

VI-068 - ÁREAS CONTAMINADAS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS: UMA ABORDAGEM GERENCIAL

Francislainy Teles Almeida⁽¹⁾

Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, campus Goiânia.

Guilherme Matheus Coelho de Lemos⁽¹⁾

Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, campus Goiânia.

Alecrícia Barros Silva⁽¹⁾

Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, campus Goiânia.

Rosana Gonçalves Barros⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma. Mestre e Doutora em Agronomia. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, campus Goiânia.

Viniciu Fagundes Barbara⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente. Doutor em Ciências Ambientais. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, campus Goiânia, e Perito Ambiental do Ministério Público do Estado de Goiás.

Endereço⁽¹⁾: Rua 75, 46 - Centro - Goiânia - GO - CEP: 74055-110 - Brasil - Tel: (62) 3227-2700 - e-mail: francisteles@hotmail.com

RESUMO

Terrenos quimicamente degradados por derivados de petróleo constituem o maior número de áreas contaminadas no mundo. Apesar dos riscos ambientais e humanos potenciais associados aos hidrocarbonetos, pesquisas voltadas ao gerenciamento de passivos ambientais desencadeados por postos de combustíveis ainda são raras no Brasil. O presente trabalho foi desenvolvido no período de agosto/2017 a julho/2018, mediante a análise dos estudos ambientais constantes em 200 processos de licenciamento de postos de serviços existentes na Agência Municipal do Meio Ambiente de Goiânia, Goiás, Brasil. Cada estabelecimento foi enquadrado em uma das categorias de gerenciamento de áreas contaminadas estabelecidas pela Resolução nº 420/2009 do CONAMA. Do total, 22% dos empreendimentos foram classificados como Áreas Suspeitas de Contaminação, 11,5% como Áreas Contaminadas sob Investigação, 7,5% como Áreas Contaminadas sob Intervenção, 1,5% como Áreas em Processo de Monitoramento para Reabilitação e 57,5% como Áreas Livres de Contaminação. A espacialização dos resultados possibilitou identificar quatro aglomerados de áreas demandantes de ações gerenciais prioritárias por parte da municipalidade, dados os riscos de exposição ambiental e humana às substâncias químicas de interesse. Considerando a contínua expansão da rede de postos de combustíveis em Goiânia e nos demais núcleos urbanos do país, bem como os desafios de gestão ambiental associados aos passivos oriundos do setor, fica evidente a necessidade de aplicação de medidas gerenciais sistêmicas visando, acima de tudo, a reintegração ao tecido urbano dos terrenos impactados.

PALAVRAS-CHAVE: Passivos Ambientais, Hidrocarbonetos, Sustentabilidade Urbana.

INTRODUÇÃO

Áreas contaminadas, também denominadas de passivos ambientais, se constituem em terrenos alterados por substâncias químicas capazes de degradar matrizes como solo, águas superficiais e subterrâneas, ar e sedimentos, bem como de causar danos aos seres vivos (ISTRATE et al., 2018; SAM, COULON e PRPICH, 2017). Em diversos países são encontrados passivos ambientais de origem antrópica oriundos de disposições finais ambientalmente inadequadas de resíduos sólidos; áreas de manufatura e uso de agrotóxicos, curtumes, mineradoras, fábricas de baterias e indústrias em geral (BOCOS et al., 2015; RODRÍGUEZ et al., 2018). Apenas na Europa existem cerca de 2,5 milhões de áreas contaminadas atualmente, das quais aproximadamente 350.000 são consideradas de elevada periculosidade (VALENTYNE et al., 2018).

Ao serem introduzidos no ambiente e dependendo de suas características físico-químicas, os diferentes tipos de contaminantes perigosos utilizados rotineiramente nas atividades humanas tendem a ser transportados pelas correntes atmosféricas ou pelas águas superficiais e subterrâneas, podendo resultar em impactos ambientais de difícil mitigação (BALSEIRO-ROMERO, MONTERROSO e MACÍAS, 2016; BALKIS, AKSU e ERSAN, 2012). Hidrocarbonetos como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) se destacam neste contexto, pois além de apresentarem elevado potencial toxicológico, são demandados em altas quantidades pela sociedade, notadamente na forma de combustíveis (CAMENZULI e FREIDMAN, 2015; SINGH e CHANDRA, 2014; ZELINKOVA e WENZL, 2015).

Atualmente, a contaminação de águas subterrâneas por hidrocarbonetos advindos de vazamentos em Sistemas de Armazenamento Subterrâneos de Combustíveis (SASCs) de postos de serviços é uma das principais preocupações dos órgãos ambientais (ROSALES et al., 2014), pois o setor é responsável pelo surgimento do maior número de áreas contaminadas no Brasil (LOURENÇO, CARDOSO e MATHEUS, 2010). Apenas no Estado de São Paulo, estabelecimentos revendedores de combustíveis respondem por cerca de 75% dos passivos ambientais existentes (CETESB, 2018). Considerando que o país conta com cerca de 40.000 postos em operação, o potencial de contaminação se mostra elevado, demandando ações gerenciais específicas na busca pela sustentabilidade. Segundo Freire, Trannin e Simões (2014), o desenvolvimento de diagnósticos capazes de caracterizar adequadamente os riscos ambientais, sociais e econômicos associados às áreas contaminadas é fundamental, inclusive para fins de otimização dos recursos financeiros destinados às medidas de recuperação.

Um dos principais fatores agravantes da problemática das áreas contaminadas consiste no fato de que os atuais instrumentos regulatórios sobre o tema no país ainda são poucos e fragmentados. No caso dos postos de serviços, somente em 2000, com o advento da Resolução nº 273 (BRASIL, 2000), do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), passou a ser obrigatória a realização de investigações de passivos ambientais para fins de licenciamento. Posteriormente, a Resolução nº 420/2009, também do CONAMA, estabeleceu os critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e definiu as diretrizes mínimas para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas em decorrência de atividades antrópicas no território nacional, incluindo aquelas onde são manuseados hidrocarbonetos. A partir de então, os órgãos licenciadores precisaram estabelecer procedimentos específicos de gestão – embasados em medidas de identificação, diagnóstico e intervenção – das atividades humanas potencialmente desencadeadoras de passivos ambientais, notadamente de postos. Dessa forma, metodologias investigativas específicas foram desenvolvidas principalmente pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), instituição pioneira no gerenciamento de áreas contaminadas no país (ARAÚJO-MOURA e CAFFARO FILHO, 2015).

Para a garantia da qualidade ambiental e a prevenção de contaminações em terrenos ocupados por estabelecimentos potencialmente contaminadores, como os que comercializam combustíveis, a Resolução nº 273 do CONAMA estabeleceu a necessidade de serem implantados programas de monitoramento periódico da qualidade do solo e das águas subterrâneas, cujos resultados devem ser descritos em relatórios técnicos conclusivos apresentados a cada solicitação de renovação de licença ambiental ou antes do encerramento das atividades (BRASIL, 2009). Assim, o poder público passou a ter conhecimento prévio da existência dos *sites* contaminados por hidrocarbonetos e, conseqüentemente, a exigir a adoção das medidas de recuperação cabíveis. Entretanto, apesar da instituição dos citados marcos regulatórios e metodológicos iniciais, a grande maioria das informações oriundas dos diagnósticos ambientais investigativos desenvolvidos em postos de combustíveis ainda não necessariamente resultam em medidas eficientes de gerenciamento, até então incipientes no país (ARAÚJO-MOURA e CAFFARO FILHO, 2015).

Embora Goiânia seja uma capital com diversos problemas em termos de sustentabilidade, informações científicas que poderiam contribuir diretamente para o gerenciamento dos passivos ambientais oriundos do setor de combustíveis inexistem, resultando em medidas gerenciais ineficientes por parte do poder público. Portanto, o objetivo do presente estudo foi apresentar um panorama das áreas contaminadas por hidrocarbonetos originadas das instalações de postos de abastecimento localizados em Goiânia, Goiás, Brasil, para fins de gerenciamento prioritário.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em Goiânia, capital do Estado de Goiás, Brasil, situada na Mesorregião Centro-Goiano, limitada ao norte pelos municípios de Goianira, Nerópolis, Goianápolis e Santo Antônio de Goiás; por Aparecida de Goiânia e Abadia de Goiás ao sul; a leste, por Senador Canedo e Bonfinópolis, e Goianira e Trindade a oeste (Figura 1). Ocupando uma área de 728.841 km² e atualmente com 1.448.639 habitantes (IBGE, 2016), o município conta com clima tropical, temperatura média anual de 21,3°C e topografia predominantemente plana. A geologia local é formada por rochas metamórficas do Grupo Araxá, caracterizado por xistos e quartzitos, constituídos por quartzo, granada, feldspatos e turmalina e concentrações variáveis de micas (SGM, 2005).

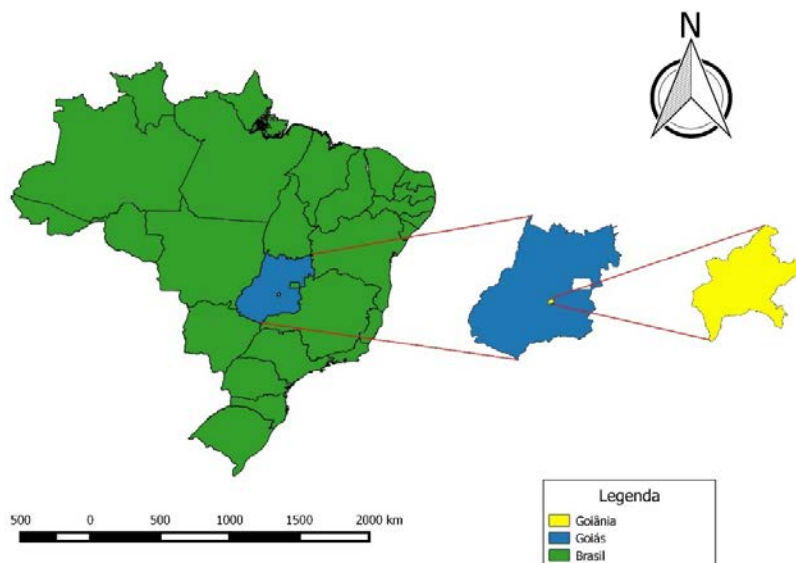


Figura 1: Localização do município de Goiânia em relação a Goiás e ao Brasil.

O trabalho contemplou a análise documental de 200 processos de licenciamento de postos de combustíveis existentes no arquivo físico do Departamento de Licenciamento Ambiental da Agência Municipal do Meio Ambiente de Goiânia (AMMA), consultados no período de agosto/2017 a julho/2018. A AMMA, criada pela Lei nº 8.537/2007 em substituição à Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA), é uma autarquia com autonomia administrativa, financeira e patrimonial cuja responsabilidade consiste em formular, implementar e coordenar a execução da Política Municipal do Meio Ambiente (PMMA).

Inicialmente, foram avaliadas as situações de validade da licença ambiental de cada empreendimento. Na sequência, os estudos técnicos mais recentes constantes nos processos pesquisados foram analisados, a saber: Relatório de Investigação de Passivo Ambiental Preliminar (RIPA Preliminar), Relatório de Investigação de Passivo Ambiental Confirmatória (RIPA Confirmatória), Relatório de Investigação de Passivo Ambiental Detalhada (RIPA Detalhada), Relatório de Análise de Risco (RAR) e Relatório de Monitoramento Preventivo (RMP). A Investigação de Passivo Ambiental Preliminar (IPA Preliminar) objetiva identificar a existência de indícios de contaminação ou de condições ambientalmente perigosas, tendo por base informações do histórico e das instalações do empreendimento, incluindo as fontes primárias e secundárias de contaminação, bem como medições de compostos orgânicos voláteis (COVs) em diferentes profundidades no solo. Se percebidos indícios da presença de derivados de petróleo na subsuperfície, os levantamentos devem seguir para a IPA Confirmatória, que busca comprovar a existência de hidrocarbonetos no solo e/ou nas águas subterrâneas acima dos valores máximos estabelecidos pela Resolução nº 420/2009 do CONAMA. Em caso afirmativo, parte-se para a realização da IPA Detalhada, que deve apresentar a delimitação integral das plumas visando o completo entendimento da dinâmica da contaminação, dos cenários específicos de uso e ocupação do solo, receptores de risco, caminhos de exposição e vias de ingresso, culminando com a definição do modelo conceitual do *site*. Na sequência, deve ser realizada a Análise de Risco, que implicará na elaboração do Plano de Intervenção (PI) ou, em inexistindo riscos significativos à saúde humana ou aos bens de relevante interesse ambiental a proteger, no Monitoramento Preventivo (CETESB, 2017).

De posse dos dados obtidos com os estudos anexados aos processos de licenciamento, realizou-se a classificação de cada empreendimento pesquisado em uma das cinco categorias de enquadramento de áreas contaminadas estabelecidas pela Resolução do nº 420/2009 do CONAMA (Tabela 1). Na sequência, com o auxílio do software ArcGis 10.2, foram elaborados mapas temáticos para espacialização das informações inventariadas, possibilitando a identificação das áreas prioritárias no tocante à necessidade de adoção de esforços gerenciais por parte do poder público.

Tabela 1: Categorias de enquadramento do CONAMA para fins de gerenciamento de áreas contaminadas.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
Área Suspeita de Contaminação (AS)	Aquela em que, após a realização de IPA Preliminar, foram identificados indícios da presença de contaminação ou identificadas condições que possam representar perigo.
Área Contaminada sob Investigação (AI)	Área onde comprovadamente foi constatada, mediante IPA Confirmatória, a concentração de substâncias no solo e/ou nas águas subterrâneas acima dos valores máximos permitidos pela Resolução nº 420/2009 do CONAMA.
Área Contaminada sob Intervenção (ACI)	Terreno onde foi constatada a presença de hidrocarbonetos em fase livre ou foi comprovada, após IPA Detalhada e Avaliação de Risco, a existência de risco à saúde humana e ao meio ambiente. Áreas em processo de remediação também foram enquadradas nesta categoria.
Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação (AMR)	Aquela onde o risco foi considerado tolerável após a devida execução de Avaliação de Risco.
Área Livre de Contaminação (ALC)	Aquela em que, após a IPA Preliminar, não foram observados quaisquer indícios de contaminação. Esta categoria foi estabelecida pelos autores, pois não consta dentre as definidas pelo CONAMA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 200 processos de licenciamento ambiental de postos de combustíveis de Goiânia demonstrou que 17 estabelecimentos (8,5% do total) eram novos e tiveram a primeira LO emitida; 95 (47,5%) solicitaram a renovação da LO em tempo hábil e aguardavam o deferimento da AMMA, 73 (36,5%) não possuíam LO válida por não tê-la solicitado dentro do prazo legal ou não terem suprido as pendências do respectivo processo de licenciamento, e 15 (7,5%) dispunham de licenças condicionadas (LO Condicionada) devido ao fato de estarem em processo de remediação ambiental.

A Lei Federal nº 6.938/1981 estabeleceu o licenciamento ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). De acordo com Gurgel Junior (2015), o setor de combustíveis passou a ser submetido ao licenciamento prévio devido ao elevado potencial poluidor das suas atividades, procedimento de vital importância para a proteção dos recursos naturais, pois representa a garantia de que as medidas mínimas de controle ambiental foram tomadas e que os riscos de degradação se encontram controlados. Contudo, Franceschi et al. (2012) esclarecem que embora o setor venha se adaptando às exigências ambientais, é fundamental que durante todo o tempo de existência da atividade os dispositivos de proteção sejam rigorosamente monitorados e submetidos às devidas manutenções, de forma a garantir sua máxima eficiência, sob risco de não serem capazes de evitar o surgimento de contaminações. Lourenço, Cardoso e Matheus (2010) destacam que a existência e o bom funcionamento dos sistemas de proteção ambiental devem ser comprovados no momento da obtenção/renovação da licença, pois considerando a elevada quantidade de hidrocarbonetos acumulados nas dependências dos postos, associada a possíveis vazamentos nos seus respectivos SASCs, contaminações podem surgir a qualquer momento.

Os números apresentados demonstram que a grande maioria dos estabelecimentos pesquisados (56%) são novos ou possuem licenças ambientais em vigor. Entretanto, 36,5% não dispõem de LOs válidas, resultando na elevação do risco de surgimento ou agravamento temporal de possíveis cenários de contaminação até então

desconhecidos do órgão licenciador. Para além da inconformidade de ordem legal, o fato em si também demonstra deficiência das ações de fiscalização preventiva por parte do poder público, indispensáveis à gestão de áreas contaminadas por hidrocarbonetos. No trabalho desenvolvido pelo MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (2016), por exemplo, após vistorias realizadas nos 110 postos de combustíveis em funcionamento em Natal (RN) com o objetivo de inspecionar instalações e checar a validade das licenças ambientais, foi constatado que 109 apresentavam algum tipo de vazamento, realidade que se não descoberta mediante fiscalização preventiva, certamente teria resultado na intensificação dos passivos ambientais. Em postos de abastecimento, Neto (2012) esclarece que hidrocarbonetos podem se originar de derramamentos acidentais durante as operações de descarga, danos nos SASCs propriamente ditos e erros operacionais. Complementarmente, Dias (2012) destaca que tanques costumam apresentar vida útil média de vinte anos, dada a propensão estatística de ocorrência de problemas de estanqueidade, o que tem movimentado o setor a paulatinamente substituir unidades armazenadoras simples por outras de parede dupla e dotadas de monitoramento intersticial.

Ainda em se tratando dos dados sobre as licenças ambientais obtidos, o estudo demonstrou que 7,5% dos estabelecimentos pesquisados contavam com LOs Condicionadas, ou seja, estavam submetidos a processos de remediação ambiental. Embora esta figura de licença inexista na Resolução nº 237/1997 do CONAMA, segundo Monteiro (2010), apesar de a resolução se constituir em um ato normativo norteador da atuação dos órgãos ambientais quanto à adoção de procedimentos para o licenciamento ambiental, não impede que Estados e municípios de instituírem diretrizes próprias. O mesmo autor complementa que a maneira como o poder público realiza o controle das atividades potencialmente degradadoras do meio ambiente pode ser desenvolvida por meio de diversos mecanismos abrangidos pelo grande gênero licenciamento, desde que, contudo, guardem compatibilidade com as diretrizes gerais expedidas pela Política Nacional de Meio Ambiente.

A Tabela 2 apresenta os resultados do enquadramento dos postos de serviços de acordo com as categorias de gerenciamento de áreas contaminadas. Por sua vez, a Figura 2 apresenta a distribuição espacial dos estabelecimentos no município de Goiânia por categoria de enquadramento. Verifica-se que a maior parte dos sites analisados (57,5%) se encontrava livre de contaminações no momento de realização dos estudos analisados. Todavia, o número de Áreas Suspeitas de Contaminação (22%), constituídas por terrenos cuja realidade ambiental ainda é desconhecida por parte do poder público, foi expressivo. As Áreas Contaminadas sob Investigação, onde comprovadamente foi constatada a presença de hidrocarbonetos no solo e/ou nas águas subterrâneas acima dos valores máximos estabelecidos pelo CONAMA, representaram 11,5% do total, enquanto 7,5% dos estabelecimentos foram enquadrados como Áreas Contaminadas sob Intervenção, formadas por glebas onde há comprovação da existência de riscos à saúde humana associados aos hidrocarbonetos, em processo de remediação ou com presença de contaminação do tipo fase livre, fonte potencial de degradação contínua das coleções hídricas subterrâneas. Áreas em Processo de Monitoramento para Reabilitação, onde o risco foi considerado tolerável após a devida execução de Avaliação de Risco, somaram 1,5% do total.

Tabela 2: Resultado dos enquadramentos das áreas pesquisadas.

CATEGORIA DE ENQUADRAMENTO	QUANTIDADE (un.)
Área Suspeita de Contaminação	44
Área Contaminada sob Investigação	23
Área Contaminada sob Intervenção	15
Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação	3
Área Livre de Contaminação	115

Segundo Angelis, Bonotto e Mariano (2017) e Valentine et al. (2018), a configuração de cenários de contaminação por hidrocarbonetos e seus graus de complexidade ambiental associados variam em função de uma série de fatores não controlados, como tipo de solo, declividade, clima, profundidade do nível piezométrico, sentido de escoamento das águas subterrâneas e taxas de biodegradação, difusão e de dispersão das plumas. Contudo, mesmo quando o *site* apresenta concentrações de BTEX em baixas concentrações, é possível que os organismos expostos venham a desenvolver enfermidades graves. Souza, Verssoni-Penna e Oliveira (2014) destacam que o tolueno, etilbenzeno e xilenos apresentam toxicidade sistêmica de baixa a moderada, podendo comprometer o sistema nervoso central, além de serem embriotóxicos e fetotóxicos. O benzeno, reconhecidamente o mais tóxico, é cancerígeno, mutagênico e pode promover o surgimento de

processos de toxicidade hematopoiética. Como exemplo, cita-se o recente estudo desenvolvido por Ugochukwu et al. (2018), que pesquisaram os riscos à saúde de bovinos expostos a hidrocarbonetos em um pântano de Obuaki, Nigéria, comprovaram riscos significativos para o gado exposto.

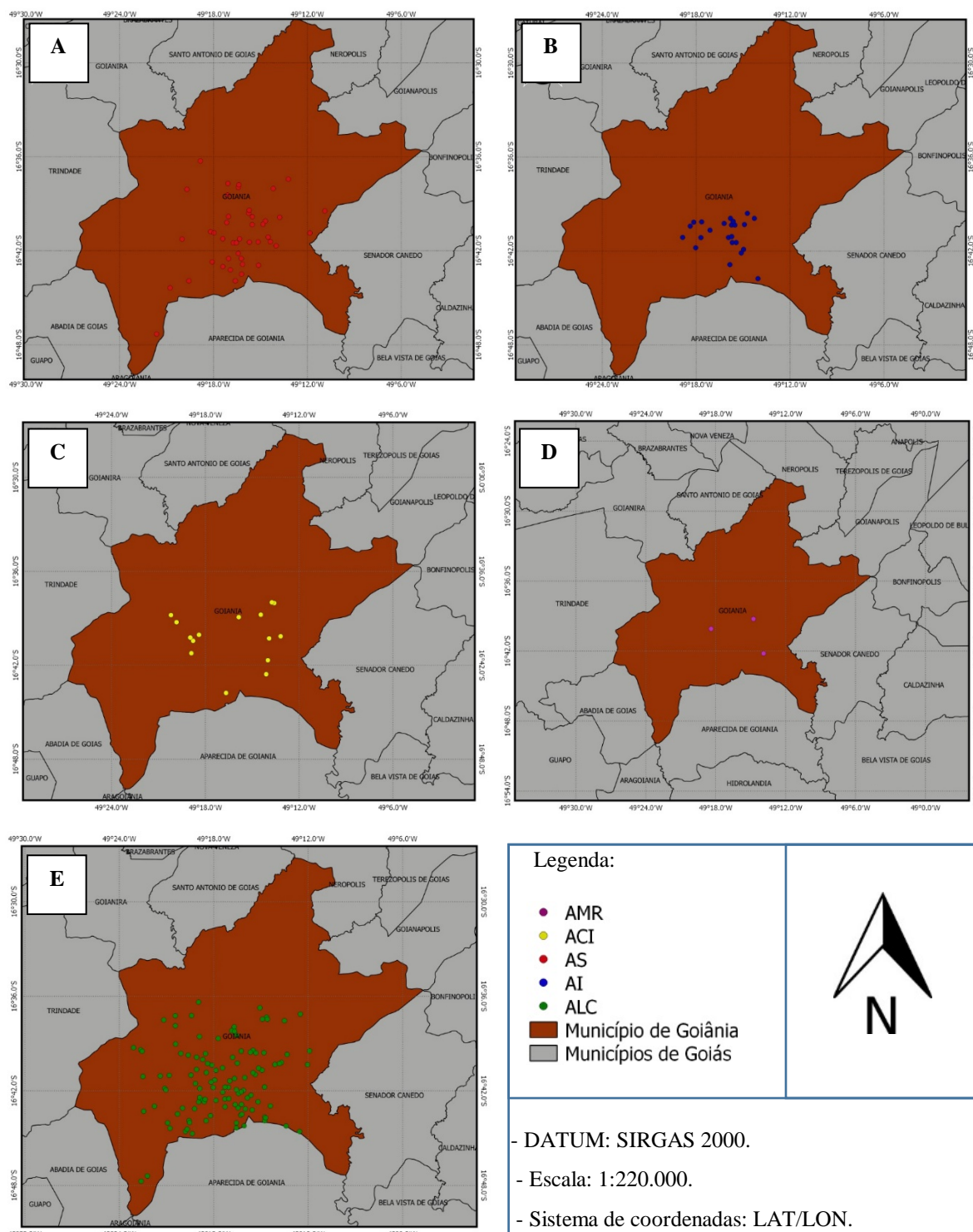


Figura 2: Áreas a) Suspeitas de Contaminação; b) Contaminadas sob Investigação; c) Contaminadas sob Intervenção; d) Em Processo de Monitoramento para Reabilitação e e) Livres de Contaminação.

De acordo com Monaco et al. (2015) e Yuan et al. (2014), à medida que as áreas contaminadas apresentam maior complexidade devido ao comprometimento de mais de um recurso natural, ou que as plumas alcançam distâncias e receptores de risco localizados além dos limites físicos dos estabelecimentos geradores dos passivos ambientais, a situação gerencial tende a se tornar mais desafiadora, dificultando a atuação do poder público no sentido de atribuir as responsabilidades administrativas aos responsáveis. Silva et al. (2002), ao estudarem a contaminação provocada por um posto de combustível situado em Itaguaí (Rio de Janeiro), constataram que dois anos após a ocorrência de um grande vazamento, em cerca de 20% das residências localizadas nas imediações do *site* foram detectadas concentrações de benzeno 100 vezes mais elevadas que o valor máximo permitido para as coleções hídricas subterrâneas. De acordo com o estudo desenvolvido por Cortês et al. (2011), uma área de aproximadamente 180 mil m² localizada no bairro de Vila Carioca, cidade de São Paulo, foi contaminada com benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos, desencadeando sérios problemas ambientais e sociais. Naturalmente, a complexidade ambiental se mostra aumentada quando ocorre o uso intencional ou desavisado de áreas contaminadas por combustíveis para fins habitacionais, resultando em maior exposição humana (ITE et al., 2018). Um dos principais fatores capazes de acelerar e ampliar o alcance subterrâneo de plumas de hidrocarbonetos é a presença de etanol na gasolina, cuja concentração de pelo menos 10% já é capaz de alterar significativamente sua solubilidade; no caso da gasolina brasileira, a composição de etanol é em torno de 25% (LIMA et al., 2017; VASCONCELOS et al., 2014).

Além dos desafios gerenciais associados aos diferentes graus de complexidade dos passivos ambientais causados por postos, o número de áreas contaminadas oriundas do setor no Brasil tem se elevado nos últimos anos, dado o crescente aumento do uso de combustíveis. Apenas em São Paulo, por exemplo, haviam 255 terrenos cadastrados com problemas de contaminação por hidrocarbonetos em maio/2002, enquanto que em 2010 esse número subiu para 2922, um aumento de mais de 1100% (CETESB, 2010). Segundo Moraes, Teixeira e Maximiano (2014), de 2004 a 2007, o Ministério da Saúde (MS) desenvolveu um estudo de análise de aproximadamente 700 áreas contaminadas no país, sendo que das 128 existentes na Região Sudeste, a maioria foi desencadeada por postos de serviços.

Goiânia, por se tratar de uma capital cada vez mais urbanizada e com número crescente de estabelecimentos comercializadores de combustíveis, também tende a apresentar elevação temporal do número de áreas contaminadas por hidrocarbonetos, inclusive porque, conforme descrito anteriormente, 36,5% dos estabelecimentos analisados no presente estudo não possuem licença ambiental válida, podendo apresentar quadros de contaminação ainda desconhecidos da municipalidade.

Para melhor visualização da realidade de Goiânia frente às áreas contaminadas por hidrocarbonetos oriundos de postos de combustíveis identificadas no presente estudo, elaborou-se a Figura 3, onde é apresentada a sobreposição de todas as categorias classificatórias. Verifica-se que quatro grandes bacias de risco formadas por terrenos localizados na parte central do município, denominadas de Áreas 1, 2, 3 e 4, demonstram ser prioritárias para a adoção de medidas de gerenciamento por parte do poder público local, pois possuem aglomerados de empreendimentos classificados como Áreas Contaminadas sob Intervenção, Áreas Contaminadas sob Investigação e Áreas Suspeitas de Contaminação. Especialmente na Área 1, a região mais central da cidade, compreendida por bairros como Centro, Castelo Branco, Sol Nascente, Jardim Guanabara, Cidade Jardim, Rodoviário e Aeroviário, o poder público municipal necessitará empreender esforços fiscalizatórios e de monitoramento no sentido de gerenciar os passivos ambientais detectados. As demais áreas – 1, 2 e 3 – são constituídas de bairros mais populares, onde o uso das águas subterrâneas por parte da população é mais intenso, especialmente a de baixa renda, situação resultante na elevação dos riscos associados à exposição aos combustíveis, principalmente de ingestão e de contato dermal, e em maior necessidade de adoção de medidas gerenciais preventivas e corretivas por parte do poder público municipal.

Internacionalmente, o gerenciamento de áreas contaminadas vem sendo conduzido por gestores públicos municipais, conhecedores da realidade local. De acordo com Sousa (2001), à medida que os governos se tornam mais conscientes dos tipos de custos e riscos que devem compartilhar para efetivamente resolverem o problema, as políticas e programas de gerenciamento de passivos ambientais estão convergindo em estilo e conteúdo na Europa e Canadá, com clara valorização da gestão local. Situação semelhante foi observada por Luo, Catney e Lerner (2009) ao desenvolverem um estudo comparativo dos programas de gerenciamento de áreas contaminadas da China e do Reino Unido, tendo concluído que as providências adotadas devem estar focadas nos sites problemáticos, sendo necessário o desenvolvimento de abordagens técnicas baseadas no risco

e de um sistema integrado de gestão que inclua incentivos financeiros e o uso do controle de planejamento como estratégia de gestão, a ser protagonizada pela municipalidade.

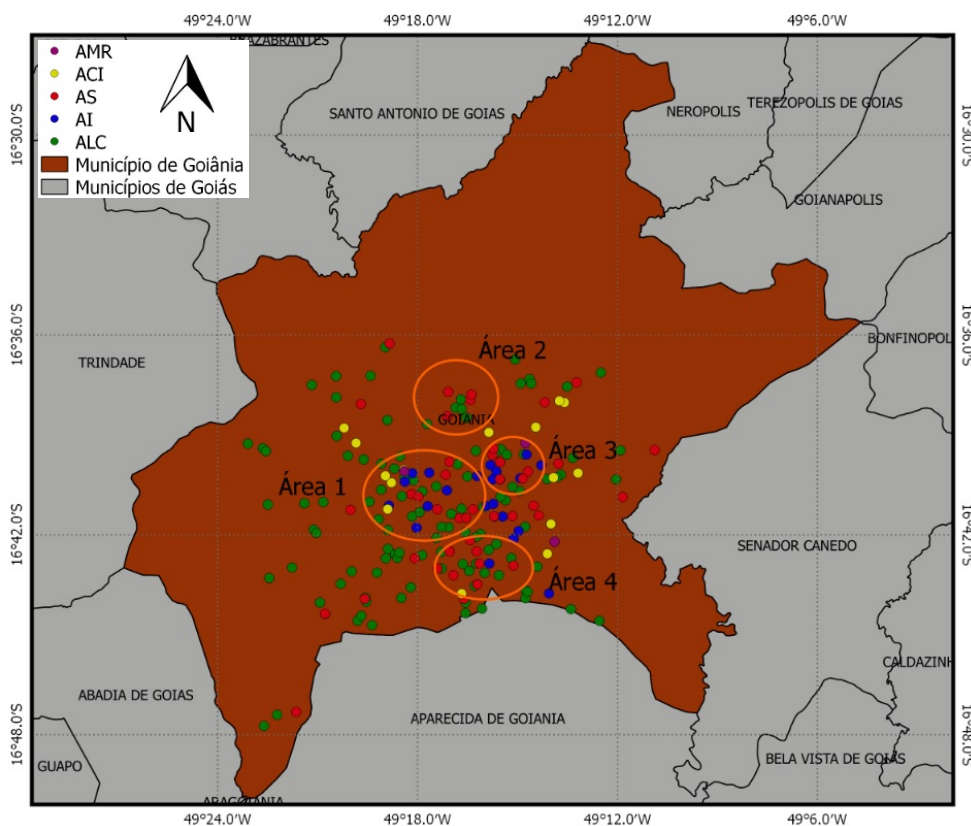


Figura 3: Sobreposição das áreas classificadas em uma das cinco categorias estabelecidas e identificação das regiões demandantes de ações prioritárias de gerenciamento de áreas contaminadas.

Ao pesquisarem cenários de contaminação por hidrocarbonetos clorados em baixas concentrações na cidade alemã Stuttgart, altamente industrializada e com mais de 500 áreas oficialmente declaradas como contaminadas, Vasin et al. (2016) concluíram que as práticas aplicadas de gestão ambiental e medidas para mitigação de fontes de poluição não foram suficientes e tiveram que ser ajustadas, dada a complexidade do caso, sendo necessário o acompanhamento da efetividade de futuras medidas por parte do poder público local. Tarafdar e Sinha (2018), ao estudarem locais de deposição de lodo de refinaria de petróleo na Índia, comprovaram que as populações que vivem nas proximidades dos locais contaminados por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs) estavam sujeitas a maior risco de desenvolvimento de câncer, cabendo ao governo local a tomada de ações imediatas de gerenciamento. Complementarmente, Oughton et al. (2004) defendem que as estratégias de recuperação de áreas contaminadas precisam considerar uma ampla gama de diferentes questões para garantir a sustentabilidade a longo prazo, não devendo abrir mão da viabilidade, capacidade e efeitos ambientais negativos, bem como de fatores sociais como percepção pública de risco, comunicação de informação e a necessidade de diálogo e consulta com as comunidades afetadas.

Nacionalmente, ainda há uma carência de políticas públicas disciplinadoras das responsabilidades de cada ente na gestão propriamente dita de passivos ambientais oriundos do setor de combustíveis. Em algumas unidades Federativas, o licenciamento e, conseqüentemente, o gerenciamento de áreas contaminadas por postos é prerrogativa apenas do Estado, enquanto que em Goiás o Governo vem estimulando a descentralização do licenciamento, conferindo esta responsabilidade aos municípios, majoritariamente despreparados estrutural e tecnicamente frente às especificidades técnicas afetas ao licenciamento de empreendimentos dessa natureza. O resultado, naturalmente, é o agravamento de cenários de contaminação, gerenciados de maneira inadequada ou, muitas vezes, simplesmente negligenciado pelo poder público local. Sánchez (2001) esclarece que o gerenciamento de passivos ambientais deve passar não somente pela identificação propriamente dita das áreas

contaminadas, mas principalmente pela geração de informações para subsidiar as decisões do poder público. Nesse sentido, CETESB (2018) alerta que toda área contaminada deve ser gerenciada de forma sistêmica, por intermédio da adoção de medidas embasadas em procedimentos e ações para eliminar o perigo ou reduzir o risco à saúde humana e ao meio ambiente, bem como aos demais bens a proteger, mediante a execução de procedimentos para reabilitação que possibilitem o uso declarado ou futuro da área, observando, obviamente, o planejamento de uso e ocupação do solo. Por sua vez, Colonese (2010) afirma ser fundamental que as medidas adotadas estejam embasadas em ações que assegurem o conhecimento do perfil do solo afetado e os impactos antrópicos desencadeados na zona insaturada e saturada do solo, proporcionando a geração das informações mínimas necessárias à intervenção correta no âmbito gerencial. Do contrário, os terrenos degradados poderão atuar como fontes dinâmicas de contaminação secundária que, inclusive, tenderão a ultrapassar os limites da área afetada, podendo atingir outros recursos naturais e humanos.

Considerando a responsabilidade da gestão pública local na regulação do uso e ocupação do solo, é fundamental que Goiânia e os demais municípios brasileiros incorporem em suas agendas ambientais a questão dos passivos ambientais, como já vem ocorrendo há alguns anos na cidade de São Paulo, cuja Prefeitura instituiu o Decreto Municipal nº 42.319/2002, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos relativos ao gerenciamento de áreas contaminadas no município, bem como incluiu um parágrafo específico sobre o tema no Plano Diretor Estratégico Municipal (GÜNTHER, 2006).

A falta de políticas públicas específicas e o não estabelecimento de limites máximos das substâncias químicas de interesse para o solo pelos Estados exigido pela resolução nº 420/2009 do CONAMA são agravantes que demonstram a incipiência do gerenciamento de passivos ambientais no Brasil, vez que a maior parte dos gestores públicos sequer conhecem a real dimensão do problema em seus respectivos territórios. Araújo-Moura e Caffaro Filho (2015) destacam que somente os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais divulgam relações periódicas das áreas contaminadas identificadas em seus respectivos territórios, prática que apesar de básica, ainda não se encontra implementada em Goiás e nas demais Unidades da Federação. Finalmente, o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema é indispensável para que ocorram avanços gerenciais no país.

CONCLUSÕES

Embora águas subterrâneas e solos contaminados por hidrocarbonetos apresentem elevado potencial de degradação do meio natural e de toxicidade aos seres vivos, são um problema ambiental ainda pouco estudado no Brasil.

O presente estudo, inédito, objetivou apresentar um panorama das áreas contaminadas por hidrocarbonetos oriundos de postos de serviços localizados em Goiânia, Goiás, Brasil, de forma a contribuir para o avanço das ações gerenciais associadas ao tema. Especificamente, os resultados obtidos com as análises dos processos de licenciamento possibilitaram a identificação de quatro aglomerados de áreas contaminadas por hidrocarbonetos demandantes de atenção prioritária do poder público local em termos de gestão ambiental preventiva e corretiva. Esta, por sua vez, deverá ser realizada pela municipalidade com base em mecanismos de fiscalização, responsabilização, instrumentos de controle para recuperação e medidas de acompanhamento dos recursos humanos e ambientais atingidos ou expostos. Naturalmente, para que se consiga alcançar resultados gerenciais satisfatórios, o envolvimento de outros atores sociais, como o setor privado e a sociedade civil, é indispensável.

Considerando a contínua expansão da rede de postos de combustíveis nas cidades associada aos desafios de gestão dos passivos ambientais gerados pelo setor, fica clara a crescente necessidade de aplicação de medidas gerenciais sistêmicas locais voltadas à proteção dos recursos naturais e humanos expostos, bem como à reintegração dos terrenos impactados ao tecido urbano na maior proximidade possível das suas condições originais. Portanto, o tema necessita ser considerado como componente prioritário na busca pela sustentabilidade municipal, devendo, inclusive, figurar em políticas públicas preventivas e corretivas específicas, até então inexistentes em praticamente todo o território nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGELIS, D. F.; BONOTTO, D. M.; MARIANO, A. P. Monitoramento de indicadores geoquímicos e avaliação de biodegradação em área contaminada com óleo diesel. *Revista Engenharia Ambiental e Sanitária*. v. 12. p. 296-304, 2017.
2. ARAÚJO-MOURA, A. A. C.; CAFFARO FILHO, R. A. Panorama do gerenciamento de áreas contaminadas no Brasil após a Resolução CONAMA 420/09. *Águas Subterrâneas*. v. 29. 202-212, 2015.
3. BALKIS, N.; AKSU, A.; ERSAN, M. Petroleum hydrocarbon contamination of the Southern Black Sea Self, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*. v. 19. n. 2. p. 592-599, 2012.
4. BALSEIRO-ROMERO, M.; MONTERROSO, C.; MACÍAS, F. Characterization and fingerprinting of soil and groundwater contamination sources around a fuel distribution station in Galicia (NW Spain). *Environmental Monitoring and Assessment*. v. 188. n. 5, 2016.
5. BOCOS, E.; FERNANDEZ-COSTAS, C.; PAZOS, M.; SANROMAN, A. M. Removal of PAHs and pesticides from polluted soils by enhanced electrokinetic-Fenton treatment. *Chemosphere*. v. 125. p. 168-174, 2015.
6. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 273, de 2000. Brasília, DF. Nov, 2000.
7. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 420, de 2009. Brasília, DF. Dez, 2009.
8. CAMENZULI, D.; FREIDMAN, B. L. On-site and in situ remediation technologies applicable to petroleum hydrocarbon contaminated sites in the Antarctic and Arctic. *Polar Research*. v. 34. p. 1-19, 2015.
9. COLONESE, B. L. Aplicação do modelo SCBR no gerenciamento de áreas contaminadas: Estudo de caso: Terminal de petróleo de São Sebastião. Tese (Mestrado) – Centro Tecnológico – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis: UFSC, 2010.
10. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Áreas Contaminadas. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas>. Acesso em 10/03/2018.
11. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Decisão de Diretoria nº 038/2017/C, de 07 de fevereiro de 2017. São Paulo, SP: CETESB, 2017.
12. CORTÊS, P. L.; FILHO, A. P. A.; RUIZ, M. S.; TEIXEIRA, C. E. A deposição de resíduos industriais organoclorados no litoral do Estado de São Paulo: um estudo de caso. *Revista de Administração e Inovação*. v. 8. p. 131-163, 2011.
13. DIAS, G. M. Adequação ambiental dos postos de combustíveis de Natal e recuperação da área degradada. Natal, RN: MPRN, 2012.
14. FRANCESCHI, F. R.; COSTA, V. M.; LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; ROSSATO, M. V. Restritividade da legislação ambiental em postos de combustíveis. *Monografias Ambientais*. v. 9. p. 2062-2071, 2012.
15. FREIRE, P. A. C.; TRANNIN, I. C. B.; SIMÕES, S. J. Bombeamento e tratamento da fase livre em aquífero litorâneo. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*. v. 19. n. 4. p. 461-470, 2014.
16. GÜNTHER, W. M. R. Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana. *São Paulo em Perspectiva*. v. 20. n. 2. p. 105-117, 2006.
17. GURGEL JUNIOR, F. J. Licenciamento ambiental: discutindo conceitos. *Acta Scientiae et Technicae*. v. 2. n. 2, 2015.
18. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Perfil dos municípios brasileiros. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2016.
19. ISTRATE, I. A.; COCÂRȚĂ, D. M.; WU, Z.; STOIAN, M. A. Minimizing the health risks from hydrocarbon contaminated soils by using Electric Field-Based Treatment for soil remediation. *Sustainability*. n. 10. p.1-13, 2018.
20. ITE, A. E.; HARRY, T. A.; OBADIMU, C. O.; ASUAIKO, E. R.; INIM, I. J. Petroleum hydrocarbons contamination of surface water and groundwater in the Niger Delta Region of Nigeria. *Journal of Environment Pollution and Human Health*. v. 6. n. 2. p. 51-61, 2018.
21. LIMA, S. D.; OLIVEIRA, A. F.; GOLIN, R.; CAIXETA, D. S.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B. Gerenciamento de áreas contaminadas por postos de combustíveis em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. *Revista Ambiente & Água*. v. 12. n. 2. p. 300-315, 2017.
22. LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; ROSSATO, M. V.; GODOY, L. P. Gestão de recursos hídricos em postos de combustíveis. *Diálogos & Ciência*. v. 9. p. 01-11, 2011.

23. LOURENÇO, E. S. O.; CARDOSO, D. L.; MATHEUS, F. H. Ação dos meios reativos peróxido de hidrogênio e carvão ativado na remediação de solos contaminados por BTEX. *Revista Engenharia Agrícola*. v. 30. p. 130-137, 2010.
24. LUO, Q.; CATNEY, P.; LERNER, D. Risk-based management of contaminated land in the UK: lessons for China? *Journal of Environmental Management*. v. 90. n. 2. P. 112-125, 2009.
25. MILARÉ, E. Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco. São Paulo, SP: Revista dos Tribunais, 2015.
26. MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – MPRN. Adequação ambiental de postos de combustíveis de Natal e recuperação da área degradada. Natal, RN: MPRN, 2016.
27. MONACO, D.; RICCIO, A.; CHIANESE, E.; ADAMO, P.; ROSA, S.; FAGNANO, M. *Environmental Science and Pollution Research*. v. 22. n. 19. p. 14993-15003, 2015.
28. MONTEIRO, D. M. Os procedimentos do licenciamento ambiental. Boletim Científico da Escola Superior do ministério Público da União. Brasília, DF: Escola Superior do Ministério Público – ESMP, 2010.
29. MORAES, S. L.; TEIXEIRA, C. E.; MAXIMIANO, A. M. S. Guia de elaboração de planos de intervenção para o gerenciamento de áreas contaminadas. São Paulo, SP: IPT, 2014.
30. NETO, J. C. T. Estudo do potencial poluidor da atividade de revenda de combustíveis líquidos na cidade de Natal (RN): justificativas para a implantação da rotulagem ambiental (Selo Verde). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Natal, RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.
31. OUGHTON, D.; FORSBERG, E.; BAY, I.; KAISER, M.; HOWARD, B. An ethical dimension to sustainable restoration and long-term management of contaminated areas. *Journal of Environmental Radioactivity*. v. 74. n. 1. p. 171-183, 2004.
32. RODRÍGUEZ, C.; IGLESIAS, K.; BÍCEGO, M. C.; TANIGUCHI, S. Hydrocarbons in soil and meltwater stream sediments near Artigas Antarctic Research Station: origin, sources and levels. *Antarctic Science*. v. 30. n. 3: 170-182, 2018.
33. ROSALES, R. M.; MARTÍNEZ-PAGÁN, P.; FAZ, A.; BECH, J. Study of subsoil in former petrol stations in SE of Spain: physicochemical characterization and hydrocarbon contamination assessment. *Journal of Geochemical Exploration*. v. 147. p. 306-320, 2014.
34. SAM, K.; COULON, F.; PRPICH, G. Management of petroleum hydrocarbon contaminated sites in Nigeria: current challenges and future direction. *Land Use Policy*. v. 64: 133-144, 2017.
35. SÁNCHEZ, L. E. Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos Industriais. São Paulo, SP: USP, 2001.
36. SILVA, R. L. B.; BARRA, C. M.; MONTEIRO, T. C. N.; BRILHANTE, O. M. Estudo da contaminação de poços rasos por combustíveis orgânicos e possíveis consequências para a saúde pública no município de Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*. v. 18. p. 1599-1607, 2002.
37. SINGH, K.; CHANDRA, S. Treatment of petroleum hydrocarbon polluted environment through bioremediation: a review. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. v. 17. n. 1. 1-8, 2014.
38. SOUSA, C. Contaminated sites: the Canadian situation in an international context. *Journal of Environmental Management*. v. 62. n. 2. p. 131-154, 2001.
39. SOUZA, E. C.; VESSONI-PENNA, T. C.; OLIVEIRA, R. P. S. Biosurfactant-enhanced systems contaminated with petroleum hydrocarbons and ethanol. *Water Research*. v. 32. p. 654-660, 2014.
40. SUPERINTENDÊNCIA DE GEOLOGIA E MINERAÇÃO DE GOIÁS – SGM. Mapa geológico: relatório final. Goiânia, GO: Secretaria da Indústria e Comércio, 2005.
41. TARAFDAR, A.; SINHA, A. Public health risk assessment with bioaccessibility considerations for soil PAHs at oil refinery vicinity areas in India. *Science of the Total Environment*. v. 616-617. p. 1477-1484, 2018.
42. UGOCHUKWU, U. C.; OCHONOGOR, A.; JIDERE, C. M.; AGU, C.; NKOLOAGU, F.; EWOH, J.; OKWU-DELUNZU, V. U. Exposure risk to polycyclic aromatic hydrocarbons by humans and livestock (cattle) due to hydrocarbon spill from petroleum products in Niger-delta wetland. *Environment International*. v. 115. p. 38-47, 2018.
43. VALENTYNE, A.; CRAWFORD, K.; COOK, T.; MATHEWSON, P. D. Polycyclic aromatic hydrocarbon contamination and source profiling in watersheds serving three small Wisconsin, USA cities. *Science of the Total Environment*. v. 627. p. 1453-1463, 2018.
44. VASCONCELOS, B. D.; SANTOS, M. L. L. M.; VILELA, M. M. O. P.; CARVALHO, T. D.; FONSECA, F. L. A.; SILVA, O. R.; JUNQUEIRA, V. B. C.; AZZALIS, L. A.; SOLDÁ, P. L. Áreas contaminadas por postos de combustível e medidas de remediação no município de São Bernardo do Campo. *Revista Saúde e Meio Ambiente*. v. 3. p. 73-83, 2014.

45. VASIN, S.; ACHIM, C.; ULRICHM L.; HERMANN JOSEF, K. A groundwater management plan for Stuttgart. Science of the Total Environment. v. 563-564. p. 704-712, 2016.
46. YUAN, S.; LI, K.; CHEN, T.; BI, X.; WANG, Q. Y. Soil contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons at natural recreational areas in Delaware, USA. Environmental Earth Sciences. v. 72. n. 2. p. 387-398. 2014.
47. ZELINKOVA, Z.; WENZL, T. The occurrence of 16 EPA PAHs in food – a review. Polycyc Aromat Compd. v. 35. p. 248-284, 2015.