

Estudo do Impacto Ambiental dos Postos de Combustíveis em Maceió/AL

Wesley da Costa Araujo ¹
Antônia Angélica Correia de Araújo Moura ²
Jaqueline Silva Albuquerque da Guia ³
Adriana de Lima Mendonça ⁴

¹ Bolsista de Iniciação Científica (PROBIC) e Graduando em Engenharia de Petróleo
Centro Universitário Tiradentes - UNIT
Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Cruz das Almas, Maceió – AL, Brasil, CEP 57038-000
wesleycaraujo07@gmail.com

² Professora adjunta no Centro Universitário Tiradentes - UNIT
Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Cruz das Almas, Maceió – AL, Brasil, CEP 57038-000
angelica.correia@hotmail.com

³ Professora adjunta no Centro Universitário Tiradentes - UNIT
Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Cruz das Almas, Maceió – AL, Brasil, CEP 57038-000
jaqueline_silva@al.unit.br

⁴ Centro Universitário Tiradentes - UNIT
Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017 – Cruz das Almas, Maceió/AL, Brasil, CEP 57038-000
adrianapnkd@gmail.com

Abstract. The fuel filling stations represent a significant risk as a major source of soil contaminants and groundwater due to emissions of toxic aromatic oil derivatives, known as BTEX compounds, such contamination occurs due to leaks in the fuel storage system as well the bad operation of the enterprise. This paper presents an exploratory study regarding the problem of subsurface soil and groundwater contamination by fuel and an assessment of the environmental impact posed by fuel distributors stations in the city of Maceio. The work was divided into three stages: 1) bibliographic queries the quantity and location of Maceio gas stations, 2) Data Surveys in CASAL on the demand of groundwater wells used for consumption. 3) research concerning the influence of small daily leaks in the fuel retail stations, without management. From the data obtained contacted that there are 267 dealers gas stations operating in the city of Maceió, delimiting the profile of each of these were spatialized with the aid of QGIS program, aiming to observe the spatial distribution of the posts. In conclusion it is recommended that the State awaken to the importance of prevention, monitoring and remediation of areas subject and / or contaminated, that society is aware of the importance of these actions and consequences when there is no service to these and the application of specific legal regulations for protection aquifer.

Palavras-chave: BETEX, gasoline, contaminants, groundwater, BETEX, gasolina, contaminantes, águas subterrâneas.

1. Introdução

O desenvolvimento populacional e econômico da cidade de Maceió a cada ano, é um dos fatores que tem favorecido o aumento no número de veículos automotores na cidade, em dezembro do ano de 2015 registrou-se uma frota com mais de 290.000 veículos. (DENATRAN, 2015; SEPLAG, 2015). O aumento na demanda por combustíveis derivado do petróleo tem gerado um crescimento no número de postos de revenda de combustíveis. Atualmente na cidade existem cerca de 267 postos de combustíveis revendedor de gasolina

(ANP, 2016) que abastecem diariamente milhares de veículos automotores, o principal meio de transporte no município. Estes postos estão distribuídos em todas as regiões da cidade, mas se concentram, principalmente, nas regiões de maior densidade populacional, por haver uma maior concentração de veículos e, conseqüentemente, um maior mercado consumidor.

Segundo REGINATTO (2011) as preocupações com o meio ambiente estão cada vez maiores em virtude da certeza que as atividades humanas são responsáveis pelas alterações ambientais. A contaminação de solos e águas subterrâneas por vazamentos de combustíveis em postos revendedores tem chamado atenção dos órgãos ambientais devido ao grande número de empreendimentos e do diagnóstico crescente de áreas impactadas por compostos tóxicos. Os postos de abastecimento são as principais fontes de contaminação de solo e águas subterrâneas pelas substâncias aromáticas benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos, conhecidos como compostos BTEX. Estes compostos são poderosos depressores do sistema nervoso central e apresentam toxicidade crônica, mesmo em pequenas concentrações (ppb), sendo o benzeno o mais tóxico e comprovadamente carcinogênico (GREGORCZYK, 2011).

Embora os grandes vazamentos acidentais de petróleo sejam preocupantes e ocupem grande espaço na mídia, estima-se que a principal fonte de contaminação por derivados de petróleo seja devida a pequenos vazamentos de combustível (CETESB, 2009). Os acidentes ambientais em postos de combustíveis podem ocorrer devido a uma série de fatores, como um derramamento durante a operação de transferência de produto do caminhão para o tanque; vazamentos durante a operação de abastecimento dos veículos; vazamentos no sistema devido à corrosão em tanques e tubulações; ausência de pavimentação; falhas estruturais do tanque ou da tubulação conectada ao tanque ou então devido à instalação inadequada dos mesmos. (MARANHÃO et al., 2007; GUEDES et al., 2010).

A existência de uma área contaminada pode gerar problemas como danos à saúde humana, comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, em especial as restrições ao uso do solo e danos ao patrimônio público e privado, com a desvalorização das propriedades, além de inúmeros danos ao meio ambiente (REGINATTO, 2011 *apud* MENEGHETI, 2007, p. 15).

A exploração das águas subterrâneas é uma opção bastante atraente para abastecimento público, pois ocorre em maiores quantidades que as superficiais, devido a sua abundância, boa qualidade e baixo custo de captação, por sua proximidade das áreas de consumo (SILVA, 2012). Com 1.013.773 habitantes, conforme censo demográfico de 2015 do IBGE, atualmente a principal fonte de abastecimento de água na capital alagoana é a subterrânea, com cerca de 200 unidades de poços profundos espalhados pela cidade, onde a Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) é responsável pela operação desses poços cuja a vazão produzida responde a aproximadamente, 68% de toda vazão produzida na capital. O restante do fornecimento é feito por águas superficiais, em que os principais mananciais são os riachos Catolé, Aviação e o sistema Pratygy, que juntos, respondem por 32% do abastecimento da cidade (CASAL, 2016).

Com grande demanda de consumo de água subterrânea a população usuária deste tipo de abastecimento, está sujeita aos riscos de consumir água contaminada por combustíveis provenientes de vazamentos dos tanques de armazenamento subterrâneos dos postos revendedores e distribuidoras, além de outros contaminantes, comprometendo sua saúde. Neste trabalho apresenta-se, um estudo exploratório referente a problemática da contaminação sub-superficial do solo e águas subterrâneas por combustíveis derivados de petróleo. Além disso, foi realizada uma avaliação preliminar do impacto ambiental potencial representado pelos postos distribuidores de combustíveis na cidade de Maceió. Busca-se desta forma,

despertar a atenção da comunidade científica, sociedade e poder público para a problemática da contaminação do solo por postos de combustíveis.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

Maceió é a capital do estado de Alagoas, situado na microrregião homônima e mesorregião do Leste Alagoano, Região Nordeste do país como mostra na Figura 1. Ocupa uma área de 510,655 km². É o município mais populoso de Alagoas, e sua população em 2015, estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é de 1.013.773 habitantes, sendo a décima quarta capital brasileira a ultrapassar a marca de um milhão de habitantes residentes, e a quinta do Nordeste. Integra, com outros dez municípios alagoanos, a Região Metropolitana de Maceió, totalizando cerca de 1,5 milhão de habitantes em 2015, sendo o mais populoso de Alagoas, o 17º de todo o país e o 73º do continente americano (IBGE, 2010).

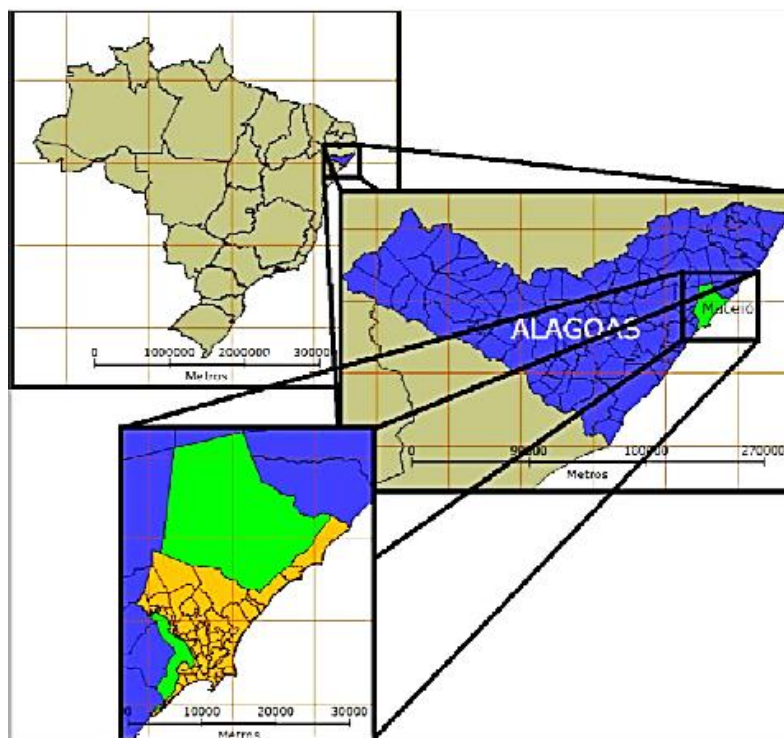


Figura 1. Mapa de Maceió, área de estudo.

Fonte: COSTA et al., 2015.

Localizada na parte central da faixa litorânea do estado, inserida na mesorregião do Leste Alagoano e microrregião que leva seu nome, o município de Maceió estende-se entre os paralelos 09°21'31" e 09°42'49" de latitude sul e os meridianos 35°33'56" e 35°38'36" de longitude oeste, ocupando uma área de aproximadamente 511 km², o que corresponde a 1,76% do território alagoano.

2.2 Procedimento metodológicos

O trabalho foi dividido em três etapas, 1) consultas bibliográficas da quantidade e localização dos postos de combustíveis em bases de dados vinculadas às agências responsáveis pela atividade de abastecimento e revenda de combustíveis no Brasil, no Município de Maceió, tais como: Agência Nacional de Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (ANP) e SINDICOMBUSTÍVEIS – AL. Após o tratamento estatístico dos dados, estes foram espacializados com auxílio do programa QGIS, onde cada um dos postos de combustíveis encontrados foi representado por uma entidade gráfica, objetivando a observação da distribuição espacial dos postos pela cidade de Maceió. 2) Levantamentos de Dados na CASAL sobre a demanda dos poços subterrâneos utilizados para consumo na capital alagoana. 3) pesquisas referentes a influência dos pequenos vazamentos diários, observados nos postos de revenda de combustível, na contaminação do solo e das águas subterrâneas quando não há gerenciamento desse tipo de contaminação. Através dos dados obtidos junto a ANP e SINDICOMBUSTÍVEIS – AL, delimitou-se o perfil da contaminação dos postos de revenda de combustíveis no município.

3. Contaminação dos aquíferos por derivados de petróleo

3.1 Mecanismo de contaminação dos hidrocarbonetos na água subterrânea

Quando ocorre um vazamento de combustível a partir de tanques de armazenamento subterrâneos, forças gravitacionais atuam direcionando o fluxo para as porções mais profundas do solo (Figura 1). Os hidrocarbonetos de petróleo penetram no subsolo como líquido de forma não aquosa – “NAPL (*Non Aqueous Phase Liquids*)”. Conforme sua densidade, os NAPLs são divididos em líquidos leves na fase não aquosa – “LNAPL (*Light Non Aqueous Phase Liquids*)” - que são compostos com densidade menor que a água (como exemplo os hidrocarbonetos do petróleo: benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos) e líquidos densos na fase não aquosa – “DNAPL (*Dense Non Aqueous Phase Liquids*)” - compostos com densidades maiores que a da água (FORTE, 2007).

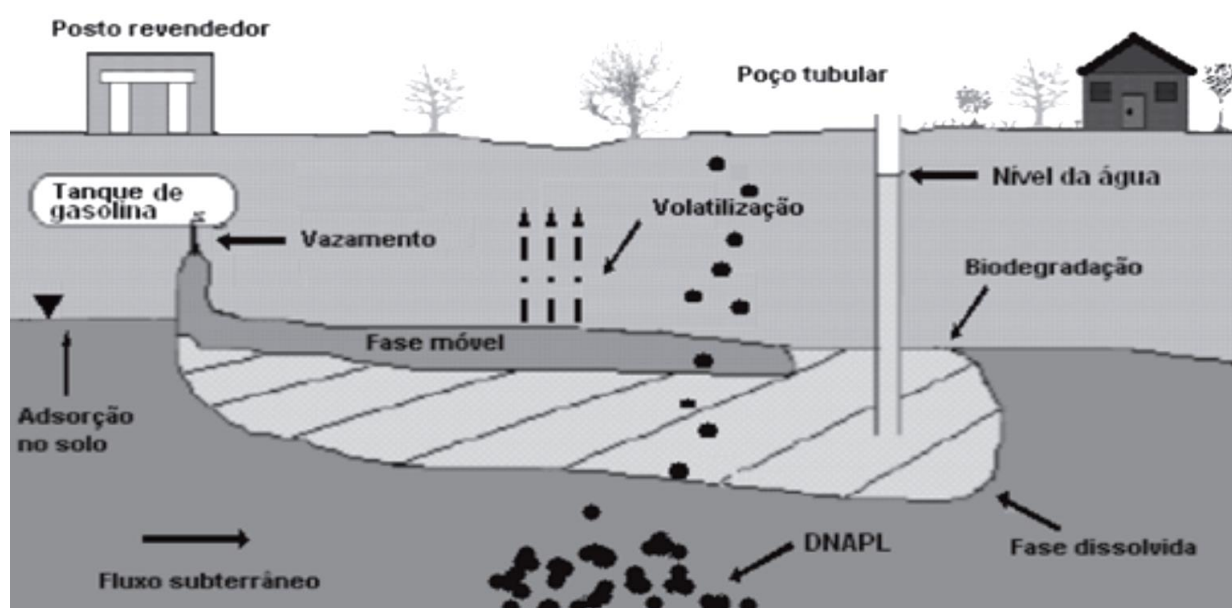


Figura 2. Contaminação de solo e água subterrânea.

Fonte: FORTE, 2007.

Várias propriedades podem influenciar a mobilidade e a retenção dos combustíveis líquidos no solo, entre elas a densidade, a viscosidade dinâmica, a solubilidade, a pressão de vapor e a taxa de biodegradação. O fluxo de água e o transporte de contaminantes desde a superfície do solo até o nível freático tende a ser um processo lento em muitos aquíferos. Isto significa que pode levar muito tempo antes que se detectem os efeitos da contaminação por um determinado composto (PUERARI, 2004).

Normalmente, um vazamento de combustível em um tanque de abastecimento promove diferentes fases de contaminação: livre (ou móvel), adsorvida, dissolvida, vaporizada e condensada (FORTE, 2007). Os contaminantes em subsuperfície se distribuem pelo meio (solo, água e vapores do solo) e podem existir em diferentes fases: aquosa, não aquosa e vapor (PUERARI, 2004).

Segundo Mariano (2006), uma pequena fração dos componentes da mistura se dissolve na água do lençol freático, uma segunda porção é retida nos espaços porosos do solo na sua forma líquida pura como saturação residual e outra parte dos contaminantes passíveis de evaporação dão origem à contaminação atmosférica.

Os principais fenômenos físicos que controlam a migração de compostos orgânicos no solo são: advecção – que é o mecanismo no qual os contaminantes seguem coincidentemente o fluxo subterrâneo; dispersão – mecanismo responsável pela diminuição de concentração dos contaminantes e, atenuação – que é a redução de contaminantes transportados pela advecção. A advecção e a dispersão irão transportar e espalhar, respectivamente, a pluma no meio poroso (FORTE, 2007).

Portanto, uma vez estabelecida a contaminação, esta poderá atuar em três níveis diferentes: solo, água subterrânea e atmosfera. Assim, a tarefa de avaliação da extensão, dinâmica, concentração das contaminações, análise de riscos e possíveis estratégias de remediação torna-se complexa. (REGINATTO, 2011).

3.2 A presença de álcool na gasolina

No caso da gasolina comercializada no território nacional, a presença de 25% etanol (Art. 1º, Resolução CIMA, nº37 de 27/06/2007) tem sido motivo de preocupação para os órgãos ambientais. Isto se deve a solubilidade do etanol em água que, pelo fenômeno de co-solvência, altera o comportamento da gasolina em termos de solubilidade, mobilidade e degradação podendo agir como uma ponte para a solubilização dos hidrocarbonetos mono aromáticos BTEX. Dessa forma a presença do álcool permitiria que, em casos de vazamento, o contaminante se alastrasse mais, atingido uma maior área de solo e, inclusive, que maiores concentrações alcançassem as águas subterrâneas (NIVEN, 2005; FORTE, 2007; FERREIRA, 2010).

O alcance da pluma de contaminação sob a zona de gasolina na fase livre pode chegar a distâncias consideráveis. Plumas contendo misturas de gasolina e álcool irão contaminar áreas maiores que plumas sem a presença de etano. O avanço das manchas poluidoras ser acelerado pela exploração do aquífero, na medida em que aumenta a velocidade do fluxo subterrâneo em direção às áreas onde está havendo a retirada de água (FORTE, 2007).

Portanto, no caso de ocorrerem acidentes seja por vazamentos de tanques de armazenamento de gasolina ou pelo seu transporte é imprescindível que sejam definidas estratégias para a remediação da área impactada, de modo a conter o contaminante e tentar reconstituir a condição natural da área afetada (FERREIRA, 2010).

Segundo NIVEN (2005) os vazamentos de gasolina apresentam grande importância, pois os hidrocarbonetos que compõem esse combustível provocam impactos graves ao meio ambiente e à saúde humana.

4. Resultados e Discussão

A partir dos dados obtidos (figura 3) foi observado um aumento com mais de 90 mil veículos ao longo dos últimos 5 anos em Maceió. Conforme discutido anteriormente, o aumento de veículos faz com que o consumo de combustíveis também cresça, aumentando assim os locais de oferta (postos de revenda) desses combustíveis conforme observado na Figura 4.

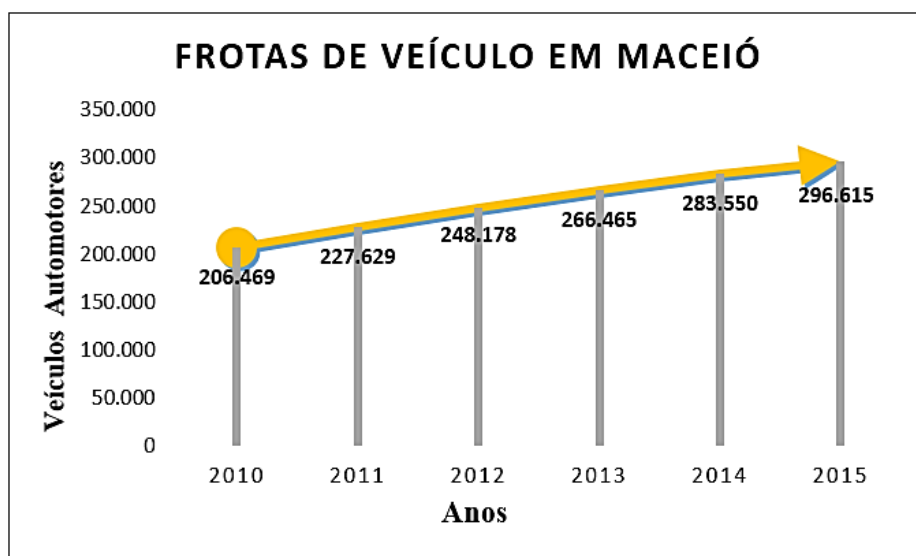


Figura 3. Frota de veículos automotores no período de 5 anos na cidade de Maceió
 Fonte: IBGE, 2015; DETRAN, 2015.

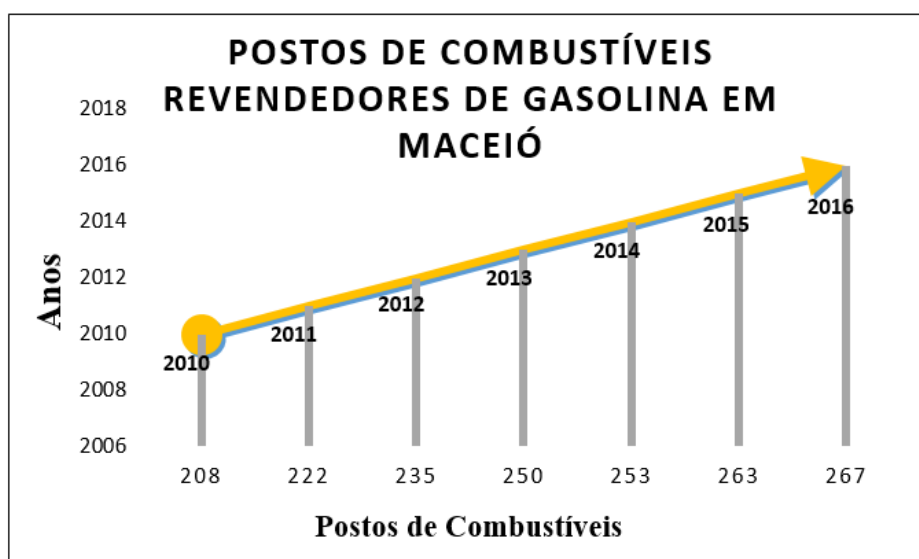


Figura 4. Aumento de postos de combustíveis revendedores de gasolina na cidade de Maceió – AL.

Fonte: IBGE, 2015; DETRAN, 2015.

O município de Maceió possui atualmente 267 postos de combustíveis revendedores de gasolina, cujos dados relativos a todos os postos foram obtidos junto ao, Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo do Estado de Alagoas – Sindicombustíveis – AL e junto à Agência Nacional de Petróleo – ANP, com base nos dados cadastrais das agências reguladoras foi possível estabelecer a idade e um perfil dos postos instalados na capital de alagoana.

A distribuição geográfica dos postos pelo município de Maceió ocorre de forma desigual, mas reflete o processo histórico de ocupação e desenvolvimento da cidade. A maior parte deles se concentram no hipercentro da capital, região mais antiga, caracterizada por maior densidade populacional, por haver uma maior concentração de veículos, consequentemente, um maior mercado consumidor e que abriga a maioria das atividades desenvolvidas na cidade. Os demais estão pulverizados pelas regiões mais recentes do município e ainda em processo de adensamento ilustrado na Figura 4.

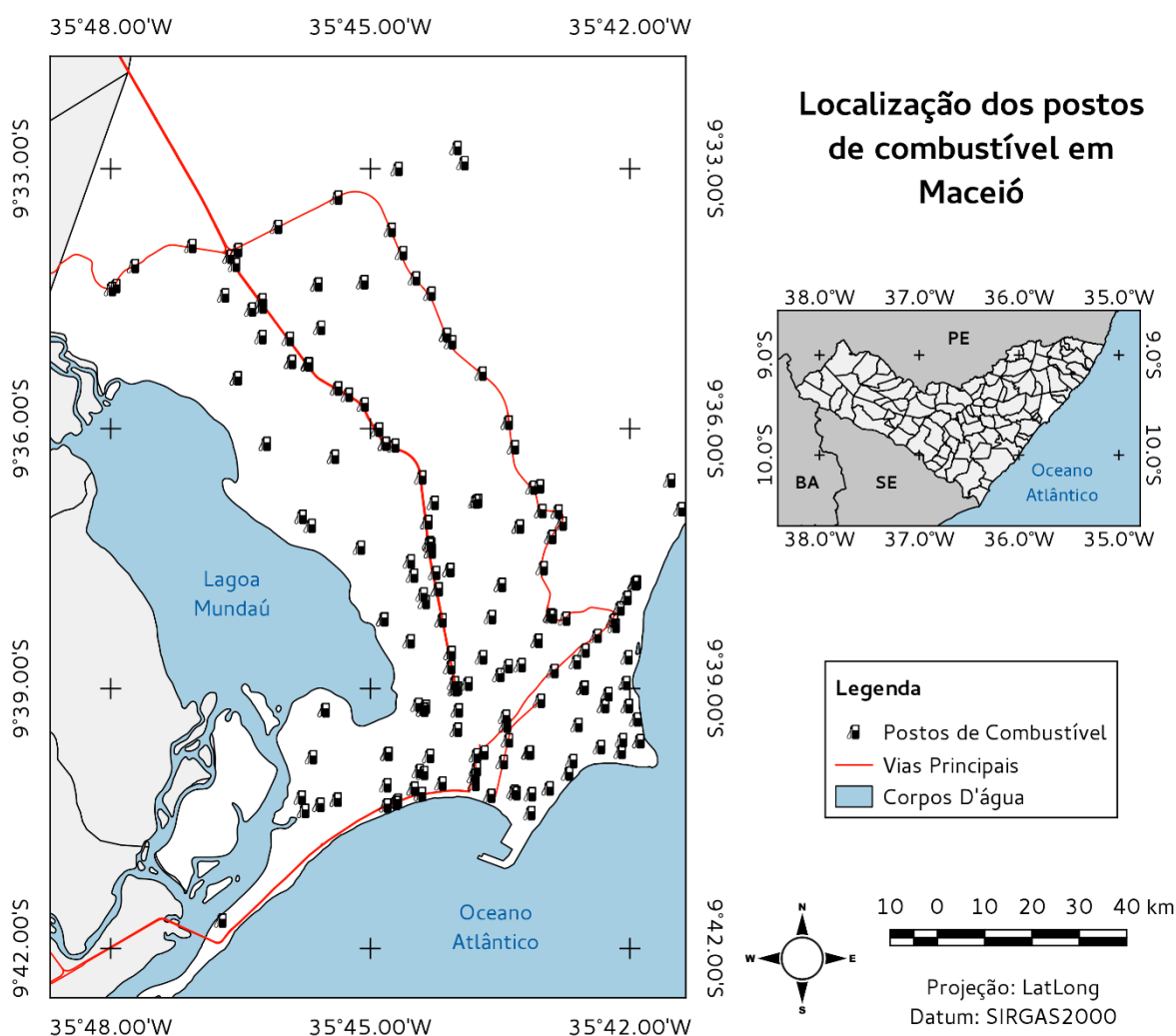


Figura 4: Distribuição geográfica dos 267 postos de combustíveis revendedores de gasolina, do município de Maceió – AL.

Fonte: AUTOR

Analisando os dados disponíveis pela ANP e juntamente com Sindicombustíveis-AL foi possível observar que entre os 267 postos de gasolina registrados 98 deles fazem partes da “Campanha Posto Nota 10” como demonstra na Figura 5. A campanha Posto Nota 10 foi iniciada em julho de 2002, sendo uma parceria do Sindicombustíveis – AL e da Secretaria

Executiva da Fazenda – SEFAZ e tem como objetivo fiscalizar o combustível fora dos padrões estabelecidos pela ANP e a sonegação fiscal no Estado. (SINDICOMBUSTÍVEIS – AL, 2016).

Mensalmente ocorre uma coleta de amostras para análise dos combustíveis – álcool, gasolina e diesel, respectivamente – sendo realizada duas vezes por mês. As amostras colhidas diretamente da “boca da bomba” são analisadas pela empresa alagoana, Qualitex. (SINDICOMBUSTÍVEIS-AL, 2002).

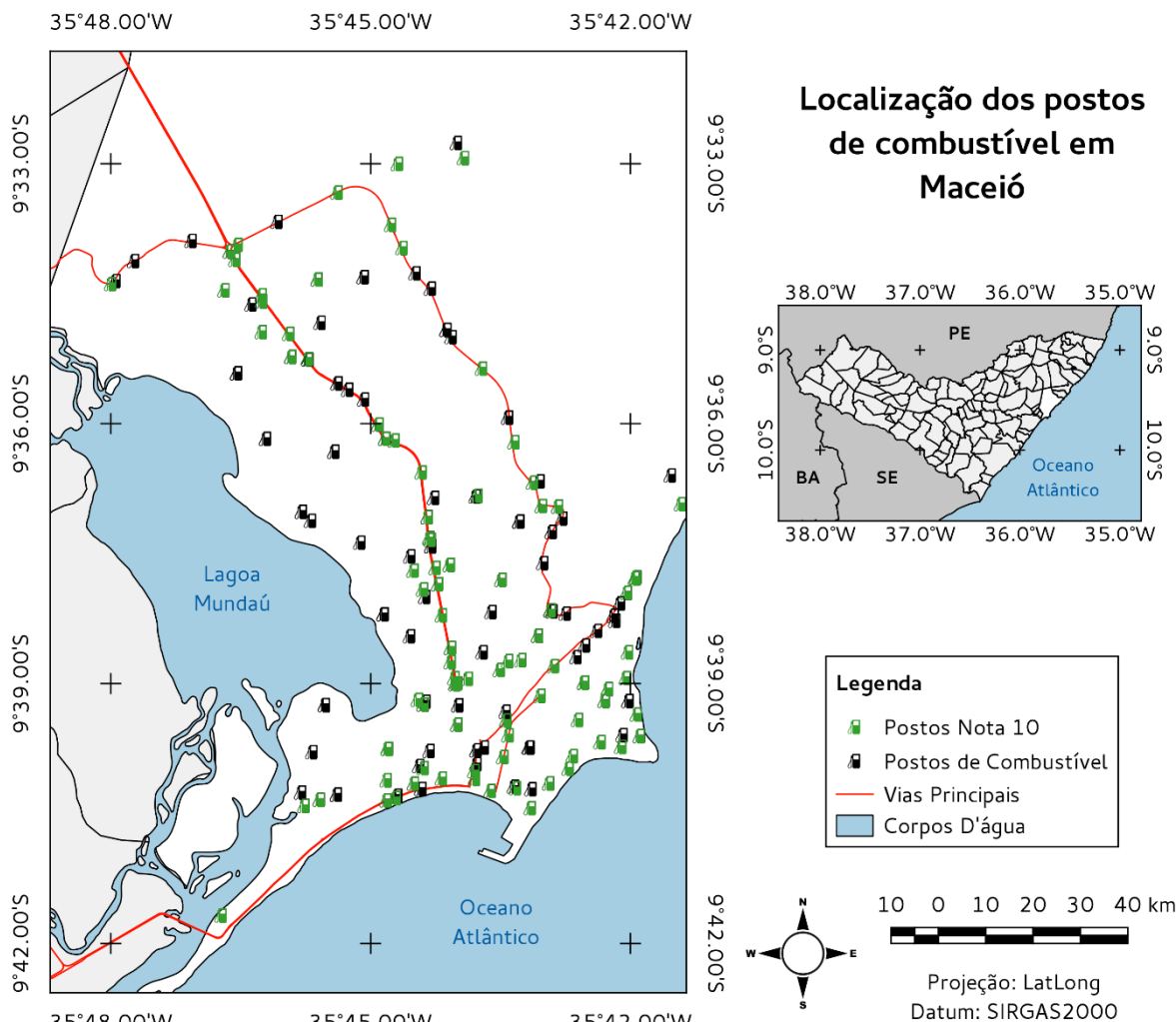


Figura 5: Distribuição geográfica dos 97 postos de combustíveis revendedores de gasolina participantes da “Campanha Posto Nota 10”, no município de Maceió – AL.

Fonte: AUTOR

Os postos que participam da campanha são identificados pelo consumidor, através do selo Posto Nota 10 (fixado nas bombas de combustível), faixas, banners, coletes e bonés (utilizados pelos frentistas). (SINDICOMBUSTÍVEIS-AL, 2002), passou a identificar o empresário que respeita a legislação e o consumidor e paga seus impostos. O selo na bomba logo se transformou numa marca de confiança e respeito e hoje inspira campanhas semelhantes em outros Estados, a exemplo de Sergipe e Paraíba.

Além dos acessórios colocados nos postos e utilizados pelos funcionários; peças como anúncios, outdoors, outbus, informativos e lista de postos conveniados a campanha, são veiculados semanalmente, nos meios de comunicação. As peças publicitárias alertam o consumidor a abastecer nos postos que possuem o selo. Pois neles, a qualidade do combustível e a arrecadação de impostos do setor são garantidas.

No conjunto dos 169 postos restantes, observou-se que em 6 deles não constam sua data de publicação no cadastrado documental disponível pela ANP. Há 31 postos com mais de 15 anos de existência (Figura 6), esses postos não participam da campanha posto nota 10. A norma ABNT NBR 15594-1:2015 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Posto revendedor de combustível veicular (serviços), que revisa a norma ABNT NBR 15594-1:2008, elaborada pelo Organismo de Normalização Setorial de Petróleo (ABNT/ONS-034), estabelece os procedimentos mínimos para uma operação segura e ambientalmente adequada para capacitação da equipe e elaboração do plano de operação do posto revendedor de combustíveis líquidos veiculares, no que se refere à operação de abastecimento de combustíveis líquidos.

- PARTE 1: Procedimento de operação;
- PARTE 2: Troca de óleo e lavagem;
- PARTE 3: Procedimento de manutenção;
- PARTE 4: Operação do sistema de armazenamento de combustíveis – SAAC/SASC;
- PARTE 5: Manutenção do sistema de armazenamento de combustíveis – SAAC/SASC;

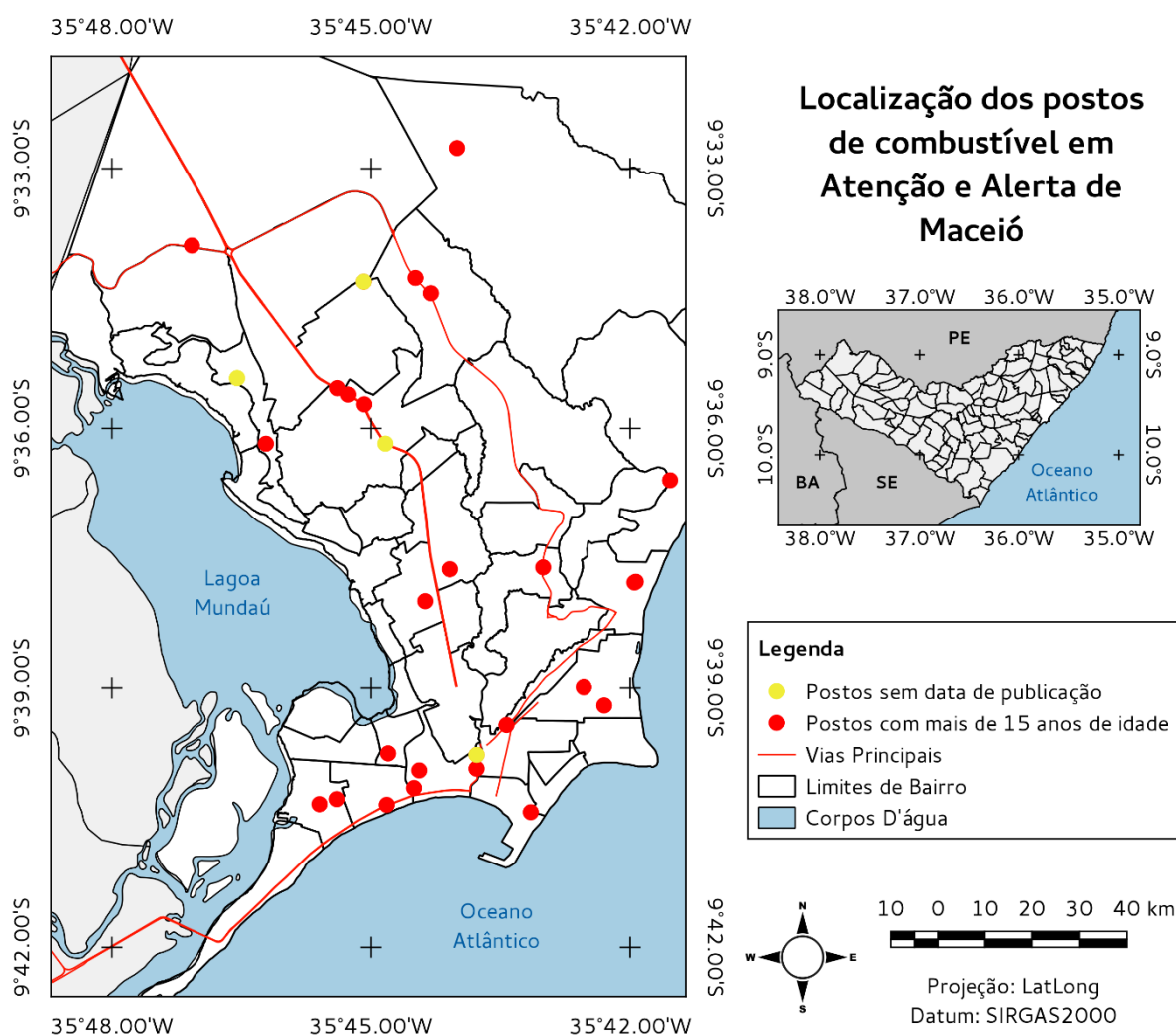


Figura 6: Distribuição dos 37 postos considerados potencialmente críticos no município de Maceió. (OLIVEIRA, 1999).

Fonte: Autor

Legislação pertinente

De acordo com a Resolução CONAMA nº 420, de 28 de Dezembro de 2009, dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo (valores de prevenção e valores de intervenção) quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de solos contaminados por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Os critérios contidos nesta resolução são similares aos critérios praticados atualmente nos países desenvolvidos, incorporando a avaliação de risco e o uso pretendido do solo (ARAÚJO-MOURA, 2015).

Ainda de acordo com ARAÚJO-MOURA, 2015, apenas os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro possuem legislação estadual referente ao gerenciamento de áreas contaminadas. São elas respectivamente: Lei nº 13.577, de 08 de Julho 2009; Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02, de 08 de setembro de 2010 e Resolução CONAMA nº 44 de 14 de Dezembro de 2012. Observou-se em seu trabalho que o Estado de Alagoas está entre os estados que não possui lei estadual sobre o assunto, nem tão pouco segue o padrão de prevenção e investigação elencados na Lei Nacional de gerenciamento de áreas contaminadas.

5. Conclusão

O crescimento econômico e consequentemente a melhoria na qualidade de vida das pessoas está diretamente relacionado com a mudança do seu padrão de consumo. Os dados anteriores comprovam que o município de Maceió está dentro desta perspectiva de crescimento econômico. O que até certo ponto é positivo. Porém do ponto de vista ambiental, esses avanços devem ocorrer em consonância com inovações nas ferramentas de prevenção e contaminação do solo, da água e do ar. Observou-se com essa pesquisa que o aumento da frota de veículos na cidade de Maceió está atrelado ao aumento do número de postos de revenda de combustíveis e que o não gerenciamento dos aspectos ambientais desta atividade econômica ou o seu gerenciamento precário pode afetar diretamente a qualidade do solo e das águas subterrâneas. Sendo esta a principal fonte de abastecimento público de água na região em estudo. Apesar do País já possuir arcabouço legal referente à contaminação do solo por agentes químicos, observamos que em Alagoas e consequentemente em Maceió esta Lei ainda não é aplicada. É preciso que o Estado desperte para importância da padronização das ações referente à prevenção, fiscalização e remediação das áreas passíveis e/ou contaminadas por derivados de petróleo. É preciso que a sociedade esteja ciente da importância dessas ações e das consequências quando não há atendimento a estas, ou estaremos fadados a ver nosso lençol subterrâneo contaminados com substâncias cancerígenas e depreciadoras do sistema nervoso central (SNC).

Agradecimentos

Agradeço a Deus, primeiramente por ser Bom e está sempre me proporcionando oportunidades de estar adquirindo conhecimentos na área;

A minha família que sempre me apoia independente dos momentos;

Ao Centro Universitário Tiradentes – UNIT pelo apoio na concessão da bolsa no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PROBIC);

Aos professores orientadores pela paciência em passar seus conhecimentos relacionados a área da pesquisa;

Em especial ao Engenheiro Agrimensor e Mestre em Meteorologia Engenheiro Lucas Barbosa Cavalcante por toda disponibilidade em ajudar com todo seu conhecimento e apoio;

As instituições: ANP, IBGE, DENATRAN, SEPLAG, SINDICOMBUSTÍVEIS – AL e CASAL por disponibilidade em seus dados.

Ao 4º Geo Alagoas pela oportunidade em dar publicidade ao produto de pesquisa da iniciação científica;

Enfim a todos que direta e indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste.

Referências Bibliográficas

ABNT. Rio de Janeiro. NBR 15594-1:2015 08/10/2015 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Posto revendedor de combustível veicular (serviços) - Parte 1: Procedimento de operação, que revisa a norma ABNT NBR 15594-1:2008. 2015.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: jul. 2016.

ARAËJO-MOURA, Antônia Angélica Correia. PANORAMA DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NO BRASIL APÓS A RESOLUÇÃO CONAMA 420/09: OUTLOOK OF CONTAMINATED SITE MANAGEMENT IN BRAZIL AFTER CONAMA 420/09 RESOLUTION. Águas Subterrâneas, São Paulo, Brasil, v. 29, n. 2, p.202-212, 26 jul. 2015. Anual.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução no 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Seção 1, 20p

BRASIL. Lei nº 9433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas do Estado de São Paulo. São Paulo: Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental da CETESB, 2013. 14p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: jul. 2016.

CASAL - Companhia de Saneamento de Alagoas – Municípios Abastecidos, Capital, 2016. Disponível em: <<http://casal.al.gov.br/capital/>>. Acesso em: jul. 2016.

CIMA - Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool nº 37, de 27 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial da União em 28 de junho de 2007. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: jul. 2016.

COSTA, Alisson Luiz da et al. Análise Espacial da Evolução do IDHM do Município de Maceió. Geoalagoas, Maceió - AL, v. 3, n. 1, p.58-65, 17 set. 2015. Anual.

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. Frota de veículos. 2015. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: jul. 2016.

FERREIRA, Douglas Guedes. Biorremediação de Solo Argiloso Contaminado com Gasolina Aditivada com Diferentes Teores de Eta. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

FORTE, Elcimar Juarez. Contaminação de aquífero por hidrocarbonetos: estudo de caso na Vila Tupi, Porto Velho – Rondônia: Hydrocarbon contamination in groundwater: the case of Tupi Village, Porto Velho-RO. Química Nova, São Paulo, Brasil, v. 30, n. 7, p.1539-1544, 30 jul. 2007.

GREGORCZYK, Giuliano; PICCIONI, Willian Julio. ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DA REMEDIAÇÃO POR SISTEMA EXTRAÇÃO MULTIFÁSICA EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS. 2011. 146 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Processos Ambientais – Daqbi, Curso Ii, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Ufpr, Curitiba, 2011.

GUEDES, Carmen Luisa Barbosa, et al. Tratamento de Solo Contaminado com Petróleo Utilizando Tensoativos e Peróxido de Hidrogênio. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 2, n. 31, p.87-100, dez. 2010.

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. Informações sobre o Banco de Dados Nacional sobre Áreas Contaminadas – BDNAC. Brasil. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areastematicas-qa/areas-contaminadas>>. Acesso em: jul. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2015. Maceió – AL: IBGE, 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=270430>> Acesso em: jul. 2016.

MARANHÃO, Denise; TEIXEIRA, Carlos André; TEIXEIRA, Tiago Marques Araújo. PROCEDIMENTOS DE INVESTIGAÇÃO E AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS, UTILIZANDO METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE RISCO: APLICAÇÃO DA ACBR EM ESTUDO DE CASO NA RMS. 2007. 121 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gerenciamento de Tecnologias Ambientais e Tecnologias, Universidade Federal da Bahia – Ufba, Salvador, 2007.

MARIANO, A. P.; ANGELIS, D. F.; BONOTTO, D. M.; PIRÔLLO, M. P. S.; CONTIERO, J. Biodegradability of commercial and weathered diesel oils. In: XXII interamerican congress of chemical engineering. Anais..., Buenos Aires, 2006.

MENEGHETTI, L. Biorremediação na descontaminação de um solo residual de basalto contaminado com óleo diesel e biodiesel. Dissertação (Mestrado em Engenharia: área de concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente). Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Universidade de Passo Fundo, Passo fundo, 2005.112p.

Niven, R.K. 2005. Etanol in Gasoline: Environmental Impacts and Sustainability Review Article. Renewable; Sustainable Energy Reviews, 9:535-555.

PUERARI, Edenise Mônica. VULNERABILIDADE DE AQÜÍFEROS À CONTAMINAÇÃO POR GASOLINA. Águas Subterrâneas, São Paulo, Brasil, v. 13, n. 1, p.1-10, 2004.

REGINATTO, Cleomar; COLLA, Luciane Maria; THOMÉ, Antônio. BIORREMEDIAÇÃO DE RESÍDUOS OLEOSOS EM SOLOS. Revista Ciatec-upf, [s.l.], v. 3, n. 2, p.19-31, 15 mar. 2012. Anual. UPF Editora. <http://dx.doi.org/10.5335/ciatec.v3i2.1908>.

SEPLAG - Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão E Patrimônio. Perfil Municipal: Maceió – AL, 2015. v.3, n.3. Disponível em: <http://dados.al.gov.br/dataset/perfil-municipal-2015/resource/a002d7bd-97b1-4375-a60e-08f3a455541c?inner_span=True>. Acesso em: jul. 2016.

SILVA, Florilda Vieira. AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR ATIVIDADE CEMITERIAL NA CIDADE DE MACEIÓ. 2012. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento – Ppgrhs, Centro de Tecnologia – Ctec, Universidade Federal de Alagoas – Ufal, Maceió, 2012.

SILVA, Wilson Francisco da. ANÁLISE DA VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS À CONTAMINAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ. 2013. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Al, 2013.

SINDICOMBUSTÍVEIS-AL – Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo do Estado de Alagoas. Postos Nota 10, 2002. <<http://www.sindicombustiveis-al.com.br/posto-nota-10/>>. Acesso em: jul. 2016

VAN HAMME, J.D.; SINGH, A.; WARD, O.P. Recent advances in petroleum microbiology. Microbiology Molecular Biology Reviews. v. 67, p. 503-549, 2003.

XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18. 2009, Campo Grande - MS. ANÁLISE DO CRESCIMENTO DA PERFURAÇÃO DE POÇOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ. Campo Grande - MS: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 17 p.