



**XVIII ENANPUR**  
NATAL 2019  
27 a 31 maio

## **Georreferenciamento como ferramenta para o planejamento urbano e regional: Delimitação e requalificação de áreas contaminadas**

### **Autores:**

Leonardo Ferreira da Silva - UNINOVE - [leonardo.silva57@fatec.sp.gov.br](mailto:leonardo.silva57@fatec.sp.gov.br)

Andreza Portella Ribeiro - UNINOVE - [andrezp@gmail.com](mailto:andrezp@gmail.com)

Amauri Luiz Ferrador - UNINOVE - [amaurivp@gmail.com](mailto:amaurivp@gmail.com)

Danilo Aparecido Rodrigues - UNINOVE - [danilo@geosurv.com.br](mailto:danilo@geosurv.com.br)

### **Resumo:**

Este estudo, pautado em conceitos de território e territorialidade, teve como objetivo principal indicar possibilidades do uso de novas tecnologias para o gerenciamento de áreas contaminadas (GAC) por postos de combustível, como a modelagem geoestatística. Para tanto, o artigo apresenta uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, fundamentada em protocolos de GAC, adotados no Brasil, EUA e Europa. Neste caso, foram utilizados dados secundários, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, sobre contaminação química e sua influência sobre os compartimentos ambientais na cidade de São Paulo. A partir da localização geográfica dos postos contaminados, foram delimitadas áreas que estão sob forte influência das fontes emissoras; ou seja, apresentam alto potencial de danos aos ecossistemas naturais e, conseqüentemente, oferecem riscos ao bem-estar e à saúde pública.

# **Georreferenciamento como ferramenta para o planejamento urbano e regional**

## **Delimitação e requalificação de áreas contaminadas**

### **INTRODUÇÃO**

O modo de vida do ser humano em sociedades contemporâneas requer constante manutenção de determinadas atividades para viabilizar a realização de ações como trabalho, estudo, lazer, saúde e outras atividades necessárias à vida. Esse modo de vida exerce forte pressão sobre os recursos naturais, com diferentes consequências, tanto em países desenvolvidos quanto em países emergentes e subdesenvolvidos. Os países desenvolvidos possuem um padrão de consumo que demandam dos países emergentes e subdesenvolvidos tensões sobre o meio ambiente por diversos motivos, seja pela exagerada extração de matérias primas, ou pelos impactos causados aos compartimentos ambientais por meio da implantação de indústrias e outras atividades que promovem nocivos impactos ambientais, pois nestes locais a mão de obra é barata e a legislação é ineficiente em relação aos aspectos ambientais (MOTTA e AGUIAR, 2009).

Aliada a essa característica de formação social, há outros fatores influenciadores na construção de opinião e comportamento populacional, bem como na constituição do território habitado, principalmente nas camadas mais jovens. De modo que a comunidade mundial, globalizada, conectada à internet, com acesso a informações instantâneas e com capacidade de produzir outras informações, enfrenta uma mudança de paradigma sobre a percepção de cada indivíduo sobre sua origem e permanência, independentemente de influências culturais ou por pressões de determinado grupos sociais (JACOBI, 2002).

Ainda sob tal perspectiva, alguns autores afirmam que os grupos sociais também são influenciados pelo desenvolvimento tecnológico globalizado. Assim, ocorrem transformações nas opções de consumo e no modo de agir, muitas vezes devido às relações desenvolvidas com meio social (escola, trabalho, lazer), ou por influência dos meios de comunicação (televisão, rádio e redes sociais). Estes fatores, atuando de modo sistêmico, causam alterações significativas no padrão de consumo e, conseqüentemente, aumento da pressão sobre os recursos naturais (ANGELIDOU, 2014; BEAL, 2007).

A produção de bens de consumo e a distribuição de mercadorias demandam alto consumo de energia e exercem pressão no setor de transportes, gerando a necessidade de maior eficiência da cadeia produtiva. Esse tipo de configuração de sociedade causa muitos impactos ambientais negativos, sobretudo porque, no Brasil e em outras sociedades emergentes, ainda há dependência de combustíveis fósseis, o que por sua vez, apresenta um potencial risco de contaminação ambiental, seja por acidentes, seja por falha de

equipamentos e falta de controle adequado (AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, 2017; CARDOSO, LODI e BARROS, 2017).

Diante dessa constatação, a comunidade mundial, a partir dos anos [19]60s, por meio da mobilização de ativistas, cientistas e sociedade civil, passou a exigir de governos e instituições uma postura de compromisso com a sustentabilidade, ou seja, adotar determinadas ações com o objetivo de atingir um padrão de vida digno, que leve em consideração os aspectos sociocultural, econômico e ambiental, de modo a atender as demandas da população atual, sem comprometer as gerações futuras. Essas exigências foram convalidadas por meio de diversos marcos científicos produzidos ao longo da História (MOTTA e AGUIAR, 2009).

Conceitualmente, a sustentabilidade está fundamentada em três dimensões justapostas: a econômica, a sociocultural e a ambiental. Entretanto, para que efetivamente seja possível falar em sustentabilidade, entre as dimensões econômica e sociocultural deve-se privilegiar a interconexão social, econômica e ambiental. Deve-se também promover a ecoeficiência; além de se verificar a justiça social entre as dimensões ambiental e sociocultural. Essas sobreposições configuram o *Triple Bottom Line*, conceito consolidado pela necessidade de providências quanto ao modo de vida baseado no consumismo sem limites (ALMEIDA, NAGUENAUER e MELLO, 2000; CARNEIRO e BONDAROSKY, 2015; MOTTA e AGUIAR, 2009).

Algumas cidades privilegiadas como São Paulo e outras poucas capitais no território brasileiro encontram-se em patamares de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) satisfatórios. Ademais, uma análise mais profunda do IDH, ou seja, levando em considerações aspectos multifatoriais e dando atenção para as realidades locais, é possível verificar que dentro de uma cidade como São Paulo há muitas diferenças, muitas iniquidades nesses índices ao analisarmos as peculiaridades de cada região ou bairro (Junior e Gusmão, 2003).

O Brasil está dividido em 5 regiões administrativas e as estatísticas socioeconômicas, culturais, demográficas entre outras, são realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ao confrontar os dados de Renda per capita, IDH, Saneamento, Infraestrutura Urbana, Educação, Saúde, Mortalidade infantil e Violência, é possível verificar que quanto mais afastados dos grandes centros urbanos, piores ficam esses indicadores. Nos grandes centros urbanos também há problemas com relação à infraestrutura básica. Assim, com um estudo mais criterioso e sistêmico desses parâmetros; talvez, seja possível afirmar que mesmo as cidades com elevados índices de IDH apresentam problemas de saneamento, transportes e moradia, fruto de uma urbanização desordenada e de diferenças sociais e má distribuição de renda (IBGE, 2018).

Este trabalho buscou fazer uma relação entre a importância do gerenciamento de áreas contaminadas em território urbano e suas implicações com a disponibilidade de tecnologia e recursos (financeiros e humanos), usando como referência a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CESTESB) e suas boas práticas para fiscalização e gerenciamento de áreas contaminadas, em especial, para as atividades dos postos de combustíveis.

Como objeto de estudo, foram selecionados quatro postos de combustíveis com confirmação de contaminação segundo o relatório da CETESB de dezembro de 2017, no qual constam, razão social, localização geográfica, data da notificação e um breve histórico de acompanhamento de cada caso, informando as devidas etapas e procedimentos de remediação. Contudo, a escolha destes postos de combustível se deu, pelo fato de estarem próximos ente si, configurando assim, aumento do potencial de contaminação.

A partir deste estudo, fica nítido que em um país de dimensões continentais como o Brasil, com variedade de clima, cultura, temperatura e diversidade de comportamentos sociais, diferenças e injustiças sociais, esses aspectos devem ser levados em consideração para a gestão de problemas ambientais. A falta de recursos humanos e financeiros ainda é uma barreira para um gerenciamento ambiental eficaz. Nesse sentido, a tecnologia pode ser uma aliada para pesquisadores, gestores e agentes políticos comprometidos com o desenvolvimento sustentável (CARNEIRO e BONDAROSKY, 2015; TAYLOR e GRINLINTON, 2011).

O estudo também apresenta um levantamento de outras agências ambientais e suas atividades quanto a esse tipo de contaminação. Neste caso, foi realizada uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa entre as agências ambientais das 5 regiões brasileiras e suas práticas quanto à fiscalização e ao gerenciamento de áreas contaminadas por postos de combustíveis (VERGARA, 1998; COOPER e SCHINDLER, 2004).

## TERRITORIALIDADE E IDENTIDADE URBANA

A delimitação espacial de uma área sob o domínio de determinado grupo, seja de pessoas, animais ou de instituições, caracteriza o conceito de território. Entretanto, em Ciências Sociais, território é usado para elucidar as relações entre espaço e poder estabelecidos entre Estados, sobretudo entre Estados Nacionais, no sentido de apresentar como são construídos ambiente intangíveis, que por sua vez irão consubstanciar comportamento, políticas e relacionamentos sociais com impactos culturais e econômicos (ALBAGLI, 2004).

A ocupação do território pressupõe laços de raízes entre indivíduos e sua história de vida, conferindo uma identidade que, por sua vez, está ligada ao espaço físico, contemplando a natureza, o meio antrópico e a paisagem (SOUZA, 2000). No contexto brasileiro, o desenvolvimento das cidades foi impulsionado por diversos interesses econômicos. Nesse cenário, o Governo possui influência significativa, pois determina as diretrizes pelas quais se dão as relações no território (CARNEIRO e BONDAROSKY, 2015; SANTOS, 2002).

Determinadas atividades, quando exercidas sem levar em consideração as diretrizes norteadoras das relações de território citadas por CARNEIRO e BONDAROSKY, (2015), podem causar danos ao meio ambiente e impactar negativamente o modo de vida de outros indivíduos, principalmente em regiões de periferia urbana, locais com carência de ação do

poder público em diversos setores como educação, saúde, lazer, segurança pública, infraestrutura, entre outros.

O crescimento da população urbana mundial é motivo de preocupação para gestores públicos e pesquisadores de temas relacionados às cidades e à Sustentabilidade, pois o adensamento populacional em áreas metropolitanas significa aumento da pressão de impactos ambientais, direta e indiretamente, seja pelas atividades desenvolvidas localmente, seja pela demanda de serviços exercidos em outros locais para atender às necessidades de consumo da população urbana (ALBAGLI, 2004). Aliado ao crescimento urbano em regiões metropolitanas, observa-se a relevância de áreas rurais que podem exercer dupla função na relação de territorialidade, como produtora de alimentos ou como área estratégica de preservação ambiental (SOUZA *et al.*, 2013).

Essas relações entre as pessoas que habitam territórios circunvizinhos geradas pelo crescimento de áreas urbanas trazem à luz outras questões para a discussão acadêmica e administrativa como, por exemplo, o patrimônio cultural de comunidades tradicionais, ou seja, a ocupação do território estabelecida por gerações em determinadas regiões. Tais relações, implicitamente, podem refletir em aspectos ambientais e socioeconômicos, que por sua vez, precisam ser levadas em consideração diante de qualquer proposta, seja de pesquisa ou de intervenção (LOPES, 2013).

Uma vez entendido que as atividades sociais ocorrem no território, há de se levar em consideração os aspectos sociais do Brasil com relação à desigualdade e à má distribuição de renda. As atividades são impulsionadas pelo interesse financeiro e, conseqüentemente, vão reproduzir essas desigualdades. Importante ser observado como essas relações são alteradas de acordo com o crescimento de cada região, e como esses fatores: sensação de pertencimento, comunidades tradicionais, patrimônio cultural e ambiental e o desenvolvimento humano se equacionam sempre com vistas a atingir um ambiente equilibrado (BOKEN *et al.*, 2014).

Atividades antrópicas são potencialmente um risco ao meio ambiente, no sentido de que podem produzir contaminações e prejuízos socioambientais durante o processo de implantação e durante a vida útil de cada empreendimento e/ou exercício de uma atividade. Entretanto, isso não deve ser impedimento para o desenvolvimento regional, uma vez que há mecanismo e técnicas que permitem o crescimento de atividades baseadas em sustentabilidade, ou seja, respeitando aspectos ambientais, sociais e econômicos (BULKELEY e BETSILL, 2005).

Associando os conceitos de territorialidade ao objeto de estudo deste trabalho, foi delimitada uma área de aproximadamente quatro quilômetros quadrados entre as coordenadas SAD69 zona 23s, UTM\_E 339300 UTM\_N 7395300 e UTM\_E 342000 UTM\_N 7396200, no municípios de São Paulo, bairro Tatuapé, uma região exclusivamente urbana, com atividades intensas de comércio, serviços e moradia.

## ASPECTOS CONCEITUAIS DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Historicamente, o desenvolvimento das cidades promove o aumento do potencial de contaminação do meio ambiente, sobretudo a contaminação do solo. Essa potencialidade foi acelerada pelo desenvolvimento urbano principalmente a partir do século XIX na Europa, com o surgimento da industrialização. O modo de vida nas cidades provocou aumento da procura por pessoas nascidas em áreas rurais, como possibilidades de melhores oportunidades de trabalho, estudo e lazer. Esse novo modo de vida, urbano, proporcionou desenvolvimento econômico, entretanto gerou consequências ambientais. Os resíduos produzidos pela industrialização, comércio e residências, passaram a ser descartados sem nenhum critério ou controle, o que propiciou o surgimento de doenças, proliferação de pragas e, conseqüentemente, prejuízos ambientais (CROZERA, 2001).

A partir dos anos 1970 a sociedade, principalmente em países desenvolvidos, começou a perceber as implicações acerca do modo de vida baseado em consumo que as grandes cidades impunham, vindo a reconhecer o alto grau de toxicidade de muitas substâncias utilizadas nos processos industriais e para diversos outros fins. Os efeitos adversos de muitos anos de degradação ambiental começaram a ser observados com maior atenção quando casos graves de contaminação começaram a despertar a mídia e a opinião pública para os problemas de saúde da população afetada (CROZERA, 2001).

Esses fatos culminaram em grandes pressões por parte da sociedade sobre as autoridades públicas para que providências fossem tomadas. Os incidentes graves de contaminação serviram para alertar as autoridades sobre a necessidade de serem elaboradas medidas que evitassem a contaminação dos compartimentos ambientais. Tais medidas também dariam suporte à tomada de decisões com relação ao planejamento das cidades (SPÍNOLA, 2011).

A revisão bibliográfica conduziu as leituras de trabalhos produzidos pelas agências de outros países que exercem o GAC há mais tempo que o Brasil. Dentre estas agências destacamos a dos Estados Unidos, a *United States Environmental Protection Agency (USEPA)*, a alemã *Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)* derivada da *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)* e a Agência Europeia do Ambiente (AEA), entidades com possuem *Know-how* em Gerenciamento de áreas Contaminadas, contando com publicações, estudos de caso, dados estatísticos e divulgação de métodos relacionados a procedimentos em relação a acidentes ambientais com potencial risco de contaminação (DESAUTEL e LANGLOIS, 2016; MAGALHÃES, 2000).

Os EUA possuem um expressivo mercado de GAC já consolidado. O sistema norte americano, com seus procedimentos, normas e condições de atuação, é definido em cada estado, por suas agências ambientais locais. No entanto, as exigências para a prestação de contas são padronizadas em todos os estados americanos sob a égide da agência ambiental federal USEPA. Essa atuação é crescente, indicando um mercado promissor impulsionando o desenvolvimento de novas leis e condições impostas aos diversos atores envolvidos (SALINAS, 2016).



Como medida preventiva para garantia de recursos, o sistema norte americano conta com o *Superfund*, um fundo financeiro específico para a atuação em áreas contaminadas, principalmente para os casos de áreas órfãs. Áreas que possuem risco ou confirmação de contaminação, porém não se podendo afirmar a efetiva responsabilidade. Esse fundo foi aprovado pelo congresso norte americano em 1980 e taxa as empresas que trabalham com produtos conhecidamente poluidores, pelas atividades que exercem, tais como indústrias petrolíferas e químicas, entre outras. Assim, a USEPA, por meio de regras claras para a utilização, ficou encarregada de administrar o fundo e cuidar da fiscalização de atividades com risco de contaminação (MAGALHÃES, 2000).

Como modo de classificar o nível de aceitação de um determinado contaminante, em 1992, a USEPA criou o *Hazard Ranking System* (HRS), que consiste em uma ordem de permissividade de determinados contaminantes no solo, a fim de permitir a priorização do uso das áreas. Essa classificação mede o risco relativo, que pode ser uma forma interessante de utilização do fundo, considerando a grande variedade de casos de contaminação (HASSUDA, 1997). Esse sistema de classificação é utilizado como referência em muitos países, inclusive no Brasil onde a CETESB utiliza como base de cálculo o procedimento descrito no RAGS – *Risk Assessment Guidance for Superfund – Volume I – Human Health Evaluation Manual* (USEPA, 2017) para quantificação da exposição e do risco, que por sua vez são determinados com base no HRS (DESAUTEL e LANGLOIS, 2016; MAGALHÃES, 2000).

A Alemanha possui experiência de mais de 50 anos em relação à cooperação para o desenvolvimento e sustentabilidade, sendo um importante *player* no setor de GAC, mantendo parcerias internacionais para questões globais vinculadas ao desenvolvimento sustentável e mudanças climáticas. A partir do ano de 2009, houve uma mudança de governo na Alemanha assumindo a liderança o primeiro ministro Dirk Niebel, que promoveu a fusão, em 2011, entre as agências de Cooperação Técnicas Alemãs na Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ), *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (HERNANDEZ e ROEHRKASTEN, 2011).

A Europa conta ainda com a Agência Europeia do Ambiente (AEA), sediada na Dinamarca, e fornece aos responsáveis pelas decisões políticas e ao público aportes técnicos e informações para apoiar a promoção do desenvolvimento sustentável e a melhoria do ambiente na Europa, com vistas à proteção ambiental e ao gerenciamento de áreas contaminadas (ARAGÃO, 2010).

No Brasil, em função dos processos tardios em comparação aos EUA e Europa de urbanização e industrialização, não possuía nenhuma lei de proteção ao meio ambiente até a década de 1980. Até então, casos de áreas contaminadas eram identificados apenas por denúncias, reclamações ou casos específicos, e os procedimentos não tinham nenhuma padronização, as ações eram precárias, sem fixação de metas, e se baseavam em remoção (CORSEUIL e MARINS, 1997).

No contexto brasileiro, a cidade de São Paulo obteve destaque em relação às demais cidades em função da herança do ciclo do café e pelo fato de ser pioneira em atividades industriais. As operações das Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo, em São Caetano do Sul-SP, iniciaram-se em 1932. A indústria produzia ácido sulfúrico, soda cáustica, diversos compostos de cloro, BHC, entre outros. De 1975 até 1986, a empresa foi gradativamente

deixando de operar, e após diversos casos e pelo alto risco aos moradores da vizinhança, houve a demolição das instalações, isolamento da área e a justiça determinou que os resíduos deveriam ser corretamente descartados (HASSUDA, 1999). Ainda hoje a empresa consta no registro da CETESB, como área contaminada com risco confirmado, e o terreno está abandonado e sem uso, mesmo tendo uma localização privilegiada (CALDEIRA, 2003).

A partir dos anos 1970s, a questão ambiental começou a ser amplamente discutida pela sociedade civil, acadêmica e ganhou espaço na mídia. Porém, foi somente na década de 1980 que as primeiras leis e ações por parte das autoridades públicas começaram a ser elaboradas. Os casos de acidentes ambientais eram tratados pelas leis comuns, não havia então, legislação específica. Portanto, na ocorrência de acidentes emblemáticos, as autoridades e responsáveis técnicos não tinham qualquer experiência em como agir, os procedimentos eram improvisados, de acordo com a experiência de cada agente ou técnico envolvido na ocorrência. Não havia um protocolo sobre quais ações deveriam ser tomadas. Assim, muitas ações equivocadas foram praticadas na tentativa de conter o problema com o objetivo de, muitas vezes, não tornar público o incidente, agravando ainda mais a situação (ALMEIDA, NAGUENAUER, e MELLO, 2000; CORSON, 1993; JUNIOR e GUSMÃO, 2003).

A conscientização sobre o problema foi impulsionada por incidentes ambientais de grande repercussão, dentre os quais é citado apenas alguns dos mais conhecidos: Cidade dos Meninos – Rio de Janeiro, Caso Rhodia – Baixada Santista, Caso Santo Amaro da Purificação – Bahia e Condomínio Mauá – São Paulo. (SILVA, 2007). Com o desdobramento dos conflitos socioambientais vivenciados pela população afetada pela contaminação, as autoridades governamentais reconheceram a necessidade de políticas públicas que coibissem a ocorrência de novos casos e propiciassem a gestão dos problemas existentes (AGUIAR, 2015).

Para a recuperação de áreas contaminadas, ainda que gradualmente, o Brasil tem se baseado na experiência de países que durante décadas almejavam a recuperação do solo, para suas condições naturais de qualidade. No entanto, estes países verificaram que encareceria demais o processo de recuperação, tornando-o alguns casos, tecnicamente inviável. Como solução, perceberam que deveriam ter como meta a redução dos casos de áreas contaminadas. Assim, priorizaram a contenção e o controle dos contaminantes em áreas problemáticas, evitando uma abrangência maior da pluma, sobretudo evitando os riscos para população e meio ambiente (BICALHO, 2013).

Embora a legislação brasileira tenha evoluído significativamente nas últimas décadas, na prática os resultados pouco apareceram em termos federais. A maioria dos estados sequer cumpre o mínimo estabelecido pela legislação federal através das leis citadas. Segundo Moura (2015), apenas três Estados do Sudeste apresentam evolução no gerenciamento de áreas contaminadas, enquanto a situação dos demais é incipiente. Nesse mesmo estudo, uma análise qualitativa classificou o risco causado pela contaminação do solo e água subterrânea e o potencial poluidor existente e chegou à conclusão de que apresentavam risco elevado os estados do Espírito Santo, Ceará, Pernambuco, Bahia, e os estados do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além do Distrito Federal (MAGALHÃES, 2000).

A agência paulista denominada Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB), foi criada em 1968 para cuidar do exclusivamente do saneamento básico. No entanto, com o



passar dos anos, a CETESB foi incorporando outras entidades públicas, adquirindo cada vez mais a função de administrar a questão ambiental no Estado de São Paulo. Em 2009, entrou em vigor a Lei 13.542/2009 (São Paulo, 2009), e o órgão passa a ser reconhecido como Agência Ambiental do Estado de São Paulo; no entanto, a sigla CETESB permanece como referência ao nome desse órgão ambiental.

Dada a abrangência e a complexidade de assuntos sob responsabilidade da CETESB que envolviam casos de contaminação do solo, a agência tomou a iniciativa, em 1993, de criar uma parceria com a GTZ, agência ambiental alemã. O intuito do trabalho em colaboração era justamente a troca de conhecimento entre os especialistas alemães, por meio de desenvolvimento de projetos ambientais com o tema GAC (MMA, 2017). O êxito da parceria entre Brasil e Alemanha ficou evidenciado com o lançamento, em 1999, do primeiro Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, no qual foram definidos pela primeira vez no Brasil métodos para investigação e remediação de áreas contaminadas, fundamentados em critérios técnicos e padrões internacionais (CESTESB, 1999). Desde então, a CETESB passou a direcionar as ações e influenciar a formação da legislação brasileira que viria a seguir (HERNANDEZ e ROEHRKASTEN, 2011).

A cidade de São Paulo se desenvolveu ao longo de rios, sendo os rios Tamanduateí, Pinheiros e Tietê os mais importantes, porém com o desenvolvimento da cidade, esses rios passaram por um processo de canalização e retificação ao longo do tempo. O rio Pinheiros teve até seu curso invertido a fim de suprir uma represa que estava sendo criada para gerar energia elétrica. Além desses, diversos outros rios menores e córregos tiveram seus leitos totalmente canalizados e foram escondidos sob avenidas. As linhas das estradas de ferro se aproveitaram de áreas próximas aos leitos desses rios para traçarem seus caminhos, pois eram terrenos planos e de baixo valor (YÁZIGI, 2006).

Assim, a cidade de São Paulo teve a industrialização e o crescimento econômico em curto espaço de tempo, porém todo esse desenvolvimento teve como contraponto uma grande poluição sob todos os aspectos: ar, solo e águas. Os recursos foram consumidos como se infinitos fossem e acabaram por deteriorar solo e águas superficiais e subterrâneas até se chegar ao ponto de escassez que se encontram atualmente. (TUNDISI, 2003).

## A EFETIVIDADE DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS PARA CONTROLE DA POLUIÇÃO

A elevada extensão territorial do Brasil é um fator que gera dificuldade em relação à fiscalização de poluição ambiental. Nas unidades federativas do Brasil, a gestão ambiental teve início nos anos 1980 com a criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e seus respectivos Órgão Estaduais de Meio Ambiente (OEMA), aliado ao incentivo de formulação de políticas ambientais. A atuação do SISNAMA efetua-se mediante articulação coordenada dos Órgãos e entidades que o constituem, resguardado o direito da população a se expressar por meio de audiências públicas relacionadas às questões ambientais da forma estabelecida pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), garantido assim, a participação dos munícipes na tomada de decisão (BURSZTYN, BURSZTYN e ASSUNÇÃO, 2004).

A Lei Complementar, LC nº 140, de 8 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), disciplinou as competências em meio ambiente aos entes federativos, com o objetivo de esclarecer a efetiva atuação de cada integrante, Federal, Estadual e Municipal. Entretanto, enquanto países europeus e os EUA se preocupavam com esse tipo de poluição desde a década de 1980, no Brasil, essa preocupação passou a ficar latente com a implantação de legislações mais rígidas e restritivas como por exemplo, CONAMA nº 273 de novembro de 2000, do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2000). Essa legislação obrigou aos proprietários de postos de combustível a obter o licenciamento ambiental para seu funcionamento no caso de postos novos e para os postos com mais de 25 anos ou mais de funcionamento, a reforma total de seus equipamentos (MINDRISZ, 2006).

Na região Sudeste do Brasil, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), exerce papel de destaque com relação à fiscalização de compartimentos ambientais como ar, solo, água, na fiscalização, controle e licenciamento de atividades geradores de poluição. Dentre suas atividades, a CETESB desenvolve desde 1979, acompanhamento da poluição do ar, por indústrias e veículos automotor. A fiscalização e o licenciamento de postos de combustíveis também são alvo das atividades exercidas pela CETESB, que produziu ao longo dos anos um cabedal de conhecimento e pesquisa nesse setor (ALMEIDA, NAGUENAUER e MELLO, 2000).

Para a realização deste trabalho foram consultadas as agências Ambientais de cada unidades federativas do Brasil com o objetivo de saber quais os procedimentos com relação à fiscalização e ao gerenciamento de áreas contaminadas por postos de combustível. Entretanto, não foi possível montar um cenário partir desse levantamento por falta de respostas consistentes por parte das entidades consultadas. As diretrizes e os procedimentos da CETESB servem de referência para as demais agências de fiscalização ambiental do país, uma vez que foi pioneira em relação a investir em procedimentos e protocolos para gerenciamento de áreas contaminadas. De acordo com a Lei nº 13.577/2009 e em seu Regulamento, aprovado pelo Decreto nº 59.263/2013, a Diretoria Plena da CETESB aprovou a Decisão de Diretoria nº 038/2017/C, as quais passaram a vigorar após sua publicação no Diário Oficial do Estado, ocorrida a 10 de fevereiro de 2017, contendo procedimentos para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas, procedimentos para Gerenciamento de Áreas Contaminadas, e Diretrizes para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental (CETESB, 2018).

O Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas estabelece as condições que deverão ser observadas no monitoramento preventivo das áreas com potencial de contaminação (AP) onde ocorre o lançamento de efluentes ou resíduos no solo como parte de sistemas de tratamento ou disposição final, das áreas com potencial de contaminação (AP) onde ocorre o uso de solventes halogenados e das áreas com potencial de contaminação (AP) onde ocorre a fundição secundária ou a recuperação de chumbo ou mercúrio, como previsto no artigo 17 do Decreto nº 59.263/2013 (CETESB, 2018).

Além da importância das agências fiscalizadoras, a literatura destaca relevância do poder público em relação à implantação de políticas públicas que visem atender áreas de periferia, pois há intensas atividades que demandam serviços de transportes, o que por conseguinte demanda a necessidade de postos de combustível em áreas onde a fiscalização

não seja eficiente. Esses locais são, potencialmente, fonte de contaminação ambiental (ANTONILI *et al.*, 2013).

**Figura 1:** Levantamento de Agências Fiscalizadoras de Meio Ambiente no Brasil

| Agências Fiscalizadoras de Meio Ambiente |    |            |                                                                     |                                                                                                         |
|------------------------------------------|----|------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Região                                   | UF | Sigla      | Agência                                                             | Sítio Digital                                                                                           |
| NORTE                                    | AC | IMAC       | Instituto de Meio Ambiente do Acre                                  | <a href="http://www.imac.ac.gov.br/">http://www.imac.ac.gov.br/</a>                                     |
|                                          | AP | IMAP       | Instituto de Meio Ambiente e de Ordenamento territorial do Amapá    | <a href="http://www.imap.ap.gov.br/">http://www.imap.ap.gov.br/</a>                                     |
|                                          | AM | IPAAM      | Instituto Ambiental do Amazonas                                     | <a href="http://www.ipaam.am.gov.br/">http://www.ipaam.am.gov.br/</a>                                   |
|                                          | PA | SEMAS      | Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade                      | <a href="https://www.semas.pa.gov.br/">https://www.semas.pa.gov.br/</a>                                 |
|                                          | RO | SEDAM      | Secretaria do Estado de Desenvolvimento Ambiental                   | <a href="http://www.rondonia.ro.gov.br/sedam/">http://www.rondonia.ro.gov.br/sedam/</a>                 |
|                                          | RR | FEMARH     | Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos              | <a href="http://www.femarh.rr.gov.br/">http://www.femarh.rr.gov.br/</a>                                 |
|                                          | TO | NATURATINS | Instituto Natureza do Tocantins                                     | <a href="https://naturatins.to.gov.br/">https://naturatins.to.gov.br/</a>                               |
| NORDESTE                                 | AL | IMA        | Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas                     | <a href="http://www.ima.al.gov.br/">http://www.ima.al.gov.br/</a>                                       |
|                                          | BA | INEMA      | Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos                      | <a href="http://www.inema.ba.gov.br/">http://www.inema.ba.gov.br/</a>                                   |
|                                          | CE | SEAMCE     | Secretaria do Meio Ambiente do Ceará                                | <a href="http://www.semace.ce.gov.br/">http://www.semace.ce.gov.br/</a>                                 |
|                                          | MA | SEMA-MA    | Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais           | <a href="http://www.sema.ma.gov.br/">http://www.sema.ma.gov.br/</a>                                     |
|                                          | PB | SUDEMA     | Superintendência de Administração do Meio ambiente                  | <a href="http://sudema.pb.gov.br/">http://sudema.pb.gov.br/</a>                                         |
|                                          | PE | CPRH       | Agência Estadual de Meio Ambiente                                   | <a href="http://www.cprh.pe.gov.br/">http://www.cprh.pe.gov.br/</a>                                     |
|                                          | PI | SEMAR-PI   | Superintendência de Meio ambiente                                   | <a href="http://www.semar.pi.gov.br/index.php">http://www.semar.pi.gov.br/index.php</a>                 |
|                                          | RN | IDEMA      | Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente            | <a href="http://www.idema.rn.gov.br/">http://www.idema.rn.gov.br/</a>                                   |
|                                          | SE | SEMA-SE    | Secretaria Municipal de Meio Ambiente                               | <a href="https://www.aracaju.se.gov.br/meio_ambiente/">https://www.aracaju.se.gov.br/meio_ambiente/</a> |
| SUDESTE                                  | ES | IEMA       | Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos             | <a href="https://iema.es.gov.br/">https://iema.es.gov.br/</a>                                           |
|                                          | MG | SEMAD      | Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável | <a href="http://www.meioambiente.mg.gov.br/">http://www.meioambiente.mg.gov.br/</a>                     |
|                                          | RJ | INEA       | Instituto Estadual do Meio Ambiente                                 | <a href="http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm">http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm</a>     |
|                                          | SP | CETESB     | Companhia Ambiental do Estado de São Paulo                          | <a href="https://cetesb.sp.gov.br/">https://cetesb.sp.gov.br/</a>                                       |
| SUL                                      | PR | SEMA-PR    | Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos                     | <a href="http://www.meioambiente.pr.gov.br/">http://www.meioambiente.pr.gov.br/</a>                     |
|                                          | RS | FEMA       | Fundo Estadual do Meio Ambiente                                     | <a href="http://www.sema.rs.gov.br/">http://www.sema.rs.gov.br/</a>                                     |
|                                          | SC | FATMA      | Fundação do Meio Ambiente                                           | <a href="http://www.fatma.sc.gov.br/">http://www.fatma.sc.gov.br/</a>                                   |
| CENTRO-OESTE                             | DF | SEMA-DF    | Secretaria do Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal           | <a href="http://www.sema.df.gov.br/">http://www.sema.df.gov.br/</a>                                     |
|                                          | GO | SECIMA     | Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado de Goiás               | <a href="http://www.secima.go.gov.br/">http://www.secima.go.gov.br/</a>                                 |
|                                          | MT | SEMA       | Secretaria de Estado do Meio Ambiente                               | <a href="http://www.sema.mt.gov.br/">http://www.sema.mt.gov.br/</a>                                     |
|                                          | MS | IMASUL     | Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul                    | <a href="http://www.imasul.ms.gov.br/">http://www.imasul.ms.gov.br/</a>                                 |

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2018

## TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS

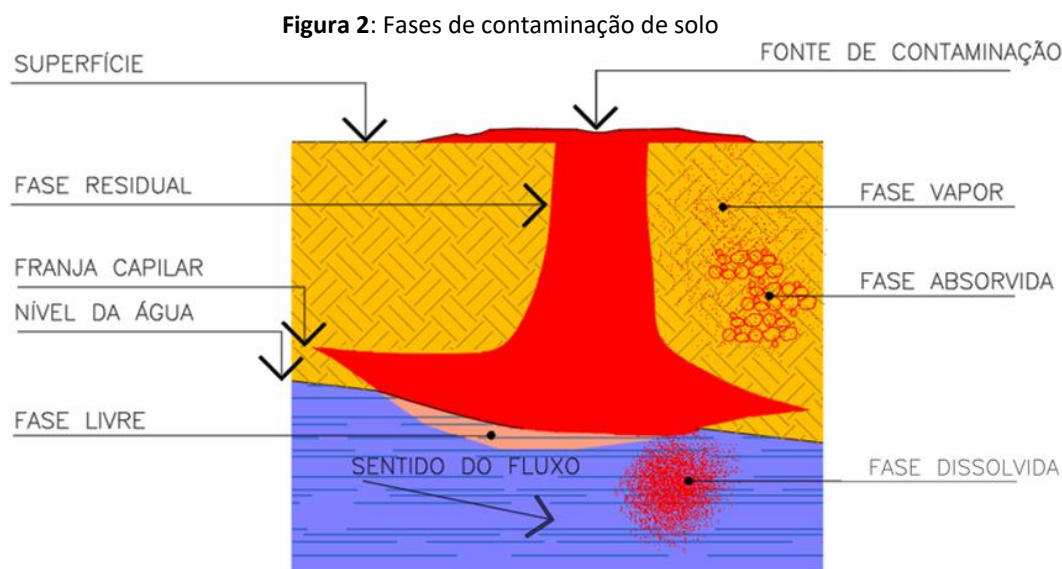
De acordo com a CETESB, uma área contaminada caracteriza-se por uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Nessas áreas, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em subsuperfície nos diferentes compartimentos ambientais, por exemplo, no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, ainda podem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções. (CETESB 2006).

Ao se identificar uma área contaminada, algumas medidas devem ser tomadas com objetivo de garantir integridade de vida e saúde dos seres que nela habitam. As medidas que devem ser tomadas são: retirada de seres humanos e animais ameaçados, isolamento da área, identificação e posteriormente remoção da fonte contaminadora, avaliação do nível de

contaminação, decisão da técnica a ser empregada e execução (CARDOSO, LODI e BARROS, 2017).

Na ocorrência de uma contaminação do solo por algum derivado de petróleo, devido a sua pouca solubilidade em água, ocorre a formação de cinco fases no local contaminado, que podem ser percorridas de maneira sistêmica, parcial ou concomitante. São divididas entre (i) Fase Livre; (ii) Fase residual; (iii) Fase de vapor; (iv) Fase adsorvida e (v) Fase dissolvida.

A fase Livre, a depender do tipo de contaminante, de sua viscosidade, do volume de vazios existente no solo e da profundidade do lençol freático, pode ser mais ou menos espessa. Nesse estado, o contaminante (hidrocarbonetos e metais, dentre outros) apresenta-se no solo em altas quantidades, com grande mobilidade e ele está misturado com a água existente nos vazios do solo. É possível que ele seja removido por bombeamento, contudo, a sua remoção nunca será total. A fase residual, assim como a livre, acontece na zona não saturada do solo. Nessa fase, o contaminante encontra-se puro, porém em pequenas quantidades, ou seja, gotículas isoladas que não possuem mobilidade. Na fase de vapor, pode apresentar-se de forma mais ou menos intensa. Os componentes de fácil volatilização, como os hidrocarbonetos, representam grande perigo à saúde humana se inalados em altas quantidades por serem potencialmente desencadeadores e cânceres. A Fase adsorvida, umas das fases que podem gerar contaminação por um maior período, devido à lixiviação das partículas contaminadas. Corresponde às moléculas de produto que se aderem às partículas sólidas do solo, preferencialmente matéria orgânica e argilas (MINDRISZ, 2006).



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2018

Com a escassez de água, países desenvolvidos passaram a investir em pesquisas de técnicas para remediação e recuperação de áreas contaminadas com vistas à preservação de reservatórios subterrâneos de água. Para tanto faz-se necessário ter conhecimento de algumas características do meio físico, tais como profundidade da zona saturada, padrão de fluxo subterrâneo, espessura das camadas de solo e configuração dos substratos, presença de descontinuidade, características mineralógicas e textura de rochas e solos envolvidos e características da fonte poluidora (CARVALHO, JABLONSKI e TEIXEIRA, 2000).

A depender da fonte poluidora, a pluma de contaminação se comportará de maneira diferente associadamente às demais características do meio físico citadas anteriormente. As primeiras indicadas são as de contenção dos contaminantes impedindo o contato com o meio físico. A literatura estudada para elaboração deste trabalho relata diversas técnicas para recuperação de solos contaminados como: barreiras hidráulicas, biorremediação, extração multifásica, extração de vapores do solo, injeção de ar, barreiras reativas permeáveis, estabilização, tecnologias térmicas, oxidação química, atenuação natural monitorada e biopilhas (CARDOSO, LODI e BARROS, 2017; AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, 2017; BULKELEY e BETSILL, 2005; CARDOSO, LODI e BARROS, 2017).

## MÉTODOS INOVADORES PARA GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Nas últimas décadas, com o desenvolvimento tecnológico e aumento da velocidade de processamento de dados, surgiram novos métodos e técnicas para monitoramento e gerenciamento de áreas contaminadas, sobretudo nos EUA e na Europa. Esta seção do trabalho apresentará algumas tecnologias de relevância no cenário nacional e internacional.

Nos Estados Unidos da América, atualmente, utilizam-se em predominância, duas abordagens em investigações ambientais. Uma delas conhecida como *Abordagem Tríade (TRIAD APPROACH)* e a *Avaliação Expedida da Área (Expedite Site Assessment – ESA)*. Em ambos os casos, o objetivo é realizar investigações ambientais com elevada qualidade e alto volume de informações, no menor tempo e custo possíveis, com o auxílio de ferramentas de tecnologia avançada (KRAHENBUHL, TERAMOTO e KIANG, 2017).

A aplicação da Abordagem Tríade possibilita gerar um modelo conceitual mais apurado, capaz de distinguir características peculiares de contaminações. Diante dos resultados obtidos, a escolha por determinado método de remediação será diferente, de acordo com cada caso. Abordagem Tríade representa um avanço com relação ao gerenciamento de áreas contaminadas, pois a abordagem é baseada em três elementos, considerados como seus pontos fundamentais, que são o Planejamento Sistemático do Projeto, as Estratégias Dinâmicas de Trabalho e o uso de Sistema de Aquisição de Dados em Tempo Real (CRUMBLING, 2004).

O uso da técnica ESA obteve destaque nos EUA a partir dos anos [19]90s. Tradicionalmente, essa metodologia era empregada apenas na sondagem para amostragem de solo e instalação de poços de monitoramento de água subterrânea, na maioria das vezes, ignorando as informações de heterogeneidade relacionadas do meio físico (CARDOSO, LODI e BARROS, 2017).

Com o horizonte de atender às demandas do gerenciamento ambiental, empresas americanas e europeias desenvolveram tecnologias de investigação baseadas em princípios ópticos que podem ser aplicados diretamente em campo. Dentre essas tecnologias, algumas foram associadas a equipamentos como o *Ultra Violet Optical Screening Tool (UVOST)*, desenvolvido pela *Dakota Technologies*, que aplica a Fluorescência Induzida por Laser (LIF)



para identificação *in situ* de contaminações por determinados tipos de hidrocarbonetos (MINDRISZ, 2006; CARDOSO, LODI e BARROS, 2017).

Nos EUA, alguns pesquisadores têm se dedicado ao estudo de florestas urbanas como modo de entender os efeitos da poluição na saúde humana. Na literatura utilizada para a realização deste trabalho, os trabalhos do pesquisador David Nowak se destacam em relação a sua pesquisa com florestas urbanas e ao seu uso de tecnologia aplicada à pesquisa, inclusive com o desenvolvimento de um *software i-Tree*, que quantifica os benefícios e valores da vegetação (MOTA, 2018).

Atualmente alguns Órgãos como Embrapa, Emplasa, Agência Nacional de Água (ANA), Prefeitura Municipal de São, entre outros, utilizam ferramenta GIS (Sistema de Informação Geográfica) para captura e disponibilização de dados abertos à consulta pública. Nesse contexto, a modelagem geoestatística é uma ferramenta que tem apresenta elevado potencial para contribuição em ambientais, pois sua utilização permite identificar a existência ou não de dependência espacial entre as observações, podendo ser aplicada em associação à sistema de georreferenciamento para composição de um banco de dados (FILHO, FERREIRA e LYRA, 2017). Esse mapeamento tem utilidade para orientação de futuras amostragens e modelagens, permitindo, assim, estimar o valor do atributo em locais não amostrados, facilitando a gestão dos recursos naturais, especialmente em bacias hidrográficas (CARDOSO, LODI e BARROS, 2017).

## GEORREFERENCIAMENTO DE POSTOS CONTAMINADOS EM BAIRRO DE SÃO PAULO - SP

Em ambientes urbanos, diversos ramos de atividade com potencial poluidor podem, em certo grau, contribuir para a contaminação dos compartimentos ambientais com ar, solo e águas superficiais e subterrâneas. Em alguns casos, dependendo das características físicas e químicas do terreno, da profundidade do nível d'água superficial, declividade, entre outros parâmetros, o contaminante pode alcançar o lençol freático, com a pluma de contaminação atingindo uma grande extensão em relação ao ponto inicial de contaminação (MINDRISZ, 2006)

Em caso de suspeita de contaminação a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) determina uma série de procedimentos em relação a áreas contaminadas. Com o objetivo de proteger a qualidade do solo e de águas subterrâneas e gerenciar estas áreas, a Lei n. 13.557/2009 e o Decreto 59.263/2013 estabelecem procedimentos específicos quanto ao isolamento e ao monitoramento de áreas contaminadas, acompanhamento contínuo dos índices de contaminação e a emissão de relatórios parciais e definitivos (Lei n. 13.557, 2009).

Um relatório recente indica que postos de combustíveis se destacam com o maior índice percentual de potencial atividade contaminante (72%); em segundo lugar aparecem as atividades industriais com (19%), atividades comerciais (5%), instalações destinadas a resíduos. A categoria na qual se enquadram os Pátios de Veículos Apreendidos aparece com (3%) e; por último, com (1%) aparece o setor agricultura e outras fontes de origem desconhecidas (CETESB, 2017, p.5).



A CETESB possui um cadastro para controle e acompanhamento de caso de contaminação do Estado de São Paulo. Para realização deste trabalho, foram selecionados quatro postos de combustível localizados no bairro do Tatuapé (Figura 3; A e B), em São Paulo, Capital, e que, apresentam confirmação de contaminação por combustível (CETESB, 2017). Para tanto, foi delimitada uma área de aproximadamente quatro quilômetros quadrados entre as coordenadas SAD69 zona 23s, UTM\_E 339300 UTM\_N 7395300 e UTM\_E 342000 UTM\_N 7396200, no município de São Paulo. Entretanto, por motivo de compatibilidade de dados converteu-se as coordenadas para o Datum WGS84. Utilizou-se também arquivos tipo *Sahpefile* do site GeoSampa, (2015) para representação das Bacias Hidrográficas e sistemas de drenagem.

**Figura 3:** Pontos de contaminação por postos de combustível: (A) Coordenadas originais; (B) Coordenadas corrigidas

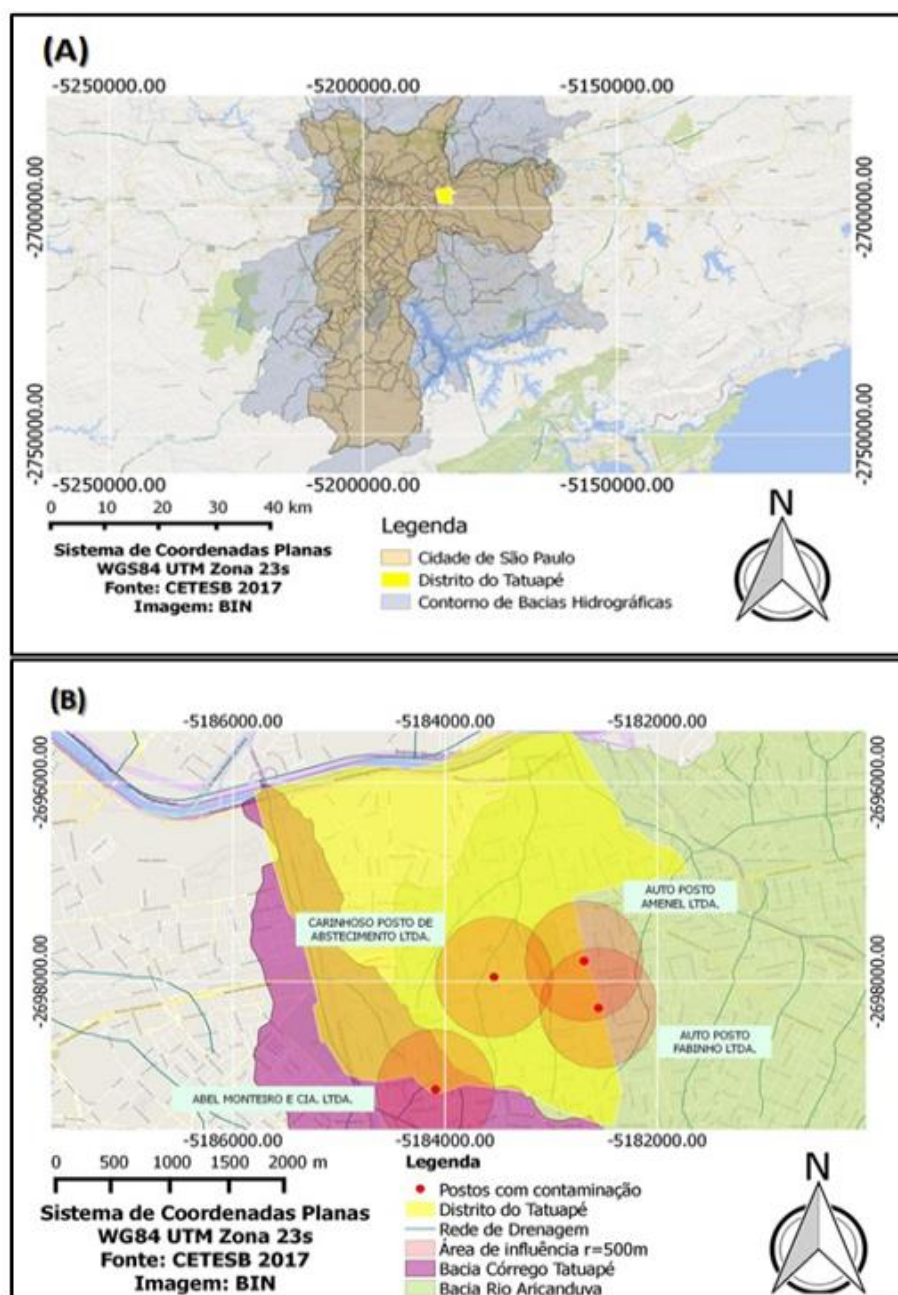
| ID  | CEP | Razão Social | Endereço                              | Datum                       | Fuso  | Coord. (m) | Coord. (m)  |             |
|-----|-----|--------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------|------------|-------------|-------------|
| (A) | 1   | 03335-000    | ABEL MONTEIRO E CIA. LTDA.            | R. BARÃO DO SERRO LARGO 269 | SAD69 | 23S        | 339844,00   | 7394370,00  |
|     | 2   | 03401-000    | AUTO POSTO AMENEL LTDA.               | R. ANTÔNIO DE BARROS 1426   | SAD69 | 23S        | 341082,00   | 7395513,00  |
|     | 3   | 03401-001    | AUTO POSTO FABINHO LTDA.              | R. ANTÔNIO DE BARROS 1876   | SAD69 | 23S        | 341281,00   | 7395130,00  |
|     | 4   | 03314-000    | CARINHOSO POSTO DE ABSTECIMENTO LTDA. | R. VILELA 1123              | SAD69 | 23S        | 340294,00   | 7395372,00  |
| ID  | CEP | Razão Social | Endereço                              | Datum                       | UTM   | Coord. (m) | Coord. (m)  |             |
| (B) | 1   | 03335-000    | ABEL MONTEIRO E CIA. LTDA.            | R. BARÃO DO SERRO LARGO 269 | WGS84 | 23S        | -4656993,00 | -2355320,00 |
|     | 2   | 03401-000    | AUTO POSTO AMENEL LTDA.               | R. ANTÔNIO DE BARROS 1426   | WGS84 | 23S        | -4655705,00 | -2354174,00 |
|     | 3   | 03401-001    | AUTO POSTO FABINHO LTDA.              | R. ANTÔNIO DE BARROS 1876   | WGS84 | 23S        | -4655558,00 | -2354670,00 |
|     | 4   | 03314-000    | CARINHOSO POSTO DE ABSTECIMENTO LTDA. | R. VILELA 1123              | WGS84 | 23S        | -4656450,00 | -2354410,00 |

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2018 a partir de CETESB, (2017).

Com base em dados georreferenciados, obtidos no banco de dados da CETESB e do site GeoSampa, da Prefeitura Municipal de São Paulo foram elaborados os mapas da cidade de São Paulo e o bairro do Tatuapé, na Zona Leste da cidade (Figura 4A). Destaque para localização das bacias hidrográficas Rio Aricanduva e Bacia do Córrego do Tatuapé, bem como a sobreposição do sistema de drenagem de águas pluviais (Figura 4B).

A área de circunferência representada ao redor dos postos de combustível (Figura 4B) significa a área de influência com um raio de 500 m, de acordo com a Decisão de Diretoria nº 038/2017/C, de 07 de fevereiro de 2017, que estabelece ser essa a distância necessária para isolamento e investigação em torno da área sob suspeita, a fim de evitar riscos de contaminação (CETESB, 2017).

**Figura 4:** (A) Mapa da cidade de São Paulo – destaque para área de estudo; (B) Mapa de postos com confirmação de contaminação no bairro Tatuapé, - SP.



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2018 a partir de CETESB, (2017).

Considerando a proximidade entre os postos de combustível (Figura 4B), observa-se que na região onde há sobreposição das áreas de influência, aumenta o potencial de risco à contaminação dos compartimentos subterrâneos solo e água. Conseqüentemente, aumenta-se a possibilidade de propagação de contaminantes via rede de drenagem em caso de vazamentos de combustíveis, o que inevitavelmente conduziria os contaminantes ao sistema fluvial. Para se confirmar esta hipótese sugerem-se estudos mais detalhados, nos quais sejam incorporados à modelagem os parâmetros de qualidade ambiental recomendados pela Decisão de Diretoria nº 038/2017/C.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os passivos ambientais herdados pelas cidades em função do acelerado processo de urbanização deixaram sequelas, as quais demandarão de longo tempo para serem remediadas; portanto, trarão prejuízos a várias gerações. Atividades potencialmente contaminadoras do meio ambiente necessitam de planejamento técnico-científico no momento da elaboração dos projetos com vistas ao licenciamento, bem como o monitoramento contínuo ao longo do desenvolvimento das etapas previstas.

Neste trabalho, foram selecionados quatro postos de combustíveis com confirmação de contaminação de acordo com o relatório da CETESB do ano de 2017. As informações sobre atualizações nos processos só podem ser obtidas por meio de consulta ao arquivo físico da CETESB, pois não há um repositório de informações que seja atualizado em tempo real ou que seja compartilhado com Prefeitura, IBAMA e Vigilância Sanitária. Em caso de contaminação ambiental há prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente e o compartilhamento destas informações traria benefícios a agilidade na tomada de decisão no sentido de remediação em casos de contaminação ambiental.

A contribuição deste trabalho se dá no sentido de incentivar a aplicação de recursos existentes de tecnologia e métodos de planejamento urbano fundamentados em ferramentas de geoestatística e plataformas de geoprocessamento, como sistemas de Informações Geográficas. A elaboração de produtos cartográficos a partir da base de dados de agências ambientais facilita e aprimora a etapa de monitoramento de áreas contaminadas, neste caso, por postos de combustível.

Além de ferramenta para tomada de decisões pelas agências ambientais, a utilização de mapas de contaminação pode ser combinada com dados de saúde, saneamento básico, entre outros segmentos de gestão e planejamento urbanos; dessa forma, corroborando para a elaboração de políticas públicas integradas e efetivas.

Como desdobramentos futuros, os autores indicam a possibilidade de criação de um banco de dados compartilhado entre as regiões metropolitanas sobre áreas contaminadas por postos de combustível e correlatos. Esse banco de dados poderá ser originado como fruto de pesquisas acadêmicas em parcerias com o poder público e a iniciativa privada. A sociedade se beneficiaria com a redução dos impactos ambientais gerados por contaminações dessa natureza.

## REFERÊNCIAS

- AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, G. N. E. B. A. Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2017. Rio de Janeiro: ANP, 2017.
- ALBAGLI, S. Território e Territorialidade. In: LAGES, V.; BRAGA, C.; MORELLI, G. Territórios em movimento: cultura e identidade como estratégia de inserção competitiva. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p. 25-62.

- ALMEIDA, J. R.; NAGUENAUER, C.; MELLO, C. D. S. Preservação Ambiental: Instrumentos Legais. Rio de Janeiro: BR/PETROBRAS, 2000.
- ANGELIDOU, M. Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, julho 2014. 3-11.
- ANTONIOLLI, Z. I. et al. Metais pesados, agrotóxicos e combustíveis: efeito na população de colêmbolos no solo. *Ciência Rural*, p. 992-998, 2013.
- ASSAN, M. A. D. C. et al. A pesquisa em gestão da sustentabilidade ambiental: evolução intelectual e agenda futura a partir de um estudo bibliométrico de citação e cocitação. *Desenvolvimento em Questão*, v. 16, n. 42, 2018.
- BEAL, A. Gestão estratégica da informação: como transformar a informação e a tecnologia da informação em fatores de crescimento e de alto desempenho nas organizações. São Paulo: Atlas, 2007. 78-111 p.
- BOCKEN, N. M. P.; SHORT, S. W.; P. RANA, S. E. A literature and practice review to develop sustainable business model. *Journal of Cleaner Production*, 2014. 42-56.
- BRASIL. Lei Complementar nº 140, 09 de dezembro de 2011. Tradução de Brasil. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2011. Disponível em: <<http://www.in.gov.br>>.
- BULKELEY, H.; BETSILL, M. Rethinking sustainable cities: multilevel governance and the 'urban' politics of climate change. *Environmental Politics*, v. 14, n. 1, p. 42-63, 2005.
- BURSZTYN, M. A.; BURSZTYN, M.; ASSUNÇÃO, F. N. A. Aspectos legais e institucionais da gestão ambiental na Amazônia. In: SAYAGO, D.; TOURRAND, J. F.; BURSZTYN, M. Amazônia: cenas e cenários. Brasília: UNB, 2004. p. 263-294.
- CALDEIRA, T. P. D. R. Segregação urbana, enclaves fortificados e espaço público. In: CALDEIRA, T. P. D. R. Cidade de muros. São Paulo: 34 Ltda., 2003. p. 211-342.
- CARDOSO, J. E. T.; LODI, P. C.; BARROS, A. M. T. C. D. Técnicas Associadas de Remediação de Contaminação da Água e do Solo por Hidrocarbonetos: Estudo de Caso em Posto de Combustível. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, p. 18-28, 2017.
- CARDOSO, J. E. T.; LODI, P. C.; BARROS, A. M. T. C. D. Técnicas Associadas de Remediação de Contaminação da Água e do Solo por Hidrocarbonetos: Estudo de Caso em Posto de Combustível. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, São Paulo, v. 5, n. 36, p. 18-28, 2017.
- CARNEIRO, L. et al. Redes Colaborativas de Elevado Desempenho no norte de Portugal. Porto: INESC Porto, 2007.
- CARNEIRO, L. P.; BONDAROSKY, B. Políticas de Controle da Desordem Urbana: A Experiência das Unidades de Ordem Pública na Cidade do Rio de Janeiro. *Revista de Cultura e Extensão USP*, v. 14, n. 1, p. 109-121, 2015.

- CARVALHO, F. G. D.; JABLONSKI, A.; TEIXEIRA, E. C. Estudo das partículas totais em suspensão e metais associados em áreas urbanas. *Química Nova*, v. 23, n. 5, p. 614-617, 2000.
- CETESB. Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2013-2015. São Paulo. 2016.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. Explorando dados secundários. In: COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. Métodos de pesquisa em Administração. São Paulo: Bookman, 2004. p. 221-245.
- CRUMBLING, D. M. Summary of Triad Approach. U.S. Environmental Protection Agency Office of Superfund Remediation and Technology Innovation: Superfund Triad Support Team, Washington, DC., p. 1-4, 2004.
- FILHO, L. C. D. A. L.; FERREIRA, L. L. N.; LYRA, D. L. D. Variabilidade espacial de atributos do solo indicadores de degradação ambiental em microbacia hidrográfica. *Revista Agroambiente, Boa Vista*, v. 11, n. 1, p. 11-20, 2017.
- IBGE. IBGE Teen. IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 8 abril 2018. Disponível em: <<https://teen.ibge.gov.br/sobre-o-brasil/populacao/populacao-rural-e-urbana.html>>.
- JACOBI, P. Políticas sociais locais e os desafios da participação cidadina. *Ciência e Saúde Coletiva, São Paulo*, v. 7, n. 3, p. 443-454, 2002.
- KRAHENBUHL, F. D. M.; TERAMOTO, E. H.; KIANG, C. H. Aplicação do método de fluorescência induzida por laser na caracterização de áreas contaminadas com resíduos oleosos. *Águas Subterrâneas, São Paulo*, v. 32, n. 1, p. 79-90, 2017.
- LOPES, S. R. M. Povos e comunidades tradicionais, direitos humanos e meio ambiente. *Lex Humana, Petrópolis*, v. 5, n. 1, p. 160-182, 2013.
- MINDRISZ, A. C. Avaliação da contaminação da água subterrânea de poços tubulares, por combustíveis fósseis, no município de Santo André, São Paulo: uma contribuição à gestão ambiental. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2006. 254.
- MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, É. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. *Ambiente Construído*, v. 9, n. 1, p. 57-71, 2009.
- MONTE, V. F. G. D. et al. Análise das contribuições do novo urbanismo e do bairro Pedra Branca/SC - Brasil para a solução de problema da mobilidade urbana. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 14, n. 4, p. 269-294, 2018.
- MOTA, M. T. D. Uso da teoria dos conjuntos Fuzzy para avaliar fragmento florestal e indicar o percentual de espaço livre em loteamento urbano. 1. ed. Sorocaba: UNESP, v. 1, 2018.
- MOTTA, S. R. F.; AGUIAR, M. T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, v. 4, n. 1, p. 84-119, maio 2009.



- SANTOS, C. G. D.; SOUZA, F. A. M. D. Interiorização dos investimentos e expansão imobiliária na era da financierização: o caso de Goiana - PE. XVII ENANPUR, 2017. 1-22.
- SANTOS, M. Da diversificação da natureza à divisão territorial. In: SANTOS, M. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Edusp, v. 1, 2002. p. 84-91.
- SOUZA, M. J. L. D. O território: espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E. D.; GOMES, P. C. D. C.; CORRÊA, R. L. Geografia: conceitos e temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 77-116.
- SOUZA, M. J. L. D. O território: sobre espaço e poder, teoria e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E. D.; GOMES, P. C. D. C.; CORRÊA, R. L. Geografia: conceitos e temas. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 77-116.
- SOUZA, O. T. D. et al. Meio ambiente e desenvolvimento na região metropolitana de Porto Alegre: uma abordagem a partir do espaço rural. Política e Sociedade, Florianópolis, v. 12, n. 23, p. 137-157, 2013.
- TAYLOR, P.; GRINLINTON, D. Property Rights and Sustainability: Toward a New Vision of Property. In: GRINLINTON, D.; TAYLOR, P. Property Rights and Sustainability. Boston: Martinus Nijhoff, 2011. p. 1-20.
- VERGARA, S. C. Começando a definir a metodologia. In: VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em Administração. São Paulo: Atlas S.A., 1998. p. 44-51.