

# **Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento na Avaliação de Impactos Ambientais**

**Luzia Alice Ferreira de Moraes**  
Bolsista PCI

**Ronaldo Santos**  
Orientador, Eng. Químico  
Coordenador de Processos Metalúrgicos e Ambientais

## **Resumo**

O artigo apresenta alguns exemplos da utilização de técnicas de geoprocessamento na avaliação de impacto ambiental em uma indústria química, visando a obtenção de licenciamento junto ao órgão ambiental. O geoprocessamento está sendo aplicado em todas as fases de avaliação, desde o estudo preliminar de investigação, análise confirmatória, e, inclusive, na fase de monitoramento/remediação. A ferramenta tem se mostrado eficiente e eficaz, auxiliando por meio do emprego de técnicas matemáticas e computacionais na avaliação da situação ambiental, por meio da integração de diferentes dados: raster, vetoriais, numéricos e tabulares, que possibilitam traçar o diagnóstico da situação e gerar prognósticos.

## **1. Introdução**

O geoprocessamento é uma potente ferramenta que utiliza técnicas computacionais e matemáticas para o tratamento de informações geográficas (Moreira, 2005). Os instrumentos computacionais do geoprocessamento chamados de sistemas de informações geográficas permitem a criação e análise de um numeroso e complexo banco de dados georreferenciado (Câmara & Medeiros, 2005).

A utilização do geoprocessamento vem crescendo, mundialmente, e influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais (Florenzano, 2002), transportes, mineração (Frauendorf, et. al. 2005), comunicações, energia, planejamento urbano e regional (Silva & Zaidan, 2004).

Nesse estudo, foi utilizado o geoprocessamento para auxiliar na avaliação de impacto geoambiental de uma indústria química, visando a obtenção de Licenciamento junto ao órgão ambiental.

O objetivo do trabalho é mostrar algumas das técnicas da ferramenta geoprocessamento que serviram de apoio, desde a fase preliminar de avaliação até os estudos confirmatórios. E, certamente, ainda, servirão como base para o posterior monitoramento e remediação dos prováveis impactos.

## 2. Etapas metodológicas do Geoprocessamento

### 2.1. Aquisições de Informações

- Dados matriciais ou raster – obtenção da ortofoto 261-E, escala 1:10.000 no Instituto Pereira Passos
- Dados vetoriais (ex: estradas, edificações, rios, pontos de sondagens, etc)
- Dados numéricos – que possuem uma variação contínua de seus valores numéricos em função de sua posição na superfície (ex.: cotas topográficas, teores do metal por poço de coleta, curvas de nível, etc)
- Dados alfanuméricos, também chamados de dados tabulares (ex: pH, alcalinidade, profundidade do aquífero, nível da água, entre outros).

### 2.2. Vetorização

A vetorização dos galpões e dos limites da indústria foi manual, utilizando o o programa SPRING do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Os vetores foram obtidos por meio da digitalização sobre a imagem (ortofoto) apresentada na tela de computador, utilizada como *background* ou pano de fundo.

Os poços de monitoramento da análise preliminar, bem como, os definidos na etapa da análise confirmatória foram mapeados a partir de uma amarração realizada em campo.

### 2.3. Modelo Numérico de Terreno

O modelo numérico de terreno (MNT) é a representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica, que está vinculada a uma superfície real. Dentre alguns de seus usos pode-se citar: armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos, elaboração de mapas de declividade, análise de variáveis geofísicas e geoquímicas, apresentação tridimensional dos alvos de interesse. A quantidade de dados está diretamente relacionada à qualidade do produto final.

Para a modelagem numérica foram utilizados os programas SPRING, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e o ArcGis 9.2. A partir do modelo numérico foi gerada uma grade de pontos, referentes aos teores de metal, tanto no solo como na água subterrânea. A grade regular e irregular, permitiu calcular volumes de solo, gerar imagens em 3D, de relevo sombreado, vista perspectiva, vista panorâmica e, ainda, fatiamentos de teores de metal pesado no solo e água subterrânea nos intervalos desejados.

Um dos métodos de modelagem de superfície é o da triangulação de Delaunay. Esta modelagem, considerando as arestas dos triângulos, permite que as informações morfológicas importantes, como as discontinuidades que são representadas por feições lineares de relevo (cristas) e drenagem (vales), sejam consideradas durante a geração da grade triangular, possibilitando, assim, modelar a superfície do terreno, preservando as feições geomorfológicas da superfície.

### 3. Resultados

A partir da sobreposição de camadas matriciais e vetoriais pode-se obter um mosaico onde se visualiza a situação ambiental do local de implantação da atividade. Os estudos se referem ao mapeamentos das sondagens, definição dos hotspots, monitoramento de poluição, estudos de remediação de contaminação.

As figuras 1 a 6 mostram alguns exemplos do uso das técnicas de geoprocessamento utilizadas na avaliação ambiental no interior da indústria .



Figura 1. Ortofoto cena inteira (a) e corte na área da indústria (b).

Fonte: Ortofoto 261-E, obtida no Instituto Pereira Passos (IPP), na escala 1:10.000 .

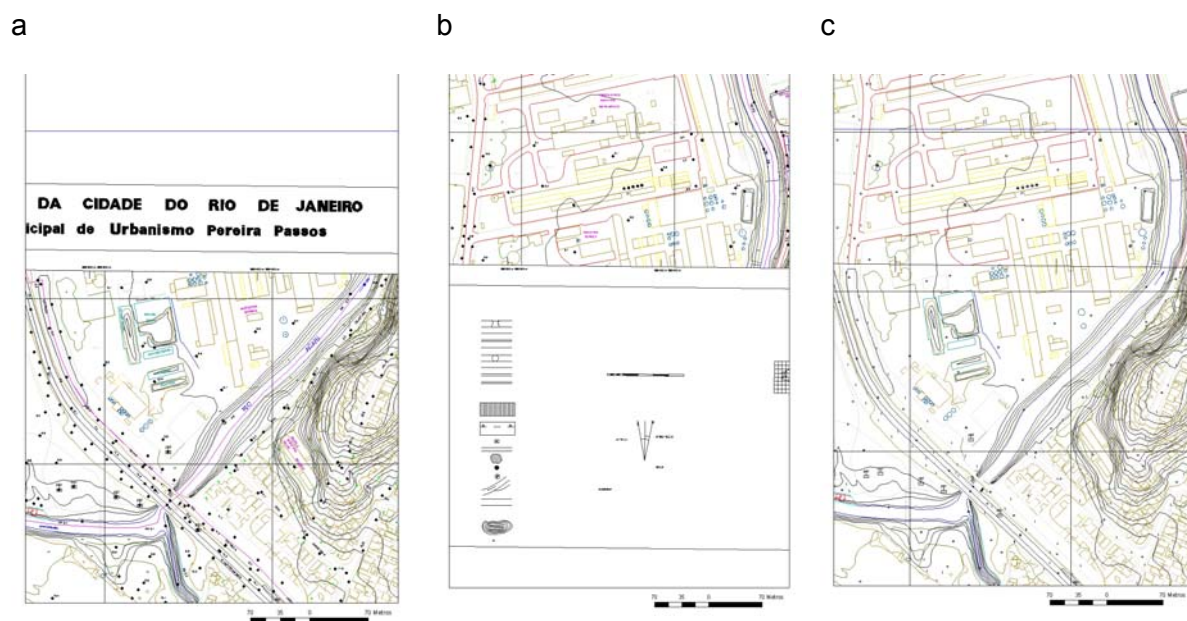


Figura 2. Dados vetoriais obtidos junto ao IPP (a e b) e mosaico ( c) compondo a cenário da indústria.



Figura 3 Atualização dos galpões e limites da indústria (a). Mapeamentos dos poços de sondagem (b).



Figura 4. Modelo numérico de terreno. Técnica de fatiamento mostrando os isovalores de metal pesado no interior da indústria. a- grade tin, b- isolinhas, b- mapa dos isovalores.

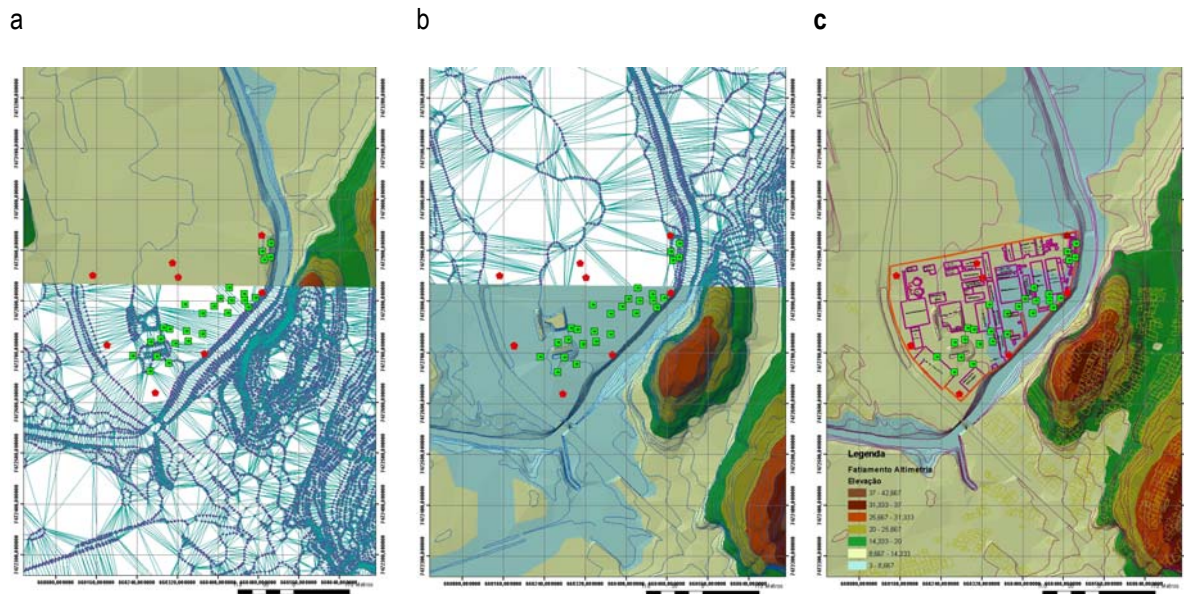


Figura 5 - Mosaico de duas imagens para compor o cenário da indústria. Verifica-se a grade triangular que deu origem a imagem raster em 3D, com o fatiamento das cotas altimétricas.

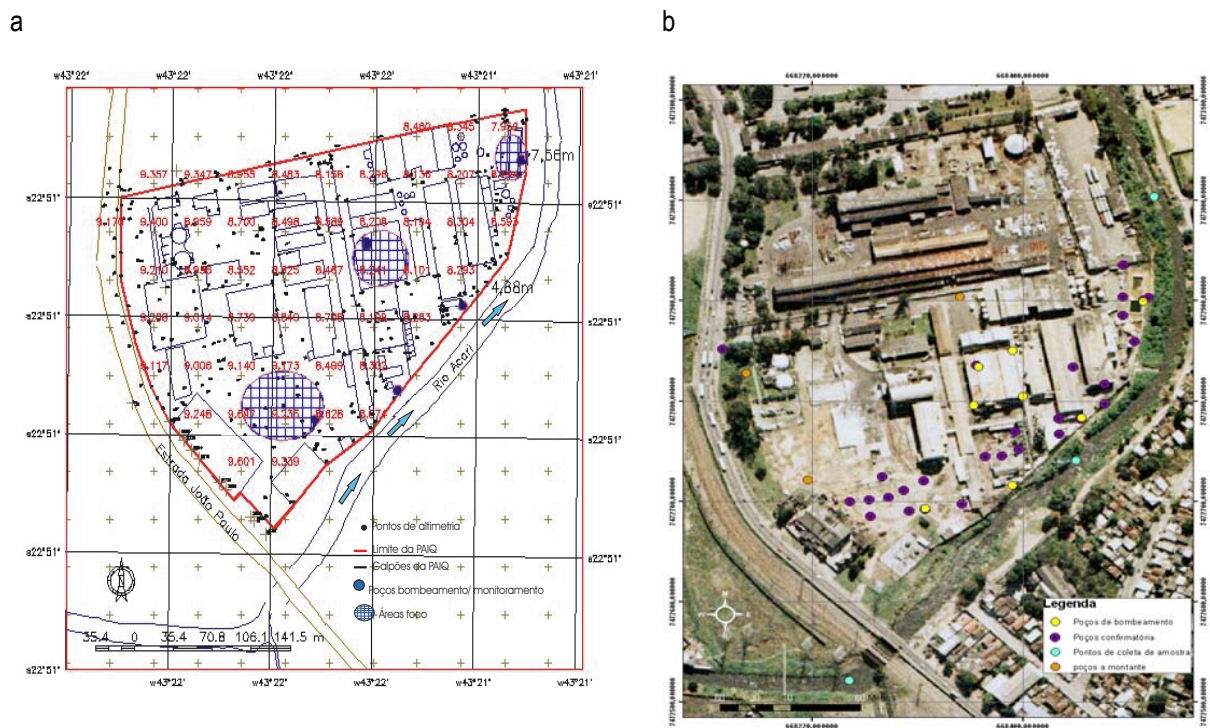


Figura 6. Remediação monitoramento. a- Levantamento das cotas altimétricas no interior da indústria e identificação de hotspots. b- Localização dos poços para bombeamento/contenção e monitoramento dos efluentes, escolhidos a partir da avaliação geoambiental.

#### 4- Considerações Finais

O estudo mostra que essa tecnologia pode auxiliar de modo eficiente e eficaz, no gerenciamento/ monitoramento dos impactos ambientais da atividade industrial.

A disponibilidade de softwares, inclusive gratuitos como o SPRING, facilita a utilização dessa ferramenta tanto em nível educacional, de pesquisa e consultoria. O banco de dados pode ser atualizado constantemente facilitando a análise evolutiva da situação.

A possibilidade de se trabalhar com o gerenciamento de grande base de dados, a agilidade na execução das tarefas e a possibilidade de se trabalhar com redes locais e remotas, podendo interligar dados alfanuméricos com a base cartográfica, permite as mais variadas análises conjuntas. Isso possibilita a visão mais ampliada e embasada da situação a partir da integração de diferentes parâmetros correlacionados.

#### 5. Seção Agradecimentos

Agradeço ao CETEM, Centro de Tecnologia Mineral, ao Programa PCI/MCT e a Coordenação de Processos Metalúrgicos e Ambientais.

#### 6- Referências Bibliográficas

Câmara G.; Medeiros J. S.: Modelagem de dados em geoprocessamento, *In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. eds. Sistemas de Informação Geográfica: Aplicações na Agricultura*, Brasília: Embrapa, p.47-66, 2005.

Florenzano, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**, Viçosa:Ed.UFV, 2005.

Frauendorf, J., C. Glässer, C. Olbert & J. Fisher. Monitoramento hiperspectral de lagoas de resíduos de mineração de linhita a céu aberto com métodos inovadores. *In: Sensoriamento Remoto e Sig Avançados*, p: 61-70, 2005.

Richards, J.A. **Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction** (3rd revised and enlarged edition). Springer-Verlag, Heidelberg, 1999.

Silva J. X. da , Zaidan, R. T. **Geoprocessamento e Análise Ambiental-Aplicações** , Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

Spring. *Manual do Spring*. Disponível em :<http://www.inpe.br/spring>