

VI-216 - ESTUDO DE IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE CONTAMINADAS UTILIZANDO BASES AEROFOTOGRAMÉTRICAS

Leandro Augusto Pereira Pinheiro⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Luterana do Brasil – Centro Universitário Luterano de Manaus.

Carlos Enrique de Medeiros Jeronimo⁽²⁾

Doutor em Engenharia Química. Mestre em Engenharia de Processos. Engenheiro Químico. Especialista em Engenharia de Processamento de Petróleo. Gerente de Engenharia da Petrobras.

Carlos Alberto Fonseca Barbosa⁽³⁾

Técnico Químico. Coordenador de SMS da Petrobras.

Caetano Pontes Constanzo⁽⁴⁾

Geólogo pela Universidade Estadual de Campinas – SP.

Marilda Mendonça Guazzelli Ramos Vianna⁽⁵⁾

Doutora em Engenharia Química. Mestre em Engenharia de Química. Engenheira Química. Pesquisadora: INCT-EMA/CEPEMA-Poli-USP.

Endereço⁽¹⁾: Alameda Praia de Guaratuba, Conj. Dunas Vile II, Quadra D, Lote 07, casa 08. Stella Maris, 41600-270, Salvador-Ba Brasil; Fones (92) 8227-9470 (71) 3364-1584, email: leandroeamb@gmail.com

RESUMO

As áreas contaminadas em zonas urbanas e/ou industriais revelam-se como um grande problema para empresas, governos e sociedade civil por todo o mundo. O desenvolvimento de métodos de gestão, que subsidiem as possíveis técnicas de remediação ou redução de riscos ambientais na área de interesse, foi a primeira medida adotada. Identificar áreas potencialmente contaminadas é um dos procedimentos básicos para implantação de um projeto de gerenciamento. O presente trabalho relata as técnicas de identificação de áreas contaminadas utilizando o processamento de imagens aéreas em softwares especializados. Através de uma série temporal de fotografias aéreas foi mapeado o uso e ocupação do solo em uma indústria petroquímica, apontando as principais fontes de contaminação antigas e atuais. Foram, também, delimitadas áreas de interesse de investigação para promoção da redução de custos da mobilização de campo. Através do software Arc Gis 9.3 foi gerado um banco de dados georreferenciados, que abriga as principais informações em tabelas contendo resultados de amostragens e observações importantes para cada uma das áreas mapeadas. Para visualização destas informações é necessário acesso ao banco de dados através dos aplicativos utilizados.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas Contaminadas, Avaliação de Impactos Ambientais, Remediação Ambiental.

INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Proteção Ambiental Americana (EPA, 2011), cerca de 1700 áreas são prioritárias em trabalhos de remediação nos Estados Unidos da América, e estão registradas na “National Priorities List”. No Brasil, segundo o cadastro de áreas contaminadas e reabilitadas realizado pela CETESB (2010), somente no estado de São Paulo encontram-se 3675 áreas registradas. Áreas contaminadas podem representar uma ameaça à saúde pública, motivo de grande preocupação em diversos países que enfrentam sérios problemas com esta questão. A troca de experiências entre os diversos métodos utilizados por vários países é de fundamental importância para o desenvolvimento de linhas de atuação relacionadas ao tema.

No Brasil, somente a partir de 28 de dezembro de 2009 o Conselho Nacional do Meio Ambiente criou a resolução CONAMA 420 de âmbito federal para tratar de áreas contaminadas. O antecessor na criação de protocolos de gestão de áreas contaminadas foi a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, que em 2001 lançou em regime de cooperação técnica, firmada com o governo Alemão através da Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ, a primeira edição do manual de gerenciamento de áreas contaminadas. Através deste manual, ficam estabelecidos os critérios de abordagem relacionados a áreas contaminadas no estado de São Paulo. Ainda que não tenha exatamente o mesmo conteúdo, a resolução CONAMA 420/2009 traz os principais critérios já preconizados no manual lançado pela CETESB em 2001. De acordo com as referências citadas, um projeto de remediação ambiental deve seguir um protocolo de gerenciamento mostrado na Figura 1. O procedimento sugerido pela Figura 1

mostra que a primeira etapa se refere à identificação das áreas através da realização das seguintes etapas: definição da região de interesse, identificação das áreas com potencial de contaminação, avaliação preliminar e a investigação confirmatória de contaminação. Após a realização dessa etapa, o cadastro da área é realizado, a fim de enquadrar o local entre as possíveis classificações, as quais correspondem: potencialmente contaminada (AP), área suspeita de contaminação (AS), área contaminada sob investigação (AI), área contaminada (AC), área em processo de monitoramento para reabilitação (AMR), área reabilitada para uso declarado (AR). Somente, depois de atendidos os requisitos mínimos de caracterização, as áreas com enquadramento passível de remediação poderá ser contemplada com um projeto de reabilitação adequado. De acordo com as etapas ilustradas na Figura 1 podemos afirmar que o presente trabalho aplica-se a fase de identificação de áreas contaminadas, logo em seus primeiros tópicos de definição da área de interesse e identificação de áreas potencialmente contaminadas. Esta fase de projeto é de extrema importância, uma vez que corresponde a base de informações que será levada a realidade de campo. Além disso, é uma maneira muito eficiente de mapeamento de fontes de contaminação antigas e atuais.

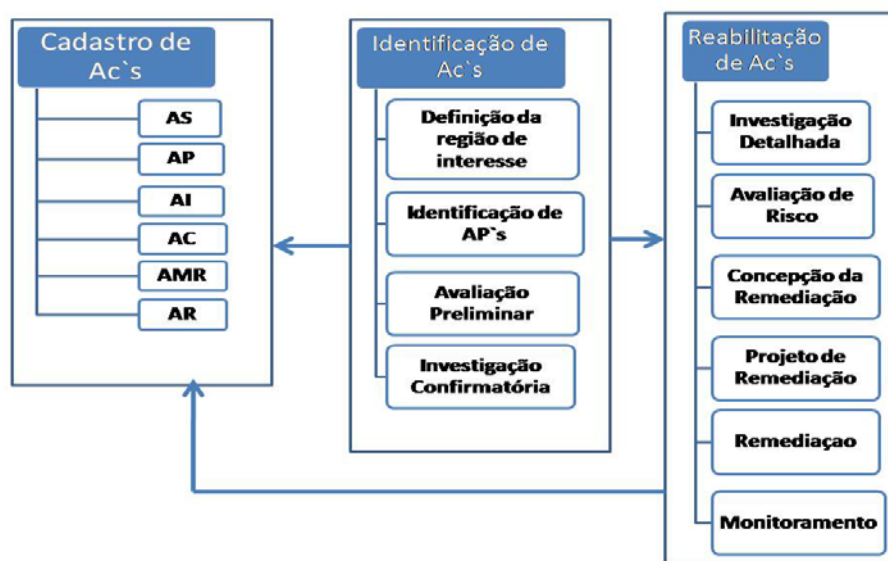


Figura 1: Fluxograma de Gerenciamento de Áreas Contaminadas
 (Fonte: http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/camaras/eventos/19_11_2009/Rodrigo.pdf)

O custo de um projeto de recuperação de uma ou mais áreas contaminadas é o principal fator limitante dentro das organizações, que lidam com este tipo de problema. A otimização do mesmo é sempre um grande desafio para os profissionais que atuam na área. Para que a Investigação Confirmatória seja bem feita, com baixo custo e qualidade, a Avaliação Preliminar deverá ser realizada primeiramente (Fig. 1) de acordo com a ABNT NBR 15515-1:2007 Versão Corrigida:2011. Nesta etapa deve ser feito um estudo utilizando série fotográfica temporal. A utilização de técnicas de fotointerpretação vem sendo utilizada com grande sucesso na identificação de áreas onde foram desenvolvidas atividades de risco ambiental no tempo ou no espaço. A interpretação aerofotogramétrica é capaz de subsidiar decisões que darão continuidade ao processo de recuperação de uma área contaminada. Este modelo de mapeamento pode ser ainda considerado em pleno desenvolvimento, o que confere uma tendência cada vez maior do aprimoramento dos instrumentos utilizados, bem como dos seus métodos de representação e interpretação de dados. Para a aplicação dos métodos de investigação de áreas contaminadas, utilizando imagens aéreas, é necessária a obtenção das mesmas, que podem ser provenientes de diversas fontes, tais como, o Exército Brasileiro, órgãos públicos de desenvolvimento social ou até mesmo empresas privadas que negociam este tipo de material. Mesmo que, a área de interesse esteja tendo alguma intervenção, esse estudo deve ser realizado, para que as fontes de contaminação sejam precisamente mapeadas.

No início da Avaliação Preliminar é necessário compreender a dificuldade de caracterizar todas as áreas suspeitas provenientes de uma atividade potencialmente poluidora, que, tipicamente, ocupam grandes áreas e estão em atividade há décadas. Geralmente estes casos possuem fontes de contaminações desativadas, muitas vezes desconhecidas pelos atuais gestores das áreas contaminadas.

O presente trabalho tem como objetivo identificar áreas suspeitas de contaminação em uma indústria petroquímica, utilizando uma série temporal aerofotogramétrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento do trabalho foram adquiridas imagens aerofotogramétricas de uma indústria petroquímica, adquirida em série temporal em 04 épocas: 1964, 1969, 1981 e 1990. As imagens foram compradas da empresa Base Aerofotogrametria e Projetos S. A. que é especializada em banco de imagens.

A avaliação técnica deste conjunto de imagens foi realizada nas seguintes etapas: georreferenciamento das imagens utilizando software Arc Gis 9.3, estudo de uso e ocupação do solo, identificação de feições suspeitas e por fim gerado um modelo conceitual da área.

A metodologia seguida é a recomendada pela CETESB (2011) onde a interpretação das imagens, no sentido de identificar áreas potencialmente contaminadas no âmbito da atividade petrolífera, deve seguir algumas premissas, tais como:

- A presença de clareiras na vegetação no entorno de instalações industriais indica a suspeita de áreas de disposição de resíduos.
- Desconformidade no relevo natural, tais como cavas ou montes.
- Vias de acesso a cavas, ou pilhas de materiais.
- Identificação de áreas potencialmente contaminadas por processo industrial desativados.
- Clareiras ao longo de vias de acesso industrial.
- Áreas de acúmulo de borra oleosa.
- Linhas de descarte ou bacias de acúmulos de efluentes sem o devido preparo.

RESULTADOS OBTIDOS

Georreferenciamento das imagens

O georreferenciamento das imagens foi feito utilizando coordenadas geográficas confiáveis, para identificação dos locais, em campo, suspeitos de contaminação. O georreferenciamento, também, favorece a sobreposição de imagens. Através da análise de uma série histórica de imagens georreferenciadas sobrepostas, podemos fazer um estudo de uso e ocupação do solo ao longo do tempo, verificando as transformações ocorridas no local de interesse nesse período.

Estudo de uso e ocupação do solo

A Figura 2 de 1964 mostra a paisagem da área após oito anos da inauguração da indústria. Pode-se observar um leito fluvial em formato natural, composto essencialmente por: mata ciliar, área de várzea típica do sistema local, o qual apresenta, em período de cheia, a formação de “mata de Igapó” e praia fluvial em período de seca. Na Figura 3 (1969) notamos a construção de tanques, que estão assinalados na mesma. O entorno da indústria permanece praticamente inalterado.



Figura 2: Situação de ocupação do solo em 1964.



Figura 3: Situação de ocupação do solo em 1969.

Pela Figura 4 (1980) identificamos que a indústria foi ampliada com a construção de tanques. Notamos o surgimento de clareiras (em destaque), que são indicativas de locais para disposição de resíduos, devendo ser investigadas.



Figura 4: Situação de ocupação do solo em 1980.

A Figura 5 exemplifica a análise do uso e ocupação do solo pela sobreposição de imagens em diferentes épocas desta indústria petroquímica. Neste caso, foram sobrepostas duas imagens, sendo uma planta feita em software AUTO CAD no ano de 2004 (com todas as instalações industriais nesta ocasião) e uma imagem de 1964 (Fig. 2). Ao longo desse período é possível observar o crescimento da mesma sobre a paisagem natural. Os principais aspectos desse processo de uso e ocupação do solo (Fig. 5) são: o avanço da ocupação do terreno através da construção de áreas de armazenagem de combustíveis, a construção de instalações de escritórios, a incorporação de novos terrenos e a transformação de ambientes naturais. A exemplo deste último temos a ocupação de uma área de drenagem natural, para instalar lagoas de tratamento de efluentes.



Figura 5: Situação de ocupação do solo em 1964 X 2004.

O estudo de uso e ocupação do solo ao longo do tempo é capaz de identificar a desativação de unidades, a reutilização de áreas para novos fins, o mapeamento de locais de deposição de resíduos que foram utilizados no passado, modificações realizadas na topografia e compartimentos ambientais durante os anos de atividades.

O estudo de uso e ocupação do solo é capaz de evidenciar, também, a ocupação sobre bens de relevante interesse ambiental, tais como nascentes, zonas de recarga de lençol freático, entre outros.

Identificação de feições suspeitas

Após a avaliação de uso e ocupação do solo, iniciou-se o processo de identificação de áreas suspeitas de contaminação, através da análise de feições suspeitas nas imagens. As Figuras 6 A e B, respectivamente 1990 e 2009, apresentam a utilização de um local em dois períodos. Esse local foi destacado (quadro branco número 1) na Figura 4 (1980) e na Figura 5. Na Figura 6 A (1990) há duas cavas típicas de “borreiro”. Essas cavas eram as clareiras presentes na Figura 4, que já eram indicativas de área de disposição de resíduos. Já na Figura 6B (2001) o terreno é utilizado como estacionamento.

Se a interpretação dessas fotos tivesse sido feita anteriormente e devido à falta de documentação existente sobre os procedimentos adotados para a remoção desse “borreiro” e para remediar a área, essa área já deveria ter sido incluída como prioritária para realização de uma investigação para termos uma avaliação da real situação da mesma.

No caso da área em estudo (Fig. 6A e B), a mesma, apresenta, atualmente, aparecimento de óleo através do solo. A identificação da causa do surgimento desse óleo foi possível através da interpretação dessas imagens. Logo, nesta área serão realizados os procedimentos de investigação, de acordo com as etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (Fig. 1).



Figura 6: A) bacia de disposição de resíduos (1990); B) Estacionamento (Fonte: Google Earth, imagem de 26 de outubro de 2009).

Modelo conceitual

Essa indústria petrolífera vem realizando uma série de diagnósticos ambientais durante um grande período, mas não foi realizada a Avaliação Preliminar, pois a Resolução CONAMA 420 é de 28 de dezembro de 2009. Decidiu-se pela realização da mesma para compilar todos os estudos realizados na área e para podermos ter um conhecimento real dos diagnósticos executados e os resultados alcançados.

Como um dos produtos desta Avaliação, temos o Modelo Conceitual 1, que segundo a CETESB (2001) é uma síntese (escrita e/ou representação gráfica) de todas as informações geradas até o momento, com o objetivo de relacionar as possíveis fontes de contaminação, a sua relação com a circunvizinhança, incluindo os

compartimentos ambientais denominados de bens a proteger. O modelo conceitual também é muito importante para identificar as possíveis vias de transporte de contaminantes. Este documento serve como base para definição de objetivos, métodos e estratégias a serem utilizadas nas etapas posteriores do gerenciamento da área contaminada. O modelo conceitual deve ser atualizado em função das novas etapas de gerenciamento da área, resultando numa maior qualidade ao processo de gestão de áreas contaminadas.

Uma maneira muito eficiente de se arquivar e atualizar o modelo é a utilização de softwares de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e softwares especializados em análise de risco. No referente estudo foi arquivado como parte integrante do modelo conceitual uma série de arquivos, compostos de: tabelas, imagens georreferenciadas contendo mapas

A Figura 7 mostra a delimitação das áreas de interesse de investigação para promoção da redução de custos da mobilização de campo. Através do software Arc Gis 9.3 foi gerado um banco de dados georreferenciados que abriga as principais informações em tabelas contendo resultados de amostragens e observações importantes para cada uma das áreas mapeadas. Para visualização destas informações é necessário acesso ao banco de dados, através dos aplicativos utilizados. Todos os mapas e banco de dados gerados servirão de apoio durante todo o processo de gerenciamento dessas áreas. Através do software é possível determinar as coordenadas de qualquer ponto da área.



Figura 7: Mapa de modelo conceitual.

Como exemplo das tabelas que estão armazenadas no banco de dados gerados (botões vermelhos da Fig. 7) temos a Tabela 1, que apresenta o modelo conceitual atual da área do estacionamento (Fig. 5). Por este modelo conceitual 1 do estacionamento podemos saber que a fonte primária é uma área de disposição de resíduo cujo mecanismo de transporte primário se faz pela infiltração no solo e águas subterrâneas e escoamento superficial. Já as fontes secundárias são: solo, águas superficiais e subterrâneas, tendo como mecanismo de transporte a volatilização, fluxos subterrâneos e superficiais, lixiviação. Os receptores / pontos de contato são: Solo, água subterrânea e superficial, rio. Todas as informações armazenadas no banco de dados subsidiarão a análise de risco.

Tabela 1: Modelo conceitual 1 da área do estacionamento.

Fontes primárias	Mecanismos primários de liberação	Fontes secundárias	Mecanismos secundários de liberação	Vias de transporte de contaminação	Receptores pontos de contato
Áreas de deposição de resíduos oleosos (s)	Infiltração no solo e águas subterrâneas e escoamento superficial	Solo, águas superficiais e subterrâneas contaminadas	Volatilização, fluxos subterrâneos e superficiais, lixiviação.	Ar, solo, água subterrânea e água superficial	Solo, água subterrânea e superficial, rio,

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

- A utilização de imagens aéreas temporais é uma ferramenta eficiente no processo de gerenciamento de áreas contaminadas. Através dela, podemos avaliar precisamente fatores importantes para os trabalhos de diagnóstico ambiental.
- O estudo histórico é indispensável no levantamento de passivos ambientais, para isso, faz-se necessário o levantamento de série histórica de imagens do local e o processamento das imagens, de qualquer natureza, em softwares de SIG.
- É possível minimizar os custos de investigação, direcionando precisamente as áreas suspeitas que devam ser investigadas. Além disso, os resultados obtidos nos diagnósticos são mais seguros e confiáveis.
- O estudo de uso e ocupação do solo é capaz de demonstrar compartimentos ambientais afetados pela expansão de uma atividade potencialmente contaminadora, além de possíveis fontes de contaminação desativadas.
- O banco de dados gerado deve ser utilizado em diversas etapas do gerenciamento das áreas contaminadas, devendo sempre ser atualizado.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Estudos do Meio Ambiente (INCT-EMA), CNPq, FAPESP e ao Centro de Capacitação e Pesquisa em Meio Ambiente (CEPEMA-Poli-USP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EPA, Environmental Protection Agency - United States, National Priorities List: npl sites total by status and milestone. Disponível em: <http://www.epa.gov/superfund/sites/query/queryhtm/npltotal.htm>; Acesso: 18/04/2011.
2. CETESB, 2001 – Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/manual.asp; Acesso: 16/04/2011.
3. CETESB, 2010 - O Gerenciamento de áreas contaminadas e cadastro de áreas contaminadas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/rela%E7%F5es-de-%E1%A1reas-contaminadas/4->; Acesso: 19/05/2011.
4. CUNHA, R.C.A. PhD: Gerenciamento de áreas contaminadas, aspectos legais e técnicos: CETESB, Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/camaras/eventos/19_11_2009/Rodrigo.pdf; Acesso: 14/04/2011.
5. NORMA TÉCNICA ABNT NBR 15515-1:2007 Versão Corrigida:2011 – Passivo Ambiental em Solo e Água Subterrânea Parte 1: Avaliação Preliminar.
6. CETESB, decisão da diretoria 103/2007/C/E de 22 de junho de 2007. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/proced_gerenciamento_ac.pdf; Acesso: 16/05/2011