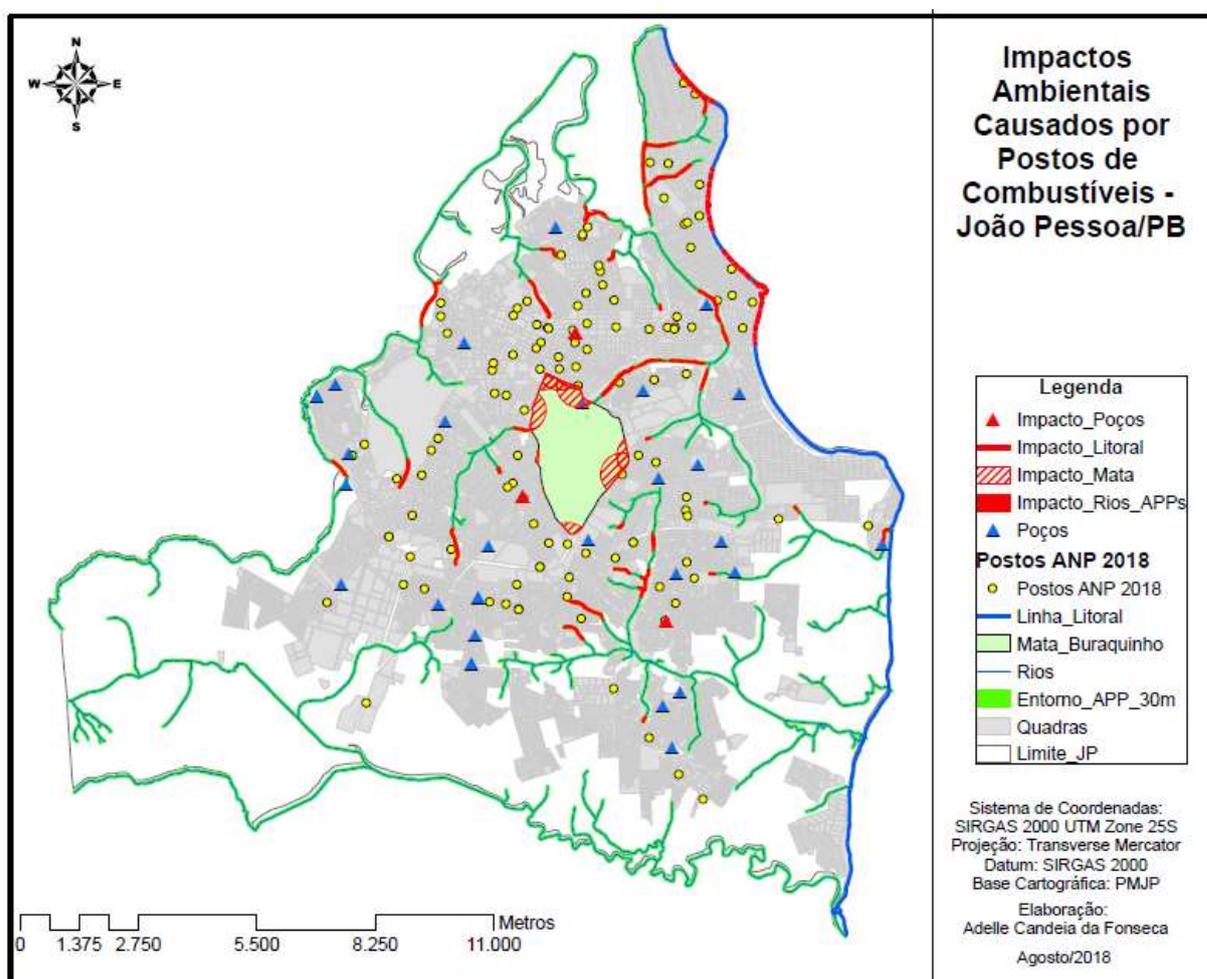


Fonte: adaptado de João Pessoa (2017). **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

4.2.3 Impactos Ambientais

Com o objetivo de representar os possíveis impactos ambientais causados por postos de distribuição de combustíveis na cidade de João Pessoa, elaborou-se um mapa que representa graficamente esses impactos, os quais foram baseados nas análises feitas nos tópicos anteriores. Este mapa está representado na Figura 22 e as áreas com potencial risco de contaminação estão exibidas em vermelho.

Figura 22 – Possíveis impactos ambientais causados por postos de combustíveis em João Pessoa - PB.



Fonte: adaptado de João Pessoa (2017). **Elaboração:** Adelle Candeia da Fonseca.

A partir da análise do mesmo, observam-se algumas conclusões importantes:

- Da faixa litorânea do município de João Pessoa, a qual foi criada com base no *shapefile* do limite municipal disponibilizado pela PBMP, com aproximadamente 25.376 metros de extensão, cerca de 5.681 metros está em um raio inferior a 500 metros dos postos de combustíveis, ou seja, 22,39%.

- A partir do *shapefile* disponibilizado pela PMJP da Mata do Buraquinho, com uma área de aproximadamente 5.322.619 m², cerca de 1.045.899 m² está em um raio inferior a 500 metros dos postos de combustíveis, ou seja, 19,65% da área.
- Considerando que todos os cursos d'água advindos do *shapefile* disponibilizado pela PMJP tinham menos de 10 metros de seção transversal, e que a Resolução CONAMA nº 303 de 2002 (BRASIL, 2002) determina que até essa faixa deve existir uma Área de Preservação Permanente de 30 metros para os cursos d'água, calculou-se uma área aproximada de 11.890.119 m² de APP's no entorno destes cursos d'água, dos quais 1.170.873 m² está em uma faixa de raio inferior em torno dos postos, o que significa um total de 10% dessas áreas. Porém, é preciso atentar que foi considerada uma faixa mínima de área devido à falta de informações quanto às seções transversais dos rios ou *shapefiles*, apenas para estimativa preliminar. Essa porcentagem pode ser ainda maior.
- Dos 30 poços de água utilizadas para abastecimento público, na zona urbana da cidade de João Pessoa, georreferenciados por Barbosa (2007), verificou-se que 3 estavam dentro de um raio de 100 metros a partir dos postos, ou seja, 10%, o que está desconforme com as recomendações da NBR 13786 de 2005 (ABNT, 2005). Entretanto, faz-se necessário atentar que o mapeamento dos poços é anterior ao mapeamento dos postos, o que fornece uma estimativa preliminar, porém precisa haver uma verificação mais profunda no caso de um estudo mais detalhado.

A partir dessas análises, observou-se o desrespeito a legislação e normas citadas, o que precisa ser investigado. Em relação às áreas de preservação ambiental, beira mar e rios, é necessário ainda averiguar se os estabelecimentos apresentaram relatório de impacto ambiental para licenciamento, conforme exigido pela Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000 (JOÃO PESSOA, 2000), para assim concluir se realmente desrespeitam ou não.

Os principais impactos ambientais que podem ocorrer são possíveis contaminações no solo, nas águas subterrâneas e nas águas superficiais. No nível do terreno, o contaminante pode atingir o solo e as águas de rios por meio de vazamentos, acidentes ou descarte de material com resíduos de contaminantes. De forma subterrânea, os combustíveis podem contaminar o solo por meio de rachadura nos tanques de armazenamento, por exemplo, e com isso, atingir as águas subterrâneas.

No entanto, não se pode afirmar que há contaminação em nenhum desses postos, mas esse estudo serve de base para a etapa de avaliação preliminar, conforme o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2001). Só a partir dessa etapa é que se poderá identificar possíveis pontos de contaminação para investigações mais detalhadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho permitiu elaborar mapas que correlacionam a localização de postos de distribuições de combustíveis com recursos naturais da cidade de João Pessoa, bem como mostrar a ocorrência de inadequações baseadas em Leis, Normas e Resoluções acerca do tema.

Foram georreferenciados os 115 postos de distribuição de combustíveis da cidade de João Pessoa-PB, atualmente autorizados pela ANP e se observou que 111 estão em funcionamento e 4 desativados.

Em relação aos poços de águas subterrâneas utilizadas para abastecimento, 10% estavam em um raio inferior a 100 metros dos postos, desrespeitando as recomendações da NBR 13.786 de 2005 (ABNT, 2005).

Com relação a Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000 (JOÃO PESSOA, 2000), observou-se que

- Para o requisito de distância mínima entre postos e escolas, 100% respeitaram essa exigência;
- Em relação a distância mínima entre postos, 16,52% deles desrespeitaram;
- 39,13% dos postos desrespeitaram a distância mínima para a proximidade à corpos hídricos e APP's, correspondendo a cerca de 10% dessas áreas passíveis de contaminação;
- 6,09% não obedeceram às exigências para a distância à beira-mar, correspondendo a um possível impacto em 22,39% da faixa litorânea;
- Quanto a Mata do Buraquinho, embora não contemplada pela Lei, observa-se que 8,69% dos postos têm uma distância menor do que 500 metros até ela, podendo impactar em cerca de 19,65% da sua área.
- A Lei ainda trata de distâncias mínimas para outros locais de importância socioambiental, como por exemplo hospitais, túneis, viadutos, rotatórias, vias públicas, quartéis, templos religiosos, asilos e creches. No entanto, devido a falta de disponibilidade de *shapefiles* desses locais, ou tempo hábil para georreferenciamento destes, não foi possível realizar esse estudo, porém é de grande importância e pode ser uma sugestão para futuros trabalhos.

A partir da base cartográfica hidrogeológica do IBGE (BRASIL, 2018), observou-se que 61,74% dos postos se encontram sobre a região “areia, silte e argila” e 38,26% sobre a região “argilito arenoso e arenito conglomerado”.

No quesito econômico, baseado no Normativo SARB nº 14 (FEBRABAN, 2014), observou-se que, aproximadamente, 448 quadras da cidade podem ser investigadas devido à proximidade a postos de combustíveis para efeito de atividades bancárias, totalizando uma área de 5.620.915 m², o que pode representar grande impacto na economia.

Com isso, conclui-se que a utilização de geotecnologias pode auxiliar de diversas maneiras na identificação de áreas contaminadas, monitoramento e controle ambiental, bem como na tomada de decisão em casos de acidentes, contribuindo para a preservação e conservação dos recursos naturais e do meio ambiente. Assim, espera-se que esse trabalho possa servir de auxílio ao poder público e/ou privado, bem como a comunidade acadêmica, para estudos mais aprofundados e ações que garantam a prevenção e a redução de impactos ambientais, ou ainda como cooperados na tomada de decisão ou elaboração de medidas corretivas, em caso de acidentes ambientais causados por postos de distribuição de combustíveis na cidade de João Pessoa.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho pode ter continuidade a partir do levantamento dos tipos de materiais comercializado em cada posto, bem como as características dos tanques, como quantidades e capacidades de armazenamento, com o objetivo de acrescentar mais informações relevantes ao banco de dados criado.

Também é possível ampliar esse estudo com a identificação com potencial de contaminação por derivados de petróleo por oficinas mecânicas e lava-jatos, como também por outros tipos de contaminantes.

Outra sugestão é mapear os demais locais abordados pela Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000. Assim, seria possível ampliar o estudo das distâncias mínimas locais como hospitais, túneis, viadutos, rotatórias, vias públicas, quartéis, templos religiosos, asilos e creches. Esse estudo seria de grande importância socioambiental.

Um fator limitante para este estudo foi a grande dificuldade em conseguir *shapefiles* ou informações possíveis de serem georreferenciadas, necessárias para análises mais profundas. A obtenção de outros dados georreferenciados possibilitaria novas análises ou estudos mais detalhados.

7 REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13786: Posto de serviço – Seleção de Equipamentos e Sistemas para Instalações Subterrâneas de Combustíveis**, Rio de Janeiro, 2005.

ALVES, C. S.; FARIAS, M. S. S.; ARAÚJO, A. D. F. Levantamento dos Impactos Ambientais na Bacia do Jaguaribe em João Pessoa e suas Possíveis Ações Mitigatórias. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 5, n. 8, 2009.

ANP. Agência Nacional de Petróleo. **Boletim Geral**, 12, n. 55, jun. 2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/publicacoes/boletins-anp/Boletim_Abastecimento/Boletim_n55.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2018.

ANP. Agência Nacional de Petróleo. **Consulta Pública**, 2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/distribuicao-e-revenda/revendedor/combustiveis-automotivos-1/consulta-posto-web>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução do Conselho Monetário Nacional nº 4.327, de 25 de abril de 2014. **Política de Responsabilidade Socioambiental**, 2014. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/2014/pdf/res_4327_v1_O.pdf>. Acesso em: 2 set. 2018.

BARBOSA, L. K. L. **Zoneamento de aquíferos através da delimitação de perímetros de proteção de poços de abastecimento público de água: o caso da cidade de João Pessoa - PB**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, p. 100. 2008.

BORGES, U. N. et al. **Mapeamento das Áreas de Conflito com a Legislação e de Riscos Decorrentes da Instalação de Postos de Combustíveis na Cidade de João Pessoa - PB - Utilizando Sistema de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto**. Anais - I I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Aracajú: [s.n.]. nov. 2004.

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**, Brasília, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 03 ago. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 303. **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**, Brasília, 20 mar. 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Portaria N°9, de 23 de janeiro de 2007. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**, Brasília, 2007.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2010**, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE mapeia águas superficiais e subterrâneas do nordeste**, 2013. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de>>

noticias/releases/14537-asi-ibge-mapeia-aguas-superficiais-e-subterraneas-do-nordeste>.
Acesso em: 20 jun. 2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Mapas de geociências**, 2018. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm#>. Acesso em: 10 jan. 2018.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas**, São Paulo, 2001.

DE OLIVEIRA, L. I.; LOUREIRO, C. D. O. Contaminação de Aquíferos por Combustíveis Orgânicos em Belo Horizonte: Avaliação Preliminar. **X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, 1998.

DE OLIVEIRA, P. T. S. et al. Geoprocessamento como Ferramenta no Licenciamento Ambiental de Postos de Combustíveis. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 87-99, jun. 2008.

FEBRABAN. Federação Brasileira de Bancos. Normativo SARB nº 14, de 28 de agosto de 2014. **Normativo de Criação e Implementação de Política de Responsabilidade Socioambiental**, São Paulo, 2014.

FEBRABAN. Federação Brasileira de Bancos. **Guia Prático para Elaboração e Implementação de Política de Responsabilidade Socioambiental**, jun. 2015.

FERREIRA, F. M.; FALCÃO, E. C.; BEZERRA, I. S. **SIG aplicado à espacialização de postos revendedores de combustíveis**. III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Aracajú: [s.n.]. 2006.

FURRIER, M.; BARBOSA, T. S. GEOMORPHOLOGY OF JOÃO PESSOA MUNICIPALITY AND ITS ANTHROPOGENIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, João Pessoa, 10, n. 2, 2016. 242-253.

JOÃO PESSOA. Câmara Municipal de João Pessoa. Lei nº 9.060, de 24 de fevereiro de 2000. **Dispõe sobre as normas técnicas de localização, construção, instalação e o funcionamento de postos revendedores (PR) de combustíveis automotores e determina providências**, João Pessoa, fev. 2000.

JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. **Mapas cartográficos da cidade de João Pessoa - PB**, João Pessoa, 2017. Disponível em: <<http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/>>. Acesso em: 10 out. 2017.

KRAEMER, M. E. P. Passivo Ambiental. **Associação Mineira de Defesa do Ambiente**, 2003.

LAURO, B. C. **A responsabilidade civil ambiental do financiador: o papel das diligências ambientais**. Insper. São Paulo. 2016.

LIMA, A. K. A. **Licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras na Paraíba, no ano de 2013**. Dissertação (mestrado), UEPB. Campina Grande, p. 45. 2016.

MACHADO, J. D. **Da responsabilidade civil dos bancos pelos danos causados ao meio ambiente pelas empresas financiadas**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2016.

MARKER, A. **Avaliação Ambiental de Terrenos com Potencial de Contaminação - Gerenciamento de Riscos em Empreendimentos Imobiliários**. Brasília: Guia CAIXA: sustentabilidade ambiental, v. Caderno 2, 2008. 164 p. ISBN 978-85-86836-12-1.

MINZON. **Nova fórmula promete descontaminar solo**, 24 abr. 2014. Disponível em: <<https://minzon.wordpress.com/2014/04/24/nova-formula-promete-descontaminar-solo/>>. Acesso em: 28 out. 2018.

MONZONI, M.; VENDRAMINI, A. **O sistema financeiro nacional e a economia verde - mensurando recursos financeiros alocados na economia verde**, 2015. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15288/O%20Sistema%20Financeiro%20Nacional%20e%20a%20Economia%20Verde%20mensurando%20recursos%20financeiros%20alocados%20na%20economia%20verde.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

NEVES, J. A. D.; COSTA, Á. M. Fatores de localização de postos de combustíveis em Fortaleza. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 12, 2008.

PARAÍBA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Norma Administrativa nº 120 de 2007. **Dispõe sobre o licenciamento ambiental de postos revendedores de combustíveis.**, João Pessoa, 23 mar. 2007. 2-9.

REZENDE, P. V. M. **Aplicação de SIG na análise do crescimento da cidade de João Pessoa, verticalização e mercado imobiliário: caso do bairro de Manaíra**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2016.

RODRIGUES, O. D. O. A. **Postos de Gasolina - Impactos à Saúde e ao Ambiente e Aspectos Tecnológicos e Legais do Passivo Ambiental Originado por Contaminação de Solo e Água Subterrâneas**. Belo Horizonte: Usina de Letras. 2004.

SANTOS, D. A. R. D. **Análise do monitoramento ambiental e da delimitação das plumas de contaminantes provenientes de vazamentos em postos de combustíveis: estudos de caso no médio Vale do Paraíba**. Dissertação (Mestrado), UNESP. São Paulo. 2009.

SILVA, A. C. M. A. **Guia para Avaliação do Potencial de Contaminação em Imóveis**. São Paulo: CETESB: CTZ, 2003.

VALENTIN, C. A. **Estudo da degradação de geomembrana de polietileno de alta densidade de 2,5 mm de espessura frente à gasolina, óleo diesel e álcool combustível**. Dissertação (Mestrado), USP. São Carlos. 2008.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

VIEGAS, R. D. et al. **Indicadores financeiros e sustentabilidade: uma análise do Banco do Brasil**, 2015. Disponível em: <https://www.occ.pt/dtrab/trabalhos/xviicica// finais_site/270.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.